



ARMONIZACIÓN DE LA AGRICULTURA Y LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA ABASTECIMIENTO HUMANO.

Caso de estudio: Cultivos de cebolla junca en la cuenca alta del río Otún

Melisa Andrea Gómez Benítez

Tesis doctoral

Doctor Diego Paredes Cuervo

Director

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
PEREIRA
2019**

Agradecimientos

A los agricultores de cebolla de la cuenca alta del río Otún, por su disposición para el trabajo en equipo, por abrirme las puertas de su hogar y compartir sus conocimientos desde la experiencia.

Al doctor Diego Paredes Cuervo, por su apoyo incondicional, confianza y guía a lo largo de todo el proceso.

A mi familia y mi pareja, porque son la fuente de la inspiración de todos mis logros académicos.

Al Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento, por ser mi semillero de formación académica constante, por el apoyo de sus integrantes en el trabajo de campo y por ser siempre una familia.

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) por el crédito-beca otorgado para la realización de los estudios de doctorado y el financiamiento del trabajo de tesis a través del proyecto “Armonización del aprovechamiento agrícola y la conservación del recurso hídrico para abastecimiento humano. Caso de estudio, cultivos de cebolla en la cuenca media-alta del río Otún, departamento de Risaralda”. A la Universidad Tecnológica de Pereira y en especial a la Facultad de Ciencias Ambientales y Escuela de Posgrados, por brindarme apoyo a través de docentes, administrativos e infraestructura para realizar un trabajo de calidad.

Al ingeniero Jesús Zuleta por su acompañamiento a lo largo de todo el proceso y establecer las relaciones sociales con los campesinos de la zona.

Al Dr. Félix Francés García y al Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València, España, por abrirme las puertas para realizar mi pasantía doctoral.

A mis compañeras Martha, Janneth y Marcela por su apoyo, acompañamiento y asesoría, pero principalmente por las amigas que fueron en este proceso.

Al comité doctoral conformado por el profesor Juan Carlos Camargo, Ana María López y Apolinar Figueroa porque con sus valiosos aportes me permitieron orientar mejor el trabajo.

Contenido

Agradecimientos.....	2
Índice de Tablas	4
Índice de Figuras	5
Prefacio.....	7
1. MARCO TEÓRICO.....	13
Introducción	13
1.1. Relaciones ecosistema-cultura.....	14
1.2. Conflictos asociados al Recurso Hídrico.....	17
1.3. Ordenamiento territorial	18
1.4. Sistema Agrícola.....	20
1.4.1. Generalidades del cultivo de cebolla.....	24
1.4.2. Principales enfermedades y plagas.....	24
1.4.3. Insumos químicos orgánicos e inorgánicos utilizados en el cultivo de cebolla	27
1.4.4. Principales impactos de insumos químicos y fertilizantes en el agua.....	29
1.5. Tipificación de sistemas agrícolas.....	32
1.6. Casos de Armonización	33
1.7. Investigación acción participativa	36
1.7.1. Metodología Mixta.....	37
2. METODOLOGÍA	39
2.1. Metodología Objetivo 1.....	40
2.1.1. Línea de tiempo	40
2.1.2. Tipificación de Sistemas Agrícolas.....	41
2.2. Metodología Objetivo 2.....	44
2.2.1. Muestreo para detección de pesticidas en agua, suelo y cebolla.....	44
2.2.2. Modelación de pesticidas con software PIRI (Pesticide Impact Rating Index)	48
2.3. Metodología Objetivo 3.....	50
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
3.1. Resultados Objetivo 1. Tipificación de Sistemas Agrícolas.....	56
3.1.1. Línea de tiempo, ocupación y transformación cuenca del Río Otún	56
3.1.2. Tipificación	59
3.2. Resultados Objetivo 2. Muestras de Agua, Suelo y Cebolla	74
3.2.1. Resultados de pesticidas en agua superficial.....	74
3.2.2. Resultados de pesticidas en suelo.....	76
3.2.3. Resultados de pesticidas en cebolla	79
3.2.4. Modelación con PIRI	82
3.3. Resultados Objetivo 3. Estrategias de Armonización	91
3.3.1. Fase Descriptiva	91
3.3.2. Fase Diagnóstica	93
3.3.3. Fase Propositiva	101
4. CONCLUSIONES	122
5. BIBLIOGRAFÍA.....	124
6. ANEXOS.....	137

Índice de Tablas

Tabla 1. Enfermedades y plagas de la cebolla, reportadas en diferentes partes del mundo.....	26
Tabla 2. Toxicidad de productos químicos más comunes aplicados a cebolla.	28
Tabla 3. Impactos al agua reportados, según origen de contaminación	29
Tabla 4. Área sembrada y número de productores de cebolla junca <i>Allium fistulosum</i> por vereda, corregimiento y municipio.	42
Tabla 5. Ejemplo de variables y sus escalas de medición	43
Tabla 6. Predio seleccionado para muestreo	45
Tabla 7. Microcuencas y código de punto de muestreo asociado	45
Tabla 8. Fechas de muestreos de agua, suelo y cebolla	46
Tabla 9. Muestreo de agua superficial	48
Tabla 10. Diseño Metodológico	50
Tabla 11. Resultados matriz IGO	53
Tabla 12. Número total de predios (N) y tamaño de la muestra de acuerdo al tamaño de los predios de cebolla en la cuenca media – alta del río Otún.	60
Tabla 13. Promedio respuestas encuesta Componente Socioeconómico	60
Tabla 14. Variables Servicios de Apoyo a la Producción	61
Tabla 15. Productos utilizados en cultivo de cebolla cuenca río Otún	62
Tabla 16. Estadísticos descriptivos para MIPE.....	63
Tabla 17. Clasificación de predios por categoría de uso de insumos químicos	64
Tabla 18. Grupos Químicos de los Productos Utilizados para el Manejo de Plagas y Enfermedades	64
Tabla 19. Número de productos utilizados por las plagas y enfermedades más representativas	65
Tabla 20. Variables de Orden Administrativo	66
Tabla 21. Variables Ambientales	67
Tabla 22. Variables Conservación de Recursos Naturales.....	68
Tabla 23. Variables Comercialización	68
Tabla 24. Resultado del análisis de componentes principales con las variables de clasificación consideradas para la identificación de tipologías de sistemas agrícolas	69
Tabla 25. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados por series de muestreos.....	75
Tabla 26. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados en suelos, por series de muestreos.....	77
Tabla 27. Plaguicidas Organoclorados detectados en Suelos Vs Características de Degradación, Bioacumulación y Movilidad	78
Tabla 28. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados en tejido de cebolla por series de muestreos.	80
Tabla 29. Concentraciones de Plaguicidas Organoclorados en Tejidos de Cebolla Vs LMR de Algunos Productos vegetales según Codex.....	81
Tabla 30. Pesticidas, dosis de aplicación y frecuencia para cada sistema agrícola seleccionado	83
Tabla 31. Datos de escorrentía y pérdida de suelo	85
Tabla 32. Datos para aplicación del PIRI.....	85
Tabla 33. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas en “Alto Bonito” con pendiente del 52%, distancia de 30m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 2m.	86

Tabla 34. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas “El Edén” con pendiente del 25%, distancia de 60m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 0.5m.	87
Tabla 35. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas “El Manzano” con pendiente del 22%, distancia de 20m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 0m.	88
Tabla 36. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas “La Isabela” con pendiente del 14%, distancia de 0m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 0m.	89
Tabla 37. Construcción colectiva de Matriz DOFA.....	94
Tabla 38. Recomendaciones generales para el acondicionamiento del pH y Dureza del agua mediante el uso de acondicionadores.....	101
Tabla 39. Instrucciones para el establecimiento de barreras antierosivas (ICA, 2006)	104
Tabla 40. Estrategias: escala, ámbito, temporalidad y financiación	112
Tabla 41. Importancia y Gobernabilidad de las estrategias	113
Tabla 42. Justificación de la viabilidad de las estrategias propuestas.....	113
Tabla 43. Temporalidad y alcances de las metas del PGAR y POMCA	117
Tabla 44. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el corto plazo.....	117
Tabla 45. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el mediano plazo	118
Tabla 46. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el largo plazo.....	119
Tabla 47. Estrategias de armonización para el corto, mediano y largo plazo	120

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de cultivos de cebolla y bocatoma en la cuenca alta del Río Otún	9
Figura 2. Porcentaje de origen plagas y enfermedades de la cebolla.....	25
Figura 3. Localización de los sistemas agrícolas seleccionados en la cuenca alta del río Otún, occidente de Colombia.	39
Figura 4. Resumen global de la metodología.....	40
Figura 5. Actividades de capacitación en campo (superior derecha: plaga de la cebolla, inferior derecha: medición de pendiente en campo)	41
Figura 6. Mapa de sistemas agrícolas seleccionados para instalación de parcelas y toma de muestras	45
Figura 7. Toma de muestras de agua (derecha) y toma de muestras de suelo (izquierda).....	46
Figura 8. Parcelas de escorrentía.....	49
Figura 9. Línea de tiempo del conflicto en la zona de estudio.....	56
Figura 10. Paso 5 Zonificación Ambiental. Paso 4 más conflictos ambientales.....	59
Figura 11. Conformación de los grupos de sistemas agrícolas de cebolla en la cuenca alta del río Otún, de acuerdo al impacto generado sobre el recurso hídrico	71
Figura 12. Relación escorrentía vs pérdida de suelo	85
Figura 13. Socialización con productores de cebolla.....	91
Figura 14. Asistentes segundo taller de lluvia de ideas.....	93
Figura 15. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 1.....	97
Figura 16. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 2.....	97
Figura 17. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 4.....	99

Figura 18. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 5.....	100
Figura 19. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 6.....	101
Figura 20. Esquema construcción de un barbecho	103
Figura 21. <i>Allisium</i> sp.....	107
Figura 22. <i>Lantana</i> sp.....	107

Prefacio

Desde las ciencias ambientales se pueden analizar las diferentes interrelaciones que tienen las comunidades humanas con su entorno que, al ser relaciones complejas, requieren análisis sistémicos. Asimismo, las explicaciones que surjan de dicho análisis deberán ser integrales y holísticas, que permitan generar estrategias que armonicen dichas relaciones y visibilicen actores o elementos fundamentales de los conflictos. El ambiente no es la ecología o la biología o las ciencias sociales, es un conjunto que integra las relaciones entre el ecosistema y la cultura, lo material y lo simbólico, el ser y el pensamiento (Martínez, 2014).

La relación ecosistema-cultura ha tenido variaciones, pasando de aprovechamiento de la naturaleza por subsistencia a explotación indiscriminada de la misma por la denominada época de la modernidad donde ya las relaciones van tomando un rumbo enmarcado en las relaciones políticas mundiales y en los planes de gobierno, logrando que se aparte a las comunidades cada vez más de sus costumbres locales a habitar una llamada aldea global, donde se subyugan no sólo los saberes ancestrales sino también las costumbres, entrando a la generalización del conocimiento, la universalidad de las prácticas agrícolas, la transferencia de tecnologías y una idea de totalidad en todos los ámbitos de la vida.

El agua, ha constituido un eje vital para la vida humana por lo que ha sido el motor de desarrollo de comunidades, civilizaciones y culturas que se han instalado a sus alrededores. Así, para la transformación del entorno y explotación agrícola el agua ha sido trascendental convirtiéndose no sólo en abastecedora sino receptora de desechos.

Nacen así los conflictos por el uso del agua, entendido el conflicto como el choque de dos agentes o partes que reclaman, compitiendo entre sí, sobre un recurso hídrico, su asignación o su uso. En este punto vale la pena tener en cuenta, que un recurso puede ser escaso no sólo en términos de cantidad sino también de calidad, lo que disminuye el agua disponible para su uso (OCDE, 2005). Los conflictos son una parte inevitable del cambio social en todas las sociedades.

Con la especialización de la economía, el surgimiento de los monocultivos y el uso de agroquímicos se afecta la función abastecedora y la calidad del agua de las fuentes hídricas asociados a la contaminación dispersa, que hasta ahora en Colombia, no tiene cómo medirse o pagar por dicho vertimiento. Esto ha originado importantes conflictos ecológicos por el control del agua y por evadir la responsabilidad social que le corresponde al sector agrícola, como contaminador y usuario del recurso (Pérez et al., 2011).

Los entes territoriales y las instituciones, en la búsqueda por solucionar los conflictos ambientales generados por el uso de los recursos y por cumplir objetivos y metas a nivel de país, han utilizado instrumentos como los parques naturales, y otras formas de ordenamiento del territorio que incluyen la preservación de la estructura ecológica. En muchos se aplican medidas conservacionistas que, por ejemplo, prohíben la presencia de asentamientos humanos para garantizar la conservación, lo que agrega ya no solo el conflicto por el uso de los recursos, sino conflictos sociales como desplazamiento forzado (Schmidt-Soltau, 2009); Negación de derechos territoriales ancestrales (Brondo y Bown, 2011); Restricciones en el uso de recursos por las comunidades y empobrecimiento (Vedeld et al., 2012), entre otros.

Dicho lo anterior, es importante resaltar que la agricultura en el país se ha caracterizado por un abandono constante por parte del Estado (Ramírez, 2012) a todas las situaciones del campo y por los conflictos sociales y armados vividos en la historia del país, donde las mayores repercusiones han sido en las zonas rurales. El conflicto por la tierra, la inserción económica en una aldea global, los tratados de libre comercio y la eliminación de aranceles para la importación de productos agrícolas básicos, han generado no sólo que las condiciones del campo sean cada vez más precarias sino que han puesto en peligro la soberanía alimentaria, y han provocado que los campesinos que deciden permanecer en sus tierras implementen sistemas de cultivo cada vez más contaminantes y amplíen la frontera agrícola hacia zonas de conservación para poder competir con las economías internacionales.

“Currie sabía que llegaría el momento en que la alta productividad agrícola y pecuaria de Estados Unidos y de Europa enfrentaría a nuestras economías campesinas, de modo que el resultado de la globalización era previsible. El campesinado ya no enfrenta sólo ni principalmente a la “vía terrateniente”, sino especialmente al capital transnacional y su modelo de globalización, que necesita “limpiar” el territorio de gente ineficiente o sobrante y lo está tratando de hacer mediante la guerra. Pareciera que ahora si llegó la hora del rompimiento con la economía campesina. La apertura económica, la nueva violencia con la gran masa de desplazados, así parecen enunciarlo. No solo hay desplazados porque hay guerra, sino especialmente hay guerra para que haya desplazados” (Mondragón, 2002).

Al ser un país esencialmente rural, es necesaria la búsqueda de soluciones que permitan abordar el conflicto entre la conservación del agua (incluyendo zonas que se encuentran áreas naturales protegidas u otras figuras de conservación) y la agricultura, por medio de estrategias innovadoras e interdisciplinarias (Cisneros and Mcbreen, 2010), que identifiquen a las comunidades rurales como agentes transformadores del cambio y parte integral del paisaje y no como solamente culpables del deterioro ambiental, pues sería desconocer su contexto social, político e histórico (Peluso y Watts, 2001).

“...entender a los campesinos y campesinas como sujetos que desempeñan sus actividades en realidades ecosistémicas particulares y de los sistemas productivos que ellos manejan como relaciones sociales, económicas y políticas específicas. El objeto y el ámbito de las políticas son los productores agrarios campesinos en su relación con los demás actores del desarrollo rural, articulados a sus contextos ecosistémicos para la producción agropecuaria a través de procesos productivos ecológicamente viables, económicamente posibles y socialmente aceptables” (Ramírez, 2012).

El conflicto entonces que se vive actualmente en las zonas rurales de Colombia, han acrecentado la problemática sobre el recurso hídrico y la prioridad para abastecimiento humano, pues no se tienen las herramientas necesarias (apoyo del Estado, asistencia técnica adecuada, entre otros) para manejar los cultivos de manera ambientalmente apropiada (disminuyendo la contaminación del agua), pero que también permita generar ingresos y mantener la seguridad alimentaria.

Es el objetivo de la presente investigación, desarrollar estrategias para armonizar la agricultura con el objetivo de conservación del recurso hídrico para abastecimiento humano en la cuenca media del río Otún. Se analizará, como caso particular, el cultivo de cebolla, que ha sido identificado en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Otún y otros estudios (Guzmán y Palacio, 2010) como uno de los cultivos generadores de contaminación del agua, por lo que se han tomado acciones para manejar dicha problemática, pero no se tiene un análisis científico de cuánta es la contaminación que se genera

y poder así determinar el impacto. Todo esto teniendo en cuenta que la bocatoma que abastece cerca de 700 mil personas, está aguas abajo de dichos sistemas de cultivo (ver Figura 1), genera una importante área de estudio en el territorio.

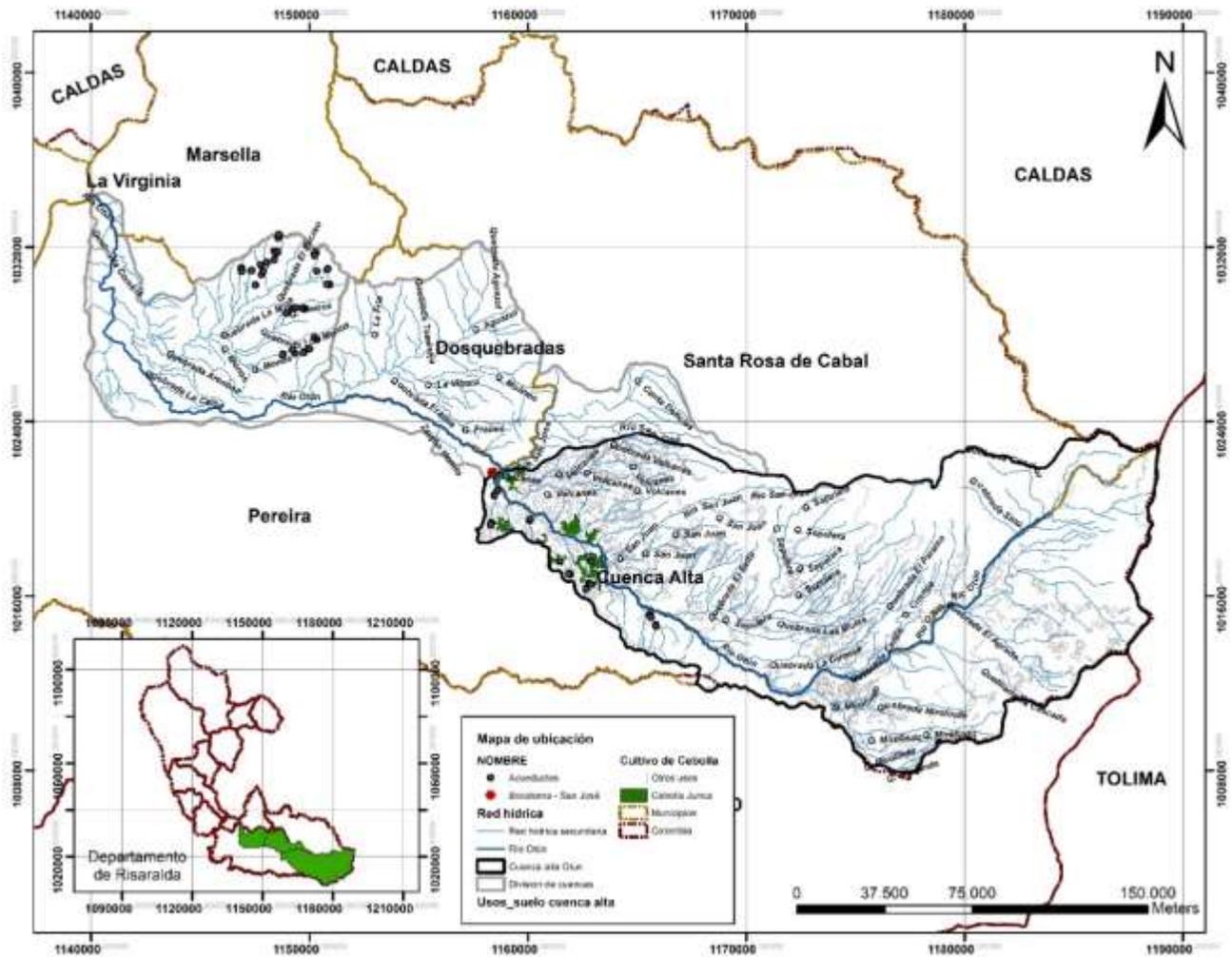


Figura 1. Ubicación de cultivos de cebolla y bocatoma en la cuenca alta del Río Otún

Actualmente, en el POMCA, se establece un área denominada crítica (que incluye la zona de estudio) categorizada así por tres factores fundamentales: por el uso del agua, conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos, conflictos por los usos del suelo por sobreutilización (especialmente cultivos y ganadería), por lo que se establece como una zona muy prioritaria (27% de la cuenca alta) para la implementación de estrategias de manejo de carácter urgente (CARDER, 2018).

Para el actual estudio y teniendo en cuenta que existen diversidad de usos del suelo que generan conflictos en la cuenca, se eligió el sistema agrícola de la cebolla en la cuenca, por representar conflictos sociales, por el uso del agua y por sobreutilización del suelo y además ser un cultivo relevante, pues lleva alrededor de 50 años, estableciéndose como un renglón importante en la economía de la región, llegando a ser el tercer productor de cebolla del país con cerca de 50 mil toneladas al año (ICA, 2018). Se han vivido diferentes conflictos sociales alrededor de este sistema de cultivo, pero en el presente estudio se dará enfoque al uso del agua y la importancia que este recurso reviste como

abastecedor del 80% del departamento de Risaralda, aproximadamente 700 mil personas, recurso que según los actores de la cuenca, entre ellos, entes territoriales y sociedad civil, acusan de ser el uso más contaminante¹ por la aplicación de agroquímicos, pero donde nunca se ha cuantificado ni se ha establecido realmente qué tanto impacta dicha actividad en el agua y siempre se ha trabajado sobre supuestos.

Entes territoriales y empresas de servicios públicos han realizado una importante labor en tratar de preservar la calidad del recurso hídrico para abastecimiento humano en la cuenca del Río Otún, por medio de proyectos de reforestación de importantes zonas de protección, inversión en compra de predios, proyectos de conservación, así como la declaratoria de parques naturales y otras figuras de conservación en la cuenca a lo largo de los años, llegando a tener en la actualidad alrededor de 30 mil hectáreas de conservación, destacándose la cuenca alta.

Pese a los esfuerzos realizados la contaminación del agua continúa en la zona pues otra de las estrategias implementadas por la CARDER, ha sido la restricción de las actividades agrícolas y urbanas lo que ha desencadenado conflictos sociales como hacinamiento, la reiterada contaminación del agua y el mayor uso de agroquímicos en los cultivos para obtener mayores rendimientos en menos área (Valdés y Barragán, 2011).

Los conflictos generados en las zonas protegidas, el desplazamiento de comunidades y los contradictorios efectos sobre la conservación de la estructura ecológica, permitió que se repensara el modelo de parques en Colombia, pues lo que ha pasado en la cuenca, pasa en muchas otras zonas rurales del país; de esta forma la idea es que se incorporen nuevos elementos donde la solución de la problemática ambiental no repercuta en problemáticas sociales. Es así, como han realizado importantes esfuerzos para la generación de un modelo de gobernanza para la conservación de los ecosistemas donde las comunidades se empoderen política y ambientalmente con sus territorios y sean tenidas en cuenta en dichos procesos y no sufran los efectos colaterales de una conservación basada en la ecología profunda (ibid).

La participación, ha sido el eje fundamental en estos procesos de ordenamiento territorial, pero es necesario un mayor esfuerzo de los entes territoriales con las comunidades, donde se incorpore también la agricultura para la conservación, la soberanía alimentaria y el mejoramiento de la economía campesina, en zonas establecidas y delimitadas para dichos usos.

En la cuenca del río Otún, los procesos de incorporación de las comunidades han sido incipientes, por esto, la presente investigación pretende generar estrategias que permitan la armonización del uso del agua para abastecimiento humano y la agricultura, partiendo de que los conflictos del campo deben analizarse desde la coyuntura de la relación ecosistema-cultura y cómo los entes territoriales juegan un papel primordial en la protección de la naturaleza y el mantenimiento de la economía campesina que incluye también la seguridad y soberanía alimentarias. Todo esto, para dar un paso hacia un ordenamiento del territorio más sustentable y acorde con las realidades socioculturales.

¹ Se sabe que el cultivo de cebolla no es la única problemática relacionada con la disponibilidad de agua para abastecimiento humano y otros usos, pero en la presente investigación sólo se abordará el tema de la cebolla, para sentar las bases de los pasos a seguir en la identificación del conflicto.

Con el trabajo se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Tipificar las prácticas de manejo del sistema agrícola de la cebolla. (Con el fin de conocerlo a fondo, desde los ámbitos sociocultural, ambiental y hasta político y poder reagrupar los diferentes agroecosistemas y que el proceso de manejo y generación de estrategias esté más acorde a las realidades individuales de los campesinos).
- Identificar procesos de contaminación en el agua, ocasionados por el desarrollo del sistema agrícola de la cebolla. (Esto principalmente, ligado al uso de pesticidas y al impacto que los mismos tienen sobre el agua que aguas abajo es captada para su distribución para consumo humano).
- Definir procesos de prevención y mitigación de la contaminación en los sistemas agrícolas de cebolla y la manera de aplicarlos en la zona. (Las estrategias se han planteado acordes a la tipificación y a estrategias sugeridas por expertos para la zona).

En el desarrollo del trabajo, se presenta el enfoque teórico que inicia con las relaciones ecosistema-cultura y cómo la forma de apropiación y la construcción social del territorio se convierte en una relación de supervivencia y/o explotación de la estructura ecológica. Se presenta el tema de los recursos asociados al recurso hídrico y se delimita la unidad de análisis del trabajo: los sistemas agrícolas. En este capítulo, se presentan algunas experiencias de armonización logradas en diferentes pueblos del mundo, donde la agricultura ha sido pilar fundamental en la conservación de territorios caracterizados por proteger importantes recursos como el agua, la biodiversidad, el suelo, la flora y fauna y en general los ecosistemas, y donde la población ha sido, quien de manera muy empoderada, han luchado por mantener estos territorios ancestrales, protegidos de la devastación de la economía capitalista. La metodología detallada de cada uno de los objetivos propuestos, se presenta también en este capítulo.

Se presentan los resultados del trabajo de campo realizado entre junio de 2016 y agosto de 2017 donde a partir de entrevistas realizadas a 22 dueños o administradores de los sistemas agrícolas de la zona donde se cultiva cebolla, se identificaron a profundidad, aspectos relacionados con la economía familiar, las características sociales de la población, prácticas agrícolas implementadas y prácticas para la conservación del suelo y el agua en cada parcela. Se identificaron cuatro tipos de prácticas agrícolas, agrupados, según sus prácticas agrícolas, certificaciones, número de químicos aplicados en el cultivo y la toxicidad de los mismos. De los grupos resultantes, el grupo 3 resultó ser un referente a la hora de planificar las estrategias, pues utilizando pesticidas de bajas categorías toxicológicas, presentan buenas productividades.

Es importante resaltar que se identificó un número significativo de pesticidas utilizados en el cultivo pues, éste es susceptible de padecer y ser atacado por alrededor de 50 plagas y enfermedades. Se encontraron alrededor de 70 productos diferentes y 34 grupos químicos, con categorías toxicológicas desde VI ligeramente tóxicos, hasta I extremadamente tóxicos. Durante los muestreos realizados a agua, suelo y tejido vegetal de la cebolla, se encontraron pesticidas retirados del mercado desde hace más de 40 años y de uso prohibido su por sus efectos en la salud humana y el ambiente (organoclorados como el Endrín).

Simultáneo a las encuestas, se instalaron cuatro parcelas de escorrentía en sistemas agrícolas diferentes representativos de toda la cuenca para determinar la pérdida de suelo en toneladas por hectárea para determinar la pérdida tanto por labores antrópicas del cultivo como por erosión causada por la lluvia.

Con estos datos y con la información recogida en las encuestas se corrió el software libre PIRI (Pesticide Impact Rating Index) en el que se determinó el impacto por movilidad, toxicidad de los pesticidas para trucha arco iris y Daphnia, y para algunos pesticidas la toxicidad en la salud humana según la USEPA (United States Environmental Protection Agency) en cada parcela instalada, encontrando que alrededor de 10 ingredientes activos que se utilizan presentan entre alto, muy alto y exageradamente alto impacto por movilidad al agua superficial y más de 10 ingredientes activos presentan entre alto, muy alto y exageradamente alto impacto por toxicidad a trucha arco iris y Daphnia y 3 ingredientes activos con exageradamente alta toxicidad para los límites de la USEPA para la salud humana.

De esta forma se determinó que el cultivo de cebolla, efectivamente ejerce una presión por contaminación del agua y la gravedad que reviste no sólo para el recurso hídrico sino también para la salud humana. Las estrategias generadas se recopilaron de la información obtenida en el proceso de tipificación donde se pudieron identificar sistemas agrícolas que, teniendo buenos rendimientos en la producción, no aplican pesticidas tan contaminantes e impactantes para el recurso hídrico. A partir de experiencias reportadas en la bibliografía, también se determinaron estrategias que, de una forma más interdisciplinaria, aportan a la solución de los conflictos generados por el uso del agua. Así desde la GIRH se retomaron diferentes directrices para realizar recomendaciones de política local agraria, retomando experiencias presentadas donde por medio del apoyo institucional y las garantías del Estado, los agricultores tienen garantizada la compra de sus productos y el mantenimiento del precio, las garantías mínimas sociales para vivir dignamente y el acompañamiento técnico para el manejo sustentable de los cultivos.

Los aportes de los expertos, y el diálogo con agricultores permitió el establecimiento de estrategias acordes a la realidad campesina y la conservación del agua, encaminadas de una forma más técnica para el desarrollo del cultivo, tales como barreras vivas en las pendientes para evitar la pérdida de suelo, el reemplazo de insumos y agroquímicos por otros menos contaminantes y más acordes con el cultivo, la dosificación de los productos, las distancias de siembra y los policultivos, entre otras.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales del trabajo y la integración del conocimiento adquirido durante la investigación, como una reflexión del quehacer de las ciencias ambientales en la resolución de conflictos que, vistos desde una forma integral e interdisciplinaria, armonizan la relación ecosistema-cultura, y brinda los primeros pasos para el establecimiento de un ordenamiento del territorio acorde con las realidades locales, pero preparado para las exigencias de vivir en una aldea global.

1. MARCO TEÓRICO

Introducción

Del acelerado proceso vivido durante la revolución industrial y las consiguientes crisis sociales vividas a finales del siglo XX y comienzos del XXI, la incansable búsqueda de la sostenibilidad ha traído consigo numerosos intentos por lograr una relación armoniosa de las actividades económicas con los flujos naturales, visto como una solidaridad transgeneracional y un compromiso con las generaciones futuras (Leff, 2000).

La relación ecosistema-cultura², se ha convertido (en el marco de las ciencias ambientales), en el paso inicial para comprender los conflictos suscitados y la complejidad de dicha interrelación que finalmente converge en una construcción social e histórica a la que se ha denominado territorio³. Citando a Augusto Ángel Maya (1996):

Para entender el problema ambiental hay que comprender tanto el ecosistema como los modelos culturales construidos sobre la transformación de la naturaleza. El modelo de interpretación ambiental tiene que ser, por tanto, necesariamente interdisciplinario. La interdisciplina no es un simple lujo académico o una afición pasajera. Es el instrumento teórico que requiere la construcción de una sociedad ambiental.

Es necesario ver el territorio ya no como un espacio físico sino como uno que trasciende y se convierte en el punto de confluencia de comunidades y/o de personas, que de acuerdo a su relación con el entorno y sus técnicas de adaptación al mismo, van forjando rasgos, símbolos y en sí su cultura⁴. El territorio así construido se convierte en el principal nexo comunitario en el espacio llamado cuenca hidrográfica, municipio, vereda, etc.

Diferentes territorios se han creado alrededor de las prácticas agrícolas (Muchnik, 2004), siendo estas, el proceso más importante de transformación de la naturaleza y de adaptación cultural realizado por el hombre a su entorno (León, 2007). De allí, se han identificado una gama de interacciones cultural-ecosistémicas donde se combinan asentamientos humanos, usos del suelo, economía, política, organización comunitaria, entre otros (Ellis y Ramankuti, 2008) y donde se establecen relaciones complejas y dinámicas (Ronald, et al., 2004).

La agricultura constituye así la más compleja interrelación ecosistema-cultura, donde para abordar conflictos relacionados con este tema, es necesario conocer el ecosistema, los valores simbólicos y tecnológicos, la economía, la organización social, la historia, la normatividad y en general toda la práctica que hay alrededor de cualquier sistema de producción (León, 2007).

El ecosistema le brinda al cultivo los recursos necesarios para su adecuado desarrollo y determina, asimismo, el uso de insumos externos, necesidades de riego y organización espacial de los arreglos, pero a su vez le sirve como depósito de los desechos del mismo. De igual forma, los valores simbólicos,

² Según Augusto Ángel Maya 1996

³Santos, 2000. Determina que el territorio es una construcción social e histórica que obedece a una dinámica social específica.

⁴ entendida ésta como una emergencia evolutiva en el proceso de adaptación (León, 2007)

la historia, la organización social y en sí la cultura que ha emergido de la relación y la construcción del territorio, determina, según las tradiciones y los saberes adquiridos con el paso del tiempo, la forma en que se debe realizar el manejo y uso de ciertas prácticas agrícolas como asociaciones del cultivo con otras plantas, manejo de plagas y enfermedades, disposición de residuos, manejo familiar del sistema de cultivo y formas de producción y cosecha. La organización social y la participación comunitaria, definen formas de almacenamiento, poscosecha, transporte y distribución.

Por su parte, la normatividad, ha jugado un papel importante en definir la estructura agraria, primero por estar inmersa en un modelo de desarrollo que ya tiene marcados algunos lineamientos de producción, y localmente porque es quien establece, límites y directrices para encaminar no sólo formas de producción sino también uso de recursos principalmente suelo y agua (Ellis y Ramankuti, 2008).

Muchos elementos hacen parte así de la agricultura no sólo como una práctica económica sino como un sistema cultural y forma de vida, por lo que cualquier estudio debe basarse en el conocimiento integrado de cada uno de dichos elementos, si se quiere tener una comprensión real de porqué se dan ciertas formas de relación con la naturaleza, y cómo se pueden manejar (Yunlog y Smith, 1994).

En el presente capítulo, se mostrarán los elementos teóricos y estado del arte de los temas que hilan la investigación, indagando desde las relaciones ecosistema-cultura a lo largo del tiempo, hasta llegar a identificar casos de estudio donde se ha logrado la armonización de sociedades con su entorno natural.

1.1.Relaciones ecosistema-cultura

El hombre en su proceso de asentamiento y luego de superar la época de nomadismo inicia un proceso de conquista de territorios que le permitió evolucionar. A la par que iba dominando la estructura ecológica, generaba una importante ventaja sobre otras especies. Cabe resaltar que, a esta altura, el proceso de evolución estaba encaminado a una capacidad desarrollada de generar símbolos, formas de pensar y de actuar, es decir, una evolución cultural. La apropiación de la naturaleza y la construcción de asentamientos humanos tuvieron origen, inicialmente, a orillas de las fuentes hídricas, por lo que se crearon importantes culturas alrededor de estas.

Con el paso del tiempo, y al avanzar en las relaciones de poder sobre los ecosistemas, el hombre inicia un proceso de explotación de la estructura ecológica donde la deforestación es la protagonista de la dominación y conquista de la naturaleza. A partir, de la relación hombre-naturaleza, se vive un proceso de desarrollo denominado la *revolución industrial* que trae consigo un acelerado aumento del capital (en unas pocas manos) lo que a su vez genera importantes crisis sociales y ambientales por depredación de los recursos, conflictos por el uso y acceso a los mismos y desigualdad económica, los cuales empezaron a abordarse a partir de 1960 (León, 2007).

En 1962, con el libro de Rachel Carson *Primavera silenciosa* se empieza a hablar de manera directa de los efectos de la industria química sobre el medio ambiente, especialmente por la aplicación de pesticidas en los cultivos (González, et al., 2010). En 1972 dos grandes publicaciones, alertan la situación ambiental que vivía el planeta para esa década. Uno de ellos el publicado por Nicholas Georgescu Roegen titulado *Ley de la entropía y el proceso económico* donde de manera explícita se presentan los vínculos existentes entre el crecimiento económico y los límites ambientales (Carpintero, 2003). El segundo y el que más revolución causó, *Los límites del crecimiento*, realizaba un análisis de las tendencias de crecimiento de la población mundial, la industrialización, la contaminación

ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos lo que alertó y dio paso para que, en 1987, el discurso de la sostenibilidad tuviera forma a partir de la publicación del informe Brundtland.

Los conflictos generados por el impacto al medio ambiente, se convirtió en un tema de una gran relevancia para los académicos de la época; es así como durante los últimos cuarenta años, los conflictos ambientales han sido abordados desde diferentes disciplinas y enfoques poniendo en evidencia la multiplicidad de elementos y factores que convergen en el desarrollo de los mismos y que le otorgan la emergente complejidad para abordarlos y estudiarlos. Las problemáticas ambientales surgidas de la relación ecosistema-cultura y la concomitante transformación de los territorios ocupados, suscitaron formas encasilladas de evaluar dichas problemáticas, dejando de lado situaciones y actores que conformaban elementos explicativos e invisibilizando las luchas de los afectados por los trastornos del desarrollo (Martinez-Alier, 2012).

Analizar, comprender y comprender la relación ecosistema-cultura⁵, se ha convertido (en el marco de las ciencias ambientales), en el paso inicial para abordar los conflictos ambientales suscitados y en la complejidad que implica la mera construcción de territorios que hacen las personas de forma histórica y social de los lugares donde se asientan. El desafío entonces, lo han asumido importantes pensadores que han tratado de realizar aportes desde diferentes áreas, para de forma interdisciplinaria abordar los conflictos con teorías que van más allá del confort que busca el desarrollo sostenible y reivindicar los problemas de distribución ecológica que sufren las comunidades.

Como lo expresa Carrizosa (2000), se requieren “estrategias sociales generadoras de las condiciones de una sociedad sustentable, es decir, una en la que los procesos deseados políticamente tengan durabilidad en el contexto de un territorio que mantiene su integridad ecosistémica”. De esta idea expresada por Carrizosa, surge como estrategia principal la revalorización de lo local y el desarrollo endógeno, basados en la descentralización, el comunitarismo, la equidad social (Cajigas-Rotundo, 2003) y el surgimiento de relaciones y acciones que actualicen una racionalidad ambiental (Leff, 1998).

En esa reunión de diferentes disciplinas y estrategias surgidas en torno a la valoración de problemáticas ambientales, la antropología aporta al reconocimiento de los diferentes grupos humanos que coexisten en un territorio y se apropian de él, retomando elementos sociales, políticos, económicos y culturales. De allí surge el concepto o la afirmación de que el territorio es una construcción social y que la naturaleza está permeada por diferentes motivos humanos (Escobar, 1999).

Los pensadores latinoamericanos que aportan a la construcción del pensamiento ambiental, sustentan el hecho de que se deben repensar los procesos y redireccionar los estudios sobre medio ambiente hacia el campo de la política y la cultura. Escobar, Álvarez y Dagnino (2001), proponen que se piense la política desde dos perspectivas: “de la cultura a la política cultural” y “de la política cultural a la cultura política”. Superando, en primera medida, el concepto estático de cultura, rescatando los elementos de cohesión y gobernanza que configuran lo político, y retomando significados y creencias como segunda medida (Pérez, 2014) “*los significados son elementos constitutivos de procesos que implícita o explícitamente buscan dar nuevas definiciones de poder social*” (Escobar, et al., 2001).

⁵Según Augusto Ángel Maya (2003), pues el ecosistema representa todas las relaciones de la naturaleza y la cultura las del hombre.

Es así como al abordar las problemáticas ambientales de forma dinámica en las relaciones del entorno con su transformador (las personas), ha surgido el reconocimiento de los conflictos ambientales como procesos interactivos entre actores sociales movilizados por un interés y desacuerdo compartido en torno a una problemática ambiental o un recurso natural (Sapodini, ND). Como procesos dinámicos se desarrollan en un espacio temporal y territorial, donde la confluencia de más de un actor se da por un desacuerdo, oposición, controversia, disputa o protesta de actores.

Los conflictos ambientales, se han manifestado de diferentes formas, de acuerdo a las regiones del mundo. Existen lugares donde los conflictos territoriales se han presentado a lo largo de la historia, en relación principalmente a recursos compartidos, como es el caso de Medio Oriente y el conflicto presentado por el agua en cuencas compartidas (Baechler, 1998). En estos casos, la escasez física de los recursos puede desencadenar profundos conflictos por el acceso a los mismos, pero sin estar relacionados con un agente externo. En otros casos se da por las políticas impuestas y el mercado global en el que se está inmerso; para Crosby (1998), los conflictos se han dado por el choque de dos biotas, a decir, viejo y nuevo mundo, con el fenómeno colonialista, donde Europa intervino en el nuevo mundo y lo degradó a medida que saqueaba sus recursos.

Para el profesor Germán Palacio (2002) por el contrario, los conflictos no son choques antagónicos, sino más bien el resultado de las complejas interacciones de la naturaleza y la cultura, por lo cual los conflictos son necesarios, motores del cambio social y generados por incompatibilidades de intereses entre seres humanos, pues al ser las relaciones un proceso tan dinámico, específico y territorial, es imposible tener consenso total en el devenir de la vida.

Sabatini (1997), no duda en identificar que los conflictos del sur y en general de países en vía de desarrollo, son de carácter político-distributivos, donde el poder y las decisiones del Estado juegan un papel de suma importancia. Añade también que los conflictos son ocasionados por la crisis de gobernabilidad que sufren estos países y a la débil o nula presencia del Estado en términos de políticas ambientales. Concordando también con Hildebrando Vélez (2014), quien afirma que los conflictos ambientales vividos en el país desde hace décadas, se ha profundizado importantemente por el modelo extractivista y por la gobernabilidad de un país basada en estructuras tecnoburocráticas, lo cual ha fracasado como garantía de la calidad de vida de los habitantes y de los recursos naturales (Vélez, 2012).

El abordaje de los conflictos representa así, una línea de trabajo y un terreno complejo en el que se han desarrollado estrategias con el fin de aportar elementos metodológicos que permitan su acercamiento. Según Fontaine (2003) existen tres etapas necesarias para la formulación y comprensión del conflicto ambiental referidas a: análisis del conflicto conforme un modelo generalizable; la legitimidad como motor indispensable de los actores y finalmente ubicar los conflictos en un conflicto central de relaciones económicas, políticas y sociales que le den contexto, pues ya es conocida la complejidad de los conflictos.

De acuerdo a los diferentes autores citados en la discusión, es evidente la necesidad de traer a colación en el análisis de los conflictos ambientales, la historia y el origen de las problemáticas ambientales, resultados de la relación ecosistema-cultura, teniendo en cuenta en esta última, la confluencia de símbolos, valores, significados, formas económicas y políticas y los modos de apropiación y transformación de los territorios que dan dinamismo a dicha relación y que se convierten en el eje fundamental para la evaluación, identificación de rasgos y de cambios que los conflictos ambientales

generan. Al identificar todos estos elementos, la generación de estrategias ya no se va a dar de forma aislada beneficiando solamente un lado de la problemática, sino que de manera integral abordarán las realidades tanto ecosistémicas como culturales logrando la armonización de la conservación y la sustentabilidad económica de los territorios y sus comunidades.

1.2.Conflictos asociados al Recurso Hídrico

La “revolución verde” consistió en un conjunto de tecnologías integradas por componentes materiales incluyendo variedades de alto rendimiento, paquetes tecnológicos de fertilizantes y pesticidas, y las correspondientes técnicas de gestión, que permitieron gran aumento de los rendimientos e ingresos para muchos agricultores en países en desarrollo (FAO, 2017). Las misiones estadounidenses Rockefeller, Nebraska, Michigan y Kellogs impulsaron durante la década de 1950 en Colombia las bases de la “Revolución Verde” que tenía como propósito atender la crisis de alimentos que se vivía en aquel momento. Como resultado de la adopción de este modelo por parte de Colombia, se dio lugar a avances científicos asociados a la química agrícola causando la salida al mercado de diferentes productos para la fumigación y la fertilización sintética de los cultivos.

Los impactos negativos que han supuesto la intensificación y el cambio de prácticas agrícolas tradicionales (basadas en los supuestos de la revolución verde), han evidenciado una crisis ambiental que requiere re-evaluar y re-pensar las formas de proceder, para armonizar y/o equilibrar las actividades de las comunidades con los flujos naturales de los ecosistemas (Leff, 2000).

El recurso hídrico se encuentra en el centro de la mayoría de los conflictos por el uso de los recursos naturales. Son el resultado de los múltiples usos y demandas de agua sobre fuentes de agua limitadas, ya sea por el aumento de la población, la densidad poblacional (que caracteriza zonas como la Andina en Colombia) o simplemente porque son fuentes hídricas estacionales. Debido a dichas limitaciones, no es posible satisfacer de forma simultánea todos los usos que se presentan, lo que se materializa en relaciones antagónicas en torno a la cantidad, calidad y oportunidad de agua disponible para los diferentes actores, a esto se le denomina, conflicto por el uso del agua (CEPAL, 2015).

Los conflictos, involucran procesos que se desarrollan a lo largo del tiempo; evolucionan, fluctúan y no se limitan a eventos aislados por lo que su análisis debe ser integral y dinámico, para evitar miradas estáticas y descontextualizadas en cuanto a condiciones externas como económicas, demográficas, tecnológicas, entre otras. Si bien el agua tiene un lugar preponderante en la el núcleo de las disputas, se presentan diferentes connotaciones culturales, históricas, territoriales, sociales y distributivas clave para la comprensión y abordaje de los conflictos (ibid).

Se desarrollan así los conflictos, cuando los diferentes actores sociales o usuarios del agua, no tienen una aperccepción del sistema hidrológico completo sino únicamente de la porción de la que se abastecen, así como una interpretación parcial del entorno comunitario en el que se desenvuelven. Otros simplemente, tienen prioridades diferentes en las que lo económico es primero, antes que, las relaciones sociales o la justicia y equidad en el acceso a los recursos (Solanes y Jouralev, 2005).

Algunas características importantes de los conflictos asociados al agua, se describen a continuación:

- La movilidad inherente al ciclo hidrológico que no atiende a límites administrativos o políticos, lo que dificulta la identificación sobre los “derechos” sobre el agua (Cole y Ostrom, 2010).

- Diversidad de usos del agua, en especial usos consuntivos que generan rivalidad en el aprovechamiento del recurso. Actualmente, en Colombia el uso agrícola representa la principal demanda (aproximadamente el 47% de la demanda total), seguido del sector productor de energía (21%), pecuario (8%) y doméstico (8%)⁶.
- La interdependencia general de los usuarios, pues al ser un recurso unidireccional los usos o usuarios situados aguas abajo, dependen de manera crítica de la cantidad, calidad, caudales de retorno o pérdidas de los usuarios o usos localizados aguas arriba (Dourojeanni et al., 2002). Los usuarios de arriba condicionan la situación de los de abajo, pero no viceversa, creándose así un desequilibrio de fuerzas, lo que requiere una intervención del Estado (CEPAL, 1992), quizá a través del ordenamiento territorial o la zonificación que se realiza producto de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. En este contexto, es imprescindible involucrar a las comunidades y que participen en la gestión del recurso, pues se convierten en aliados y no se complejiza más el conflicto (Delgado et al., 2017).

El tema de calidad del agua, es un importante foco de los conflictos por uso de agua, toda vez que su degradación puede generar, entre otros, perjuicios productivos, económicos, ambientales y sanitarios a diferentes usuarios, dándose una colisión entre el derecho extractivo sobre el agua y el permiso de vertimientos en el mismo cuerpo y se convierte a su vez en un problema estructural (CEPAL, 2015).

Una de las ventajas que se puede tener al abordar un conflicto, es que el contexto físico del mismo, tenga lugar en una sola jurisdicción, pues tener competencias entre entes territoriales complejizarían más el tema, como ocurre con algunos conflictos transfronterizos que involucran hasta niveles de países (Schatz, 2010).

1.3.Ordenamiento territorial

La ordenación racional de los recursos, fue una de las principales premisas de la conferencia sobre Ambiente y Desarrollo Humano realizada en Estocolmo en 1972, a fin de mejorar las condiciones ambientales, adoptando un enfoque integrado y coordinado en la planificación de su desarrollo, que asegurara el beneficio de la población (Marulanda, 2000). Sin embargo, y después de muchos intentos a nivel mundial por realizar un adecuado proceso de planificación, la satisfacción de las demandas tanto sociales como ambientales resulta ser una tarea compleja y la crisis no se deja esperar a escalas globales y locales (Gutman, 2000).

En Colombia, no existe aún un concepto claro y preciso de ordenamiento territorial y se presentan ambigüedades en sus definiciones, por lo que quizá existen conflictos relacionados con la ocupación del territorio y no se ha asumido, como lo argumenta Borja (2000), como un concepto polisémico, llegando a entenderse e interpretarse desde enfoques geográficos, económicos, urbanos, político-administrativos, ambientales y culturales.

Entre los años 50 y 70 se empiezan a dar las primeras aproximaciones de ordenamiento territorial incorporando la variable ambiental con enfoques político-administrativos, económicos e institucionales, encaminadas a una autonomía de las regiones por medio de la conservación y aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales. Y es con los desarrollos jurídicos como el

⁶ <http://www.siac.gov.co/demandaagua>

Decreto 2811 de 1974, la Ley 9 de 1989, la Constitución Nacional de 1991, y la Ley 388 de 1997, mediante los cuales se llamó la atención sobre aspectos ambientales, urbanos y políticos administrativos del ordenamiento territorial, y la planificación de los usos del suelo (Carrión, 2008)

La incorporación de elementos culturales y de estructura ecológica, demuestran significativos avances en la definición del ordenamiento, sin embargo, se sigue cayendo en una preocupante limitación y es la planificación vista dentro de los límites político-administrativos inventados por el hombre, lo que van en contra de los conceptos de territorio. Se habla entonces de la necesidad de reestructurar la visión e integrar factores que permitan una lectura real del territorio. Es así como la cuenca hidrográfica se convierte en una unidad de planificación.

Para Dourojeanni (2002) la cuenca hidrográfica, “Es la unidad de planificación ambiental por excelencia”, y el desarrollo territorial desde la perspectiva de la cuenca hidrográfica, es una de las aproximaciones metodológicas, conceptuales, estratégicas e instrumentales, que posibilitarían la planificación y gestión del desarrollo territorial desde una perspectiva compleja, garantizando la inclusión transversal de la dimensión ambiental como proceso de desarrollo integral eliminar las barreras imaginarias construidas por el hombre y empezar así a planificar las características compartidas a diferentes niveles o por diferentes entes territoriales (Gómez y Rave, 2009).

La planificación del territorio desde la perspectiva de las cuencas hidrográficas, surgió como una estrategia en la que se incorporaban distintos niveles geográficos, que pretendían ir más allá de los simples límites administrativos (Cubillos, ND).

El reconocimiento de la cuenca como unidad de planificación, se logra en el Plan de Desarrollo “Hacia un Estado Comunitario” (2002-2006) y se destina como la unidad para la gestión ambiental “que permite concretar las metas de conservación de los recursos naturales renovables que se persigan, acompañando los procesos del desarrollo nacional, desde las dimensiones espaciales, local (la microcuenca); regional (la cuenca) y nacional (la zona hidrográfica). Lo anterior se deduce de las relaciones que se derivan del Plan de Desarrollo entre el área natural (cuenca hidrográfica) y el sistema de abastecimiento de agua a la población” (CARDER, 2008).

Con el decreto 1729 de 2002 derogado por el actual 1640 de 2012 se precisa la finalidad, los principios y las directrices de la ordenación, la competencia de su declaración, el contenido, los instrumentos para su ejecución y administración, las restricciones que implican su aprobación y su articulación con otros ordenamientos, entre ellos los Planes de Ordenamiento Territorial (Ley 388/97. La jerarquía estaba establecida y los determinantes ambientales generados, en un proceso de ordenación de cuenca se están por encima de los planes y/o esquemas de ordenamiento territorial.

En la cuenca del río Otún, se actualizó en 2017 el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Otún, en el que se estableció la zonificación ambiental para la cuenca y el componente programático a través de líneas estratégicas. Se plantea que la zona de estudio de la presente investigación, pertenece a la zona alta, considerada *“la zona de conservación de la Cuenca, principalmente por las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas que se encuentran allí, la oferta de servicios ecosistémicos y la poca densidad poblacional en el sector, pero eso también ha ocasionado una presión importante principalmente por el recurso hídrico ya que esta provee las ciudades de la Cuenca y por las acciones desarrolladas en este sector se presentan conflictos de uso importantes que hay que entrar a manejarlos (...) se deben implementar medidas para garantizar acciones que impidan el deterioro ambiental”*

Es por esto que las acciones en la cuenca referidas a la frontera agrícola están restringidas pues es necesario proteger el recurso hídrico por la importancia que reviste. Sin embargo, son muchas las presiones actuales sobre la cuenca alta, lo que ha generado que se haga una mayor presión sobre los agricultores ya establecidos en la zona, que se encuentran, principalmente en la zona baja de la cuenca alta. Como uno de sus principios, integra la participación y la inclusión social y una de sus líneas es “La Participación social como estrategia de desarrollo local y gestión ambiental”.

En esta parte del POMCA, se tuvieron en cuenta las observaciones de los diferentes actores sociales, donde puntualmente se enfatizó en que: la parte baja de la cuenca alta, *“es una zona de actividades humanas altamente impactantes como por ejemplo el cultivo de cebolla en La Florida (alto requerimiento de insumos químicos, alta labranza del suelo) el cultivo de plátano y banano en La Bananera, y los pastos en todas las áreas desde la vereda La Suiza. Las actividades agrícolas desarrolladas en la cuenca se consideran como un factor de contaminación de recurso hídrico no puntual, es decir por escurrimiento (...) basado en presencia de los plaguicidas organofosforados aplicados en los cultivos de cebolla.*

En síntesis del POMCA se tiene que pocos estudios permiten la estimación de la afectación de la calidad del recurso hídrico por escurrimiento de actividades agropecuarias, y que se debe incluir programas y proyectos que aporten este conocimiento.

1.4.Sistema Agrícola

Uno de los principales desafíos que enfrentan las ciencias ambientales, es la comprensión y comprensión de las interacciones entre los sistemas culturales y ecosistémicos, desde la interpretación del territorio como una construcción social e histórica (Santos, 2000 retomado por Latour, 2007) donde se deben tener en cuenta los elementos históricos, culturales, sociales y económicos (Gómez y Hadad, ND), y los elementos de sabiduría de la vida cotidiana (Van der Plog, 2011).

Según la FAO y el Banco Mundial (2001) un sistema agrícola es aquel que está integrado por una red de subsistemas que incluyen factores ecológicos, climáticos, geológicos, hídricos que, al interactuar, afectan al sistema general y lo modifican; a la vez, dichos elementos se relacionan con los sistemas humanos que introducen el tema cultural, empírico, espiritual, religioso, político-administrativo, económico, tecnológico y de planificación, que finalmente tienen un objetivo: producción, comercialización y distribución de los productos obtenidos del sistema agrícola, para el sostenimiento económico y/o el autoconsumo. El reconocimiento de los elementos, provee las herramientas necesarias para el impulso de la región, ya que, las dinámicas de cada territorio son propias y se determinan según el enfoque del mismo. Incluye:

- los recursos naturales, como los diferentes tipos de tierras, una variedad de recursos hídricos y el acceso a la propiedad comunal;
- el clima y la biodiversidad;
- el capital humano;
- el capital social; y
- el capital financiero.

Se describen a continuación y más detalladamente algunos elementos:

1. Parcelas: Los sistemas agrícolas pueden estar limitados a una pequeña parcela (propia o alquilada) o dimensionarse en extensiones que abarcan una o varias regiones, de allí que se pueda analizar el impacto que genera sobre la economía de las personas que forman parte del territorio comprometido (Altieri 1991).
2. Estructura ecológica: Incluye variables como clima, tipos de suelo y fuentes de agua, éstos generan impactos económicos de acuerdo a la accesibilidad y el estado de los mismos, a su vez, son afectados por el desarrollo de las actividades agrícolas una vez son involucrados.
3. Gobernabilidad y Gobernanza: En términos de Gobernabilidad, los programas y políticas del gobierno generan afectaciones directas sobre el sistema agrícola, esto dependiendo del territorio mismo, una vez se prohíbe o reglamenta alguna de las actividades relacionadas con producción, comercialización, uso de agroquímicos, cosecha, entre otras, se generan ventajas o desventajas competitivas en el sistema. La Gobernanza, como mecanismo de incidencia política por parte de la sociedad hacia el Estado (Mendoza et al., 2015) tiene gran influencia en el sistema productivo y en el mantenimiento de la estructura ecológica, pues de ésta depende que los campesinos se apropien de sus territorios y participen de manera activa en la toma de decisiones. “La agricultura requiere un sistema de gobernanza mundial que promueva la seguridad alimentaria en los regímenes y políticas comerciales, y que reexamine las políticas agrícolas para promover los mercados agrícolas locales y regionales”⁷.
4. Cultura y conocimiento tradicional: Las relaciones socio-culturales son determinantes en los sistemas agrícolas pues influyen en aspectos como costos de producción del cultivo, los tiempos de siembra y cosecha y la densidad de la misma; las creencias de cada campesino y las concepciones que tiene sobre elementos como agua, vegetación, clima y suelo afectan las variables bajo las cuales se realizarán dichos aspectos. También se enmarca en la relación que el campesino o la familia mantiene con el ecosistema circundante entendiendo que, en la medida en que se preservan y mantienen áreas de interés ecosistémico, el campesino podrá obtener servicios del mismo, reflejados en agua, calidad del subsuelo, materia orgánica, medicina, combustible, materiales de construcción como madera y arcillas y alimentos, lo cual afianza la relación del sistema agrícola con los elementos que de él hacen parte (Altieri, 1991). Según Guzman et al., (2000) el conocimiento tradicional capaz de encarar la crisis ecológica y social del campo que se vive actualmente, pues el conocimiento local se centra en el uso múltiple de la diversidad y evoluciona hacia nuevos conocimientos locales a través de una selección natural y humana. El *corpus* es la suma y el repertorio de símbolos, conceptos y percepciones de lo que se considera el sistema cognoscitivo campesino. Este conocimiento se transmite a través del lenguaje y las generaciones pues es la expresión de la sabiduría personal y/o comunitaria, síntesis histórica y cultural que existe en la mente de los campesinos (Ocampo y Escobedo, 2006) y que debe ser transmitida para mantenerla viva.
5. Agronegocios: Incluye toda gama de empresas de escala menor o mayor que surten los productos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema (agroquímicos y demás), y las que se encargan del procesamiento y distribución según sea el caso, del producido del cultivo (FAO, 2001).

⁷FAO, fecha de consulta 2019.

6. Experiencia técnica y profesional: Se refiere al grupo de personas con capacidad técnica-profesional que se ocupa de labores en lo relacionado a las finanzas, acuerdos políticos y cumplimiento de normativas, asesores de cultivo etc., que garantizan la armonía en el desarrollo de las funciones diarias del sistema agrícola (FAO, 2001).
7. Sector sin fines de lucro y comunitario: Se incluyen las organizaciones que mediante investigación continua aportan a la transferencia de conocimiento, las asociaciones sin fines de lucro son vitales en el apoyo al campesinado, ya que, ayudan en la formulación de proyectos de tipo organizativo y de promoción para las comunidades agrícolas, las juntas de acción comunal, grupos religiosos y mercados campesinos también se incluyen.

La búsqueda de alternativas para la producción agrícola donde se reemplacen los insumos químicos o se disminuya el uso de los mismos, ha sido tema principal en las agendas no solo de agricultores sino de investigadores y tomadores de decisión que ven la necesidad inmediata de minimizar el impacto negativo al ambiente y la salud humana sin poner en peligro los ingresos de los campesinos (Foley et al., 2005). Lo anterior, ha dado pie para diferentes denominaciones de sistemas de cultivos entre los que se incluyen, agricultura ecológica, sostenible, ambientalmente apropiada, orgánica, entre otros. En la presente investigación, se tendrá en cuenta la clasificación establecida por Therond et al., (2017), que presenta tres (3) sistemas:

- Sistemas agrícolas basados en insumos químicos

Se refiere a secuencias de cultivos muy simplificados con procesos estandarizados y el uso sistemático de insumos químicos que incluyen fertilizantes y pesticidas (Therond et al., 2017). En este grupo, es posible diferenciar algunos sistemas que utilizan mayor cantidad de fertilizantes, porque se tiene la creencia de que mejora los rendimientos, caso que se da principalmente en contextos de países en vía de desarrollo, donde la baja escolaridad y asistencia técnica, limitan los conocimientos (Jimenez, 2015). Y por otro lado, están los grandes sistemas que buscan optimizar insumos, calculando de manera más precisa los requerimientos de las plantas, lo que contribuye así al menor uso de insumos y asimismo menor contaminación. Estos sistemas incorporan elementos tecnológicos y modernos que permiten evaluar con precisión los elementos externos provenientes de los servicios ecosistémicos del contexto en el que se encuentran, y además dosificar de manera exacta otros elementos, denominándolo agricultura de precisión. También incluyen especies de semillas más resistentes a plagas, enfermedades y el clima que no se vean afectados con facilidad por elementos externos (Therond et al., 2017).

- Sistemas agrícolas basados en insumos biológicos

Luego de que la contaminación ocasionada por los pesticidas de síntesis química y el uso intensivo de fertilizantes se hiciera evidente no sólo a nivel social sino también que se convirtiera en temas de agendas y acuerdos internacionales, por sus impactos en agua, suelo, aporte en emisiones atmosféricas e impactos en la salud humana (Sanjuán, 2010), surgió la necesidad de reemplazar dichos insumos con unos más “amigables con el ambiente” (Therond et al., 2017), lo que conllevó a nuevas exigencias de los mercados internacionales y el desarrollo de nuevas investigaciones en el campo agrícola. Surge así el uso del control biológico como camino hacia el desarrollo sostenible (Rivera-Méndez, 2015).

El control biológico consiste así, en el uso de microorganismos como agente patogénico o controlador, es decir, control microbiológico. Según el tipo de objetivo hacia el que van dirigidos, se clasifican en bioinsecticidas, biofungicidas, biobactericidas y bionematicidas. También existen bioestimulantes del suelo y bioinoculantes. Este tipo de sistemas siguen manteniendo una estructura simplificada, es decir, poca secuencia de cultivos o monocultivo, que al igual que el sistema anterior, depende de insumos externos y se utilizan las tecnologías para buscar la eficiencia en el uso de recursos. Se basan en la modernización de los sistemas agrícolas con base en la sustitución de insumos, ya sea de todo el sistema (sustitución pura) o adaptaciones parciales (Park et al., 2012). La importancia de estas nuevas tecnologías radica en que podrían permitir el desarrollo de servicios ecosistémicos de entrada a corto, mediano o largo plazo (Therond et al., 2017), disminuir las cargas contaminantes a los recursos naturales y el impacto a la salud de agricultores (Naranjo et al., 2015).

- Sistemas agrícolas basados en la biodiversidad

A diferencia de los anteriores, estos sistemas no requieren una gran cantidad de insumos externos (sin embargo se utilizan algunas veces, con moderación, para aumentar los niveles de productividad) y se desarrollan en ellos diferentes servicios ecosistémicos, lo que implica una mayor complejidad en los secuencia de cultivos, una adecuada cobertura del suelo mientras se minimizan las perturbaciones mecánicas y químicas de los procesos biológicos beneficiosos (Therond et al., 2017) Se realiza un control natural con la menor intervención humana posible. Los arreglos de los cultivos, incluyen cultivos intercalados, cultivos alelopáticos, barreras biológicas, entre otros. Se distinguen dos estrategias complementarias: (i) Efectos de abajo hacia arriba, donde se desarrollen efectos directos de sobre patógenos, plagas animales y malezas mediante, por ejemplo, trampas, barreras y efectos de dilución de recursos y ruptura de ciclos de plagas. (ii) Control biológico de malezas y plagas animales por medio del desarrollo de efectos de la biodiversidad planificada y los hábitats no agrícolas en la biodiversidad asociada que ocurre naturalmente (Altieri 1991).

Theron et al., (2017) cita a Biggs R et al. (2012), quien presenta tres (3) elementos clave para reforzar y aumentar la resistencia de los servicios ecosistémicos creados: redundancia de diversidad, conectividad y variables lentas. La redundancia implica que adicionar nuevas especies recae en un “efecto asegurado”. Agroecosistemas con grupos funcionales de alta diversidad de especies redundantes tienen capacidad de reorganización después de una perturbación ambiental (Tscharntke et al 2005). Se ayuda así a prevenir especies invasoras, incrementan la resiliencia y estabilidad e incrementa el funcionamiento del agroecosistema.

La conectividad entre entidades biofísicas determina la circulación de la materia (incluidos los organismos) y la energía y, por lo tanto, el rendimiento del sistema. Influye en la capacidad de las especies para dispersarse a otros hábitats y/o completar sus ciclos de vida (Tscharntke et al. 2005). El estado de las variables lentas (por ejemplo, materia orgánica del suelo, redes tróficas) influye en la dinámica de las variables rápidas asociadas (por ejemplo, ciclos de nutrientes y agua, regulaciones biológicas).

En estos sistemas, se debe tener en cuenta el sitio pues de acuerdo a las características del mismo se podrán proporcionar los niveles de servicios ecosistémicos, a esto se denomina “acción situada” (Crane et al. 2011 citado por Theron et al., 2017). Por ello se requiere una estrategia de gestión que se adapte al entorno del sitio y que permita diseñar el sistema lo más acorde posible disminuyendo al máximo la incertidumbre.

1.4.1. Generalidades del cultivo de cebolla

La cebolla de rama, como se llama comúnmente a la especie *Allium fistulosum*, es uno de los cultivos más importantes económicamente en todo el mundo con tres millones de hectáreas sembradas y una cosecha anual de 53 millones de toneladas (Gen et al., 2006, Velandia et al., 2012). Genera importantes ingresos en diferentes países, incluyendo a Colombia donde representa un renglón importante en la economía de algunas zonas rurales del país. Debido a su importancia, se ha optado por sembrar grandes monocultivos de cebolla, con rotaciones cortas y alta utilización de insumos externos (Larentzaki et al., 2007; Tien et al., 2013; Buckland et al., 2013) con el fin de mantener la producción y la satisfacción de la demanda.

El *Allium fistulosum*, es una hortaliza de la familia de las liliáceas que se adapta a gran variedad de climas y se cultiva a exposición libre (Guzman, 2010; Medina y Villamizar, 1989). En general, requiere de suelos de textura liviana o franca lo que le permite retención de humedad y buen drenaje (Lardizabal, 2007) generalmente se siembra en época de lluvias pues tiene importantes requerimientos de agua.

El cultivo presenta necesidades de nitrógeno significativas de aproximadamente 30 a 40 t/ha por cada ciclo de siembra y de 20 a 30 mm de agua por semana (Medina y Villamizar, 1989). La presencia de nemátodos entomopatógenos, es muy común debido a la utilización de gallinaza para la fertilización. El manejo del cultivo, también tiene relación directa con la presencia de patógenos, pues cuando se lastiman cualquiera de las numerosas raíces aéreas de la planta se aumenta la posibilidad de entrada de los mismos (Corpoica, 2004).

Para cumplir con los requisitos nutricionales del cultivo, se utilizan fertilizantes orgánicos que mejoran la producción (Gao et al., 2014); siendo los más utilizados aquellos que presentan altos contenidos de Nitrógeno (N) y Fósforo (P). El N es muy móvil en el suelo y puede ser fácilmente transportado a las aguas. El P es inmóvil, pero puede filtrarse a las aguas subterráneas poco profundas o a las superficiales a través de la erosión, dependiendo de la composición y madurez del compost, las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas, por lo que su mineralización es un tema aún controvertido (Martínez-Blanco et al., 2014).

Los fertilizantes no son el único insumo externo utilizado en el cultivo. El uso de agroquímicos está en aumento (Goujon et al., 2014; Gao et al., 2014; Silva y Samay, 2002; Gil et al., 2012), debido a la gran cantidad de enfermedades que se han reportado (Henrique y Araujo, 2009; Mohan y Schwartz, 2000).

1.4.2. Principales enfermedades y plagas

A partir de los estudios revisados, se encontró que debido a que en la mayoría de lugares se siembra sobre el mismo terreno durante largos períodos de tiempo (Medina y Villamizar, 1989), además de las necesidades de nitrógeno que exigen altas cantidades de fertilizantes orgánicos, se encontraron alrededor de 50 plagas y enfermedades que afectan al cultivo, las cuales están distribuidas entre hongos, bacterias, virus, nematodos, fitoplasma y plantas parásitas (Figura 2; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

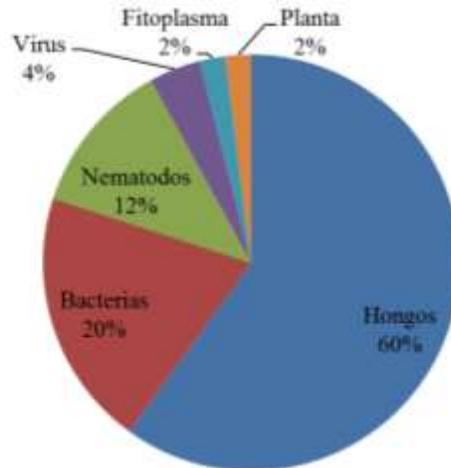


Figura 2. Porcentaje de origen plagas y enfermedades de la cebolla
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de enfermedades son provocados por hongos que afectan las plantas en cualquier época del cultivo y se ve favorecido por cambios bruscos en la temperatura; se presenta principalmente en las hojas (Soto, 1987).

Después de revisar diferentes estudios, se puede determinar que las enfermedades y plagas que más se han reportado en la literatura, fueron mancha púrpura, mildew, raíz rosada, IYSV y trips, identificadas en diferentes países del mundo y de los cinco (5) continentes. En la (Tabla 1), se presenta una recopilación de los estudios revisados, resaltando diferentes enfermedades de la cebolla, qué la produce y la temperatura óptima para su desarrollo.

Tabla 1. Enfermedades y plagas de la cebolla, reportadas en diferentes partes del mundo

Hongo	Nombre común enfermedad	Desarrollo óptimo	Estudio	Fuente
<i>Alternaria porri</i>	Mancha púrpura	25°C	Prácticas culturales para tratamiento de mancha púrpura en cebolla	Awad et al., 1978
			Obtención y propagación de semillas de cebolla bajo condiciones caseras de Topes de Collantes, Cuba	Bravo y Albelo, 2014
<i>Botrytis squamosa</i>	Botritis de la hoja	Frío y humedad	Estudio en Canadá durante 3 años, buscando alternativas de manejo a fungicidas para el control de la plaga	Van der Heyden et al., 2012
<i>Fusarium oxysporum</i>	Podredumbre basal	25°C	Durante 2 años se realizaron pruebas de campo para escoger fungicidas efectivos para cultivo de cebolla en Debre Zeit Etiopia	Sintayehu et al., 2011
<i>Peronospora destructor</i>	Mildeo	Entre 15-25°C	Opciones de fertilizantes para tratamiento de la enfermedad en Boyacá, Colombia	Velandia et al., 2012
			Estudio desarrollado en India durante 4 años para determinar tratamientos térmicos y químicos para control del mildeo	Develash y Suguha, 1997
			Determinación del tiempo de incubación, humedad relativa y temperatura para desarrollo natural de la enfermedad en Lituania	Buloviené y Surviliené, 2009
			Durante dos años se evaluaron en Irán 6 fungicidas en campo para tratamiento de la información	Abkhoo, 2012
<i>Phytophthora porri</i>	Puntas blancas	< 15°C	Aislamiento ribosomal de phytophthora para identificación de cepas y posterior control de la enfermedad. Japón	Rahman et al., 2015
<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	Raíz rosada		Determinación de virulencia de aislados del patógeno para cultivares resistentes. Brasil	Henrique y Araujo, 2009
			Trabajo de campo y laboratorio, para aislar hongo causante de la enfermedad y evaluar eficacia de la solarización del suelo en el manejo de plaga. Italia	Carrieri et al., 2013
Bacterias				
<i>Pantoea ananatis</i>	Pantoea ananatis	> 3°C	Georgia Estados Unidos, se desarrolló una reacción en cadena de la polimerasa para detectar poblaciones de la bacteria en superficie de la planta	Gitaitis et al., 2002
			Aislamiento y enumeración de la bacteria. Sudán	Goszczyńska et al., 2006
Virus				
<i>IYSV (iris yellow spot virus - tospovirus</i>	Mancha amarilla	Mayor temperatura mayor desarrollo	Cambio de prácticas culturales como reducción de fertilizantes, bioestimulantes y rotación de cultivos y su impacto en densidad de IYSV. Utah EEUU	Buckland et al., 2013
			Determinación de presencia y distribución del virus en 14 distritos de Serbia	Bulajié et al., 2009
			Revisión sobre el virus y su incidencia en los bulbos y semillas de la cebolla	Gent et al., 2006
			Identificación y caracterización de tospovirus emergentes, para determinar impacto, entender epidemiología y desarrollar controles	Pappua et al., 2009
Insecto				
<i>Delia antiqua</i>	Mosca de la cebolla		Evaluación de insecticidas y métodos de aplicación para proteger la cebolla de los daños ocasionados por mosca de la cebolla, y de la semilla. Estudio realizado durante 2 años California Estados Unidos	
<i>Thrips tabacci</i>	Trips	Entre 15-20°C	Desarrollo de umbrales económicos trips de cebolla Honduras	Rueda et al., 2007

Fuente: Elaboración propia

Entre las enfermedades más comunes se encuentran los hongos *Alternaria porri*, *Peronospora destructor* y *Pyrenochaeta terrestris*. Entre los virus el *Iris yellow spot virus* y finalmente el insecto *Thrips tabaci* (Havey, 1993).

Los trips, se han convertido en una de las mayores preocupaciones para el cultivo (Buckland et al., 2013; Bulajić et al., 2009). El *Thrips tabaci lindeman*, fue reconocido entre los más peligrosos en diferentes partes del mundo (Nault y Shelton, 2010; Reitz, 2013) por ser el causante de la enfermedad de la mancha amarilla o Iris Yellow Spot Virus IYSV afectando significativamente la fotosíntesis y tamaño del bulbo, lo que reduce drásticamente los rendimientos del cultivo (Pappu et al., 2009).

Se considera un virus emergente que ha ampliado su distribución en los últimos años, estimando pérdidas, entre 5-10% en el mediterráneo (Pappu et al., 2009), en Estados Unidos hasta un 60% (Gent et al., 2006) y diferentes variaciones en otros países donde se ha encontrado el virus como Brasil, Países Bajos, Serbia, Polonia, Reino Unido, Italia, Francia, Alemania (Bulajić et al., 2009; Cortés et al., 1998), Canadá y Nueva Zelanda (Hall et al., 1993), Israel, India, Eslovenia, Australia, México Chile, Perú, Túnez y Guatemala (Gent et al., 2006). Jones (2005) reportó que después de Asia, Suramérica tiene la mayor diversidad de tospovirus.

Los hongos *Pyrenochaeta terrestris* (Henrique y Araujo, 2009) y *Alternaria porri* causan unas de las principales enfermedades en climas tropicales y subtropicales, la pudrición rosada de la cebolla y la mancha púrpura, generando importantes pérdidas económicas por coloración, pudrición o muerte de las hojas y retrasando el crecimiento del bulbo. Estas enfermedades se han reportado en diferentes países del mundo como EEUU (Du toit e Inglis, 2003), Italia, Serbia, Uruguay, Holanda, Turquía Japón (Carrieri et al., 2013), México (Ponce-Herrera et al., 2008), Cuba (Carreras, 2011), Argentina, Australia, Alemania, África del Sur, Canadá, Egipto, Grecia, Hong Kong, Islas Mauricio, Nueva Zelanda, Pakistán, Reino Unido, Sierra Leona, Sudán, Uganda, Venezuela, Brasil (Henrique y Araujo, 2009) y Colombia (Pinzón, 2009).

Sumado al desarrollo de la enfermedad, se encuentran otros hongos involucrados en el desarrollo de la enfermedad como el *Fusarium* que provoca putrefacción y deterioro de la cebolla tanto en campo como almacenada (Cramer, 2000 del Carrieri et al., 2013). Se han reportado pérdidas por el hongo de entre 25-40% en Venezuela (Henrique y Araujo, 2009).

1.4.3. Insumos químicos orgánicos e inorgánicos utilizados en el cultivo de cebolla

Para tratamiento de la amplia variedad de plagas y enfermedades que presenta el cultivo de cebolla y mantener la producción y demanda del mismo, se aplican semanalmente diferentes clases de pesticidas que incluyen piretroides, organofosforados, triazoles, ditiocarbamatos, organoclorados (McIntyre et al., 2005; DeFrancesco, 2012), entre muchos otros.

Según la FAO (1896), un pesticida (o plaguicida) “es la sustancia o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal; las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan un daño duradero u otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrárseles para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales”

De acuerdo al grado de toxicidad, expresada en dosis letal oral o dérmica DL50 o concentración letal vía respiratoria CL50, los plaguicidas pueden ser: *nocivos*, aquellos que por cualquier vía de penetración sólo pueden entrañar riesgos de gravedad limitada; *tóxicos*, con riesgos graves,

agudos o crónico; y *muy tóxicos*, con riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos y la muerte (EPA, 2003)

Según la EPA (Environmental Protection Agency) existen más de 865 ingredientes activos de plaguicidas en miles de formulaciones comerciales, que circulan actualmente de manera libre entre los productores, los cuales reciben asistencia y guía para su uso en el cultivo, por parte de las casas comerciales que los distribuyen (EPA, 2003), y en menor medida por los entes territoriales y ambientales que tienen jurisdicción en sus territorios.

Se encontró en los diferentes estudios realizados, que las marcas comerciales utilizadas por los productores en el mundo, incluyen en mayor medida pesticidas organofosforados como el parathion, catalogado como extremadamente tóxico, al igual que el nativo perteneciente al grupo de los triazoles. En la Tabla 2 se describen los compuestos más utilizados cuyas toxicidades varían de acuerdo al grupo químico al que pertenecen y van desde ligeramente tóxicos hasta extremadamente tóxicos.

Tabla 2. Toxicidad de productos químicos más comunes aplicados a cebolla.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo Químico	Toxicidad
Lorsban	Clorpirifos	Organofosforado	Moderadamente Tóxico
Difos	Dimetoato	Organofosforado	Moderadamente Tóxico
Concord	Metomilo	Carbamatos	Altamente tóxico
Karate	Lambda-cyhalotrina	Piretroide	Moderadamente Tóxico
Parathion	Paration etil	Organofosforado	Extremadamente Tóxico
Thionil	Endosulfán	Organoclorado	Moderadamente Tóxico
Vermitec	Abamectina	Avermectina	Ligeramente Tóxico
Amistar	Azoxystrobin	Estrobirulina	Moderadamente Tóxico
Nativo	Tebuconazole- Trifloxystrobin	Triazol Estrobirulina	Extremadamente Tóxico
Dithane	Mancozeb	Ditiocarbamato	Ligeramente Tóxico

Fuente: Elaboración propia

Los pesticidas pueden liberarse al medio ambiente de diferentes formas dependiendo de la pluviosidad, topografía del terreno, cobertura vegetal y tipo de suelo, propiedades fisicoquímicas inherentes del compuesto contaminante como presión de vapor solubilidad en agua, tiempo de vida media, coeficiente de adsorción de carbono orgánico K_{oc}, coeficiente de partición octanol – agua (K_{ow}) (Manahan, 2000).

En suelos se relacionan directo con el contenido de materia orgánica, pues a más contenido, aumenta la adsorción de plaguicidas y disminuye la movilidad a través del perfil. Es así que cuando existe alta adsorción de plaguicidas en el suelo, el mecanismo más probable de transporte hacia el agua es por erosión y escorrentía. Cuando el pesticida tiene mayor solubilidad en agua y menor coeficiente de adsorción, la movilidad es por escorrentía y lixiviación (Holvoet, et al., 2007).

Según Đurović et al., (2009) a parte del contenido de materia orgánica, el tipo y la cantidad de arcilla es determinante en la adsorción de un pesticida. Un aumento en el contenido de arcilla da como resultado una mayor adsorción de un pesticida. Influye también que los suelos con diferentes propiedades fisicoquímicas tienen diferentes efectos sobre la adsorción de la mayoría de los pesticidas, especialmente a niveles de concentración más altos.

La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2000), en un manual de referencia, define algunos parámetros de los plaguicidas que influyen en los procesos que tienen lugar en los suelos. Los más utilizados para determinar las propiedades de los plaguicidas y sus interacciones con el medio ambiente son:

La Movilidad: Los plaguicidas al introducirse a los suelos, se adhieren en parte a las partículas del suelo especialmente a la materia orgánica y otra parte se disuelve y se mezcla con el agua del suelo (FAO, 2000).

La Bioacumulación: La bioacumulación indica la tendencia de un compuesto a acumularse en el organismo, relacionado con la partición Octanol-Agua Kow. Los compuestos con un valor Kow alto, es decir fácilmente solubles en octanol y menos solubles en agua, se acumulan en los organismos (FAO, 2000).

La Degradación: El valor de degradación se mide por el tiempo que tarda en desintegrarse el 50% de la concentración del producto o desaparecer del suelo por los factores antes mencionados (FAO, 2000).

La clasificación de degradabilidad en el suelo por transformaciones biológicas o fisicoquímicas, se puede clasificar para unDT₅₀, medido en días así:

DT ₅₀ (días)	Clasificación
< 20	Fácilmente degradable
20–60	Bastante degradable
60–180	Ligeramente degradable
> 180	Muy ligeramente degradable

1.4.4. Principales impactos de insumos químicos y fertilizantes en el agua

La bioacumulación en organismos y zooplancton, el impacto en microorganismos benéficos, la disminución del oxígeno disuelto en el agua, entre otros factores, son algunos de los impactos negativos del uso de los insumos químicos, que ponen en duda la continuidad del ingreso de dichas sustancias al ambiente (Yorobe et al., 2011). En la Tabla 3, se hace una recopilación de estudios que han identificado dichos impactos negativos.

Tabla 3. Impactos al agua reportados, según origen de contaminación

Origen contaminación	Impacto	Fuentes
Fertilizantes nitrogenados	Eutroficación	Polprasert, 2007
	Descenso niveles de oxígeno disuelto en agua	
	Alteran señalización eléctrica del sistema nervioso	
	Afecta receptores nicotínicos y acetilcolina	
Piretroides	Afecta receptores nicotínicos y acetilcolina	Pfeil, 2014; Pierre y Betancourt, 2007
	Alergizantes, pueden causar dermatitis principalmente en felinos	
	Alteran señalización eléctrica del sistema nervioso	
Organofosforados	Toxicidad por ceriodophnia	DeSilva y Samayawardhena, 2002; Li et al., 2014; Benotti et al., 2009; Junior et al., 2012
	Tóxico para organismos acuáticos (peces e invertebrados)	
	Residuos en agua tratada y embotellada	
Organoclorados	Altamente tóxico en peces	Gil et al., 2012; Tobón et al., 2010
	Cáncer hepático y defectos congénitos en personas y animales	
	Parálisis del sistema nervioso central	
	bioacumulación y biomagnificación	

Ditiocarbamatos	Alta toxicidad en peces Aumento del manganeso en orina Hipotiroidismo subclínico	Galofre, 2014
Triazoles	Alta toxicidad Carcinógeno	EPA, 1999

Fuente: Elaboración propia

Existen diversas fuentes de pérdidas de fertilizantes y pesticidas en general. Lixiviación, escorrentía y erosión, son los procesos principales por los que estos compuestos pueden llegar al agua tanto superficial como subterránea (Sharma et al., 2012; Gao et al., 2014; Benitez-Campo et al., 2009; De Gerónimo et al., 2014; Biziuk et al., 1996), degradando su calidad y afectando procesos ecosistémicos.

El Nitrógeno lixiviado se acumula en las capas del suelo bajo las raíces del cultivo con posibles movimientos a los mantos freáticos y más adelante a aguas superficiales por escorrentía, erosión y comunicación de acuíferos y ríos (Sharma et al., 2012), provocando eutrofización y descensos en los niveles de oxígeno disuelto en el agua (Polprasert, 2007), lo que desencadena en la pérdida de especies hidrobiológicas importantes y en el aumento de los costos de tratamiento de aguas para uso potable e incluso para aguas residuales y su reutilización.

Si bien, la mayoría de los insumos utilizados sugieren en las etiquetas comerciales, la no toxicidad de los mismos para el ambiente, humanos o animales, diversos estudios revelan diferentes amenazas debido a exposición frecuente de un coctel variable y desconocido de compuestos químicos que, aunque muchos están bajos las concentraciones permisibles, cuando interactúan entre sí resultan en efectos peligrosos por mezclas sinérgicas, que tienen un impacto negativo mayor. Esto ha dificultado también la evaluación por riesgos químicos debido a los compuestos que forman entre ellos al combinarse (Goujon et al., 2014; Tien et al., 2013). Los metabolitos producto de la degradación de los pesticidas (Gil et al., 2012), también pueden llegar a ser incluso más peligrosos que los compuestos que los generan (Kolpin et al., 1998; Geerdink et al., 2002; Sinclair y Boxall, 2003).

Los pesticidas en agua, debido a su amplia distribución y naturaleza tóxica, tienen un grave impacto en los ecosistemas acuáticos y en la salud humana (DeSilva y Samayawardhena, 2002).

Según la EPA (2003)

“Los principales plaguicidas implicados en intoxicaciones agudas, en orden descendente, son los siguientes: carbamatos (suponen el 48% de todas las intoxicaciones), organofosforados (13%), endosulfán (un insecticida organoclorado, un 8%), piretroides (8%), insecticidas neonicotinoides (imidacloprid y acetamiprid, un 6.4%), insecticidas inhibidores de la síntesis de quitina (fenilbenzoilureas, un 5.6%), piridaben (4.5%), abamectina (3.8%), paraquat (3.8%) entre otros compuestos que se destacan por ser de muy baja frecuencia”.

Es de resaltar, que los grupos de organoclorados, organofosforados y carbamatos, son los de mayor incidencia en las intoxicaciones y son los más aplicados en el cultivo de cebolla, lo que pone en evidencia el riesgo de contaminación en el agua y en general en el ecosistema, que tiene el agroecosistema de la cebolla.

Los organoclorados fueron en la época de los años 70 los plaguicidas más utilizados en los sistemas de cultivos (Valderrama et al., 2012), sin embargo, debido a su estructura tienen alta persistencia en ecosistemas acuáticos, baja biodegradabilidad y notable magnificación en cadenas alimenticias y han sido asociados con varios tipos de cáncer y trastornos en sistema endocrino de animales (Fatta et al., 2007; Lans et al., 2008). Por esta razón, la mayoría de estos

compuestos fueron prohibidos en el mundo. Pese a lo anterior, varios países continúan con su aplicación sin ningún control y muchos de forma ilegal.

El Endosulfan específicamente, es un compuesto que contiene isómeros altamente tóxicos para la mayoría de los peces y puede causar mortalidades masivas (Naqvi y Vaishnavi, 1993; Lenardón, et al., 2001) y es utilizado hoy en países como Colombia.

En Europa a pesar que está prohibido el uso de organoclorados de los años 70, art 9 encontraron rastros de DDT en el 97% de las muestras (personas), el cual se encuentra incluido en la lista de la “docena sucia” del Convenio de Estocolmo. Lo anterior, indica uso ilegal de los compuestos o el ingreso de productos contaminados provenientes de países donde no existe regulación.

Los organofosforados son altamente persistentes en el agua presentando efectos ecotoxicológicos y aumentando los costos de tratamiento. Se han detectado en el agua en Estados Unidos y Alemania (Li et al., 2014). Según Benotti et al., (2009) los procesos de tratamiento de agua potable no son eficaces para eliminar estos compuestos por lo que se pueden encontrar en agua tratada y embotellada. Sus efectos cancerígenos e intoxicaciones en humanos, se han reportado en diferentes estudios, incluyendo muertes (Fernández et al., 2010; Biziuk et al., 1996).

Murcia y Stashenko (2007) concluyeron que bajas dosis de organofosforados afectan el desarrollo del sistema nervioso y el cerebro de niños en crecimiento pues tienen acción sistémica en el cuerpo. También identificaron que en Estados Unidos el 13% de manzanas, 7% de peras y 15% de las uvas que se cosechan presentan niveles inseguros de insecticidas organofosforados, y que nueve (9) de cada diez (10) niños son expuestos a una combinación de 13 insecticidas neurotóxicos debido al consumo de alimentos como la papa, el tomate y la cebolla, debido a que son los cultivos más vulnerables y en los que existe sobredosificación de pesticidas principalmente de clorpirifós.

Se ha determinado que encontrar trazas de pesticidas organofosforados en el agua, indica un uso actual más no histórico de dicho insumo químico, pues no tiende a acumularse en el agua. Sin embargo, al ser de amplio espectro su toxicidad varía y algunos han sido considerados como altamente peligrosos para los humanos. Se ha reportado que pequeños productores de escasos recursos utilizan organofosforados de clase I que son extremadamente tóxicos para el ser humano por tener un menor costo y un espectro más amplio (Proarca, 2002).

Burillo-Putze et al., (2014), encontraron en un estudio realizado en España, que los organofosforados pese a que no son persistentes y no se acumulan se han detectado en muestras en personas, lo que indica que una larga exposición a los mismos, principalmente a través de la dieta indica puede generar residuos en el organismo. También detectaron fungicidas en muestras de personas, debido al consumo de agua contaminada.

Se han reportado residuos de piretroides, considerados peligrosos para la salud humana (Miyamota et al., 1995) en frutas y verduras y en aguas superficiales y subterráneas (Mukdasi et al., 2013). Suelen encontrarse a niveles traza en muestras tanto biológicas como ambientales. Moreno-Villa et al (2012) encontraron trazas de cipermetrina en un valor superior a la concentración letal media para peces, invertebrados acuáticos y crustáceos y fueron descritos como una fuente importante de contaminación de los acuíferos.

Por su parte, pese a que los triazoles en ocasiones no son considerados como un factor de riesgo sobre la salud humana, existen casos como el del tebuconazol, que según la Oficina de Programas de Pesticidas de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos con la clasificación denominada C, es decir, posible carcinógeno, lo que significa que su toxicidad

aguda es moderada. No obstante, para la Organización Mundial de la Salud, su categoría es de III, lo que significa algo peligroso (EPA, 1999). Es así, como se presentan situaciones en las que seres humanos sufren intoxicaciones causadas por plaguicidas, dando cuenta de la alta residualidad y bioacumulación de los tóxicos en cuestión (Martín, et al., 2018).

En este orden de ideas, resulta imperativo mencionar que existe una presunción de que el uso recurrente de los ditiocarbamatos puede conllevar a que el agricultor sufra afecciones asociadas a la ansiedad y el nerviosismo, incluso pudiéndolo llevar a situaciones extremas como el suicidio, esto debido a la presencia de manganeso en dichos compuestos químicos (Girardi, 2016).

1.5. Tipificación de sistemas agrícolas

Actualmente en Colombia, la investigación participativa no ha sido muy utilizada en proyectos científicos y de extensión, por consiguiente, la toma de decisiones en temas de políticas agrícolas no está basada en las necesidades reales de los campesinos, y las estrategias adoptadas no han dado los mejores resultados. Es así, como se ha convertido en un reto, el hecho de considerar que los sistemas tienen diferentes recursos y restricciones (Righi, et al., 2011; Milán et al., 2006) que limitan el proceso agrícola, y se ha otorgado especial importancia a las decisiones sobre algunas prácticas de manejo que se van a utilizar en el cultivo. Es un desafío diseñar programas que se ajusten a dichas diferencias y a las condiciones de los productores (Klaus y Jänicke, 2006) donde los problemas se aborden identificando interrelaciones entre disponibilidad de recursos, prácticas agrícolas, impactos ambientales y organización sociocultural.

Es así como surge la Farming Systems Research and Extension, como un enfoque de investigación que reclama que los modos convencionales de transferir conocimiento y tecnología, no tienen en cuenta los contextos socioculturales y ambientales “que determinan la estructura y el funcionamiento de la pequeña agricultura (...) pues es tal la complejidad del desafío de producir tecnología mejorada y adoptable por el pequeño productor, que la investigación demanda una aproximación sistémica a la realidad” (Francias y Hildebrand, 1989). Este tipo de investigación, ha influido fuertemente en las últimas décadas en la dirección del desarrollo agrícola, involucrando a agricultores, agentes de cambio e investigadores, mediante un enfoque participativo y de mejora tecnológica como un medio para desarrollar componentes individuales integrados a una realidad y contexto específicos.

La Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), con trabajos desarrollados entre 1986 y 1989, desarrollaron importantes metodologías para contribuir a elevar la calidad de la investigación que se realiza en América Latina en sistemas de finca de pequeños agricultores. De esta forma, desarrollaron las tipologías de finca o la tipificación agrícola, que se ha convertido en los últimos años, en una herramienta analítica (Chatterjee et al., 2015) útil para la clasificación de sistemas tanto agrícolas como pecuarios. Esta herramienta busca identificar patrones (Cortéz et al., 2015) y resumir la diversidad de un sistema productivo (Gaspar et al., 2008); reconoce que los agricultores no son monolíticos (Goswani et al., 2015) y que es necesario describir y categorizar dicha heterogeneidad (Tittonell et al., 2006) identificando grupos de productores con características similares ya sea según su lógica económica, sus prácticas, habilidad, experiencia tecnológica (Merma y Julca, 2012), sustentabilidad e impactos al medio ambiente, entre otras.

Esta herramienta se centra en el sistema agrícola y permite expresar más nítidamente los límites a la producción, lo que permite abordar y discutir barreras técnicas, ecológicas, socioculturales (Merma y Julca, 2012), aspectos económicos de la estructura de producción, influencia de condiciones macro, acceso a servicios (Tuesta et al., 2014), entre otras, más relevantes. Es así

como en la última década, las investigaciones se han enfocado en determinar de forma clara, grupos de trabajo más homogéneos que permitan la adopción de prácticas (tecnologías) más apropiadas (IBID).

Con la tipificación se inicia una evaluación realista del contexto, favoreciendo pequeños productores que rara vez se ven beneficiados de las políticas que se establecen (Chatterjee et al., 2015). Permite conocer la organización conceptual de la diversidad existente, una lista de unidades de producción representativa y las poblaciones vinculadas a los sistemas de producción. En un nivel más avanzado, la tipificación se puede incorporar en modelos que vinculen tipologías de territorios y fincas permitiendo prever los efectos de un cambio en los sistemas de cultivo, en el paisaje regional (Choisis et al., 2012). De esta forma se inicia la planificación territorial teniendo en cuenta temas más locales como la contaminación puntual del agua (Thenail, 2002) u otras cuestiones de desarrollo local.

Con el fin de identificar patrones en las poblaciones, Fargue-Lelièvre et al., (2011) establece que se puede realizar una clasificación de sistemas agrícolas según objetivos, desde un enfoque constructivista que utiliza información de encuestas a la población e información aportada por expertos. Se recomienda identificar con precisión el contexto (pregunta, área estudiada, criterio de muestreo, expertos que participan en el estudio); realización de encuestas; formalización de datos con ayuda de expertos para identificar los criterios de diversidad; uso de criterios para identificar tipos y descripción de cada tipología obtenida (Righi et al., 2011; Fargue-Lelièvre et al., 2011; Cortéz et al., 2015).

1.6.Casos de Armonización

Según la real academia de la lengua española armonización significa “*poner en armonía, o hacer que no discuerden o se rechacen dos o más partes de un todo, o dos o más cosas que deben concurrir al mismo fin*”. Armonía proviene del latín *harmonia*, que deriva del griego *ἁρμονία*, que significa acuerdo, concordancia, combinación, y del verbo *ἁρμόζω* (harmozo), que significa ajustarse, conectarse. Es claro así que la armonía se da cuando *existe un equilibrio y una conveniente y adecuada proporción, concordancia y correspondencia de unas cosas con otras*.

Es así como se puede entender que armonizar agricultura y funciones ecosistémicas, implica que las personas que han construido un territorio y que han intercambiado elementos con la estructura ecológica que habitan, minimicen al máximo los impactos negativos sobre ésta y traten de mantener un equilibrio dinámico con su entorno.

La necesidad de articular los desarrollos culturales con las funciones ecosistémicas y específicamente con el agua, ha sido una tarea que se ha logrado concretar en diferentes lugares del mundo donde ha primado la armonía que se debe generar en la relación ecosistema-cultura más que fundamentos ecologistas estrictos o antropogénicos. Segrelles (2013), argumenta que los paisajes agrícolas no son un fin en sí mismo, sino que es resultado del devenir cultural y las prácticas agrícolas que resultan de la construcción territorial, que generara paisajes agrícolas culturales de gran valor que se convierten en característica clave de su identidad no sólo cultural sino también socioeconómica.

Si bien la producción capitalista y la conservación ambiental se han querido perfilar como la base de un desarrollo sostenible salvador para los profundos conflictos ambientales que se viven actualmente, se ha demostrado que son prácticamente antagónicos y que la forma como se ha querido abordar principalmente en países en vías de desarrollo, no ha causado más que ahondar la problemática, mientras unos pocos ven los resultados. Sin embargo, y como lo argumenta Niño et al., (2015), “*el modo de producción capitalista ofrece fisuras por medio de las que es*

posible introducir elementos que a nivel local pueden representar un atisbo de sostenibilidad, toda vez que se encuentran ejemplos en donde la viabilidad económica de la agricultura, la ganadería, la caza, la pesca, además del turismo, pueden contribuir a la integridad ambiental, la preservación de los ecosistemas, la conservación de la naturaleza y la biodiversidad”

En el contexto europeo, donde predominan extensos kilómetros de costa, la agricultura familiar y de sustento local siempre se ve amenazada por diversos factores económico-culturales que desplazan las actividades agrícolas para dar paso a una nueva era de turismo y la prestación de otros servicios dedicados al ocio. Los parques naturales, superando el paradigma de la ecología profunda y la conservación sin gente, se presenta como una alternativa de aprovechamiento agropecuario eficiente, herramienta clave para la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, lo que a su vez genera un valor agregado a los productos generados en la zona. De esta forma, España se ha convertido en uno de los pioneros en la armonización de la estructura ecológica con los objetivos agropecuarios de muchas zonas del país. A continuación, se presentan algunos de ellos.

El parque Carrizales

Este parque localizado en un área periurbana de la ciudad de Elche, tercera urbe de la Comunidad Valenciana, España, es un ejemplo claro de la simbiosis generada entre la agricultura y las funciones ecosistémicas:

Dicho parque natural, donde se desarrolla la actividad agropecuaria, representa un modelo de armonía en el que la agricultura no sólo no destruye el paisaje ni el territorio, sino que se erige como una manifestación económica necesaria para mantener el ecosistema y la biodiversidad del área en la que se ubica (...) Constituye una herramienta de gestión eficiente de las actividades agropecuarias (Segrelles, 2018).

Este parque está construido sobre una zona árida en la que la recirculación del agua es indispensable para mantener el adecuado proceso de cultivo, es por esto, que los habitantes de la zona desarrollaron un importante sistema de riego que les permite mantener dichas funciones. Así durante muchos años, las personas se han apropiado y construido su territorio agrícola alrededor de diferentes prácticas que no sólo han beneficiado sus cultivos y su economía, sino que también han traído beneficios al ecosistema ayudando a que el entorno mantenga sus características naturales y frenando la expansión de otras actividades como condominios, industrias e infraestructura que resultarían altamente impactantes a la estructura ecológica por su fragilidad, por ejemplo, en el agua y otros recursos escasos. De esta forma, los campesinos viven y trabajan la tierra de una manera digna, con un adecuado ingreso económico y se mantiene la integridad ecosistémica.

Su buen funcionamiento, ha generado la creación de nuevos proyectos que den mayor dinamismo a la zona, debido a que los productores son personas mayores y es necesario el relevo generacional, sin que se pierda lo que se ha construido que es la agricultura como herramienta de conservación. Así, se han propuesto en el parque, la puesta en marcha de programas de formación y la creación de industria para la transformación de los alimentos que se cultivan para revalorizar los productos con el trabajo que se realiza en la zona.

Las estrategias del parque, han sido pensadas para dar impulso a la economía de los campesinos incorporando elementos para mejorar, proteger y custodiar el paisaje y la biodiversidad, por medio del desarrollo de una agricultura rentable, respetuosa con el ambiente y con alimentos de alta calidad. A nivel económico, fomento y desarrollo de agroindustrias artesanales que den valor agregado a las producciones, integrando diferentes sectores industriales. Por medio de la

creación de una marca identifican los productos y servicios del parque para aportar a la sostenibilidad del producto. Por último, impulsan y apoyan a la mujer rural, personas desempleadas para evitar el éxodo del campo.

Se nota claramente una apuesta económica como herramienta fundamental para la conservación de los ecosistemas, donde las estrategias implementadas, permiten a los campesinos superar las rentas agrarias y disminuir la cadena de intermediarios que a diario empobrecen a los eslabones más débiles (los productores) de la cadena. El análisis real de la situación de la comunidad, la identificación de los problemas fundamentales y el conflicto enfrentado por los mismos, permite la aplicación de estrategias que funcionan para mejorar a nivel social y ecosistémico y no simples restricciones a la economía campesina que lo único que consigue es empobrecerlos cada día más.

El Parque Agrario del Baix Llobregat

Es una huerta ubicada en el Delta del Llobregat, es la fuente principal de abastecimiento de frutas y hortalizas de Barcelona (España) y el entorno metropolitano. La expansión de un puerto y un aeropuerto tuvo un impacto significativo negativo en la zona de cultivo lo que llevó a que ésta se caracterizara por la marginación, degradación, reducción y abandono, lo que condujo a reaccionar y cuestionar el modelo de desarrollo que se estaba implementando. Gracias a la oportuna intervención de la comunidad y las autoridades locales, *se otorgó a los espacios periurbanos un papel estratégico en la planificación territorial metropolitana*. Después de evaluar el caso, se le da importancia que se merece como abastecedora de alimentos, dejando ya de ser suelo de expansión para infraestructura, para estar dedicado exclusivamente a la actividad agrícola (*Terricabras, ND*).

Se crea así un tejido productivo agrario, donde se han incluido no sólo los agricultores sino también empresas que le dan valor agregado a los productos y donde se fortalece la relación productor-vendedor sin que se debilite ningún eslabón de la cadena productiva. Con la ayuda de las administraciones locales y la participación activa de la comunidad, se logra establecer el parque como una figura territorial como un suelo agrario protegido, que no sólo rescató la economía de los habitantes sino los valores de la biodiversidad y del suelo agrícola que estaba sumida ante los avances de infraestructura de la zona.

Las estrategias empleadas en el parque agrario pretendían mejorar la infraestructura y los servicios generales del territorio agrario; promocionar los sistemas de producción y comercialización de los productos, cuyo valor agregado favorezca el incremento de las rentas de las explotaciones agrícolas y que fueran sustentables ambientalmente; fomento de la implantación de servicios y modernización de la agricultura; y consolidación y difusión del patrimonio natural y cultural del parque.

Para llegar a implementar las estrategias que hoy los tienen consolidados como un parque agrario armonizado con el ecosistema, tuvieron que superar obstáculos que involucraban aspectos urbanísticos en los que se enfocaba la ciudad y era la creación de infraestructura, restando importancia al enfoque agrario que tenía la zona. La falta de gobernanza y coordinación entre entidades públicas y privadas que no permitía que existiera un consenso entre los diferentes objetivos territoriales. Todas estas dificultades fueron solucionadas realizando un análisis exhaustivo desde dentro, que permitiera identificar los problemas y necesidades reales de la comunidad establecida en un ecosistema que tenía, obligatoriamente, que mantenerse. Gracias a esta armonización, se lograron todos los objetivos propuestos en cuanto mantenimiento de las relaciones ecosistémicas y la economía de la zona y se dio un

impulso a los productos generados con una proyección internacional del producto que tiene como valor agregado la apuesta a la sustentabilidad ambiental.

Parque Natural Multifuncional “El Hondo”

Este parque ubicado en la comunidad valenciana al noreste de España en el municipio de Alicante, es un paisaje natural que integra un humedal; una vista panorámica del paisaje que ellos denominan belleza escénica-natural con vista a los parques Carrizales y Tarays los cuales son parques agrícolas a los que circunda vegetación típica de los saladares; los cultivos de las localidades de Crevillente y Elche: turismo ornitológico de aves endémicas del mediterráneo español; y turismo de naturaleza enfocado en la educación ambiental y la investigación científica (Segrelles et al., 2015).

La idea de este parque surgió para dar cumplimiento a la normativa internacional concerniente a la conservación de hábitats naturales denominada “Red Natura 2000” que pretende crear una red con los principales ecosistemas y regiones naturales de Europa con el fin de proteger áreas y elementos naturales que ofrezcan un interés singular desde el punto de vista científico, cultural, educativo, estético paisajístico y recreativo (De la Vega, 2010). Este parque ha integrado así, un ecosistema de importancia ambiental y se ha armonizado con las exigencias económicas, sociales, culturales y regionales en un estado de conservación favorable.

En la época de los 90’s se adoptó la figura de parques agrarios, que pretende potencializar los usos agrícolas y pecuarios y apoyarlos para superar los crecientes costes de producción, la baja rentabilidad y la presión urbana sobre las zonas agrícolas más cercanas a la ciudad.

El concepto de “multifuncional” fue asignado para referirse a la diversidad de funciones que desempeña actualmente el sector agrícola y pues se sabe que el parque “El Hondo” cumple funciones de conservación, producción de alimentos, investigación, turismo, caza y pesca en un ecosistema de humedal y se ha convertido en una estrategia de gestión de la agricultura y la conservación pues mantiene el equilibrio simbiótico del territorio a la vez que sustenta económicamente sus habitantes, garantizando la continuidad de las actividades por medio de la modernización y la mejora de las unidades de producción familiar, el impulso de un comercio justo, valor agregado a los productos y la revalorización constante de los mismos gracias al proceso de conservación que realizan (Segrelles et al., 2015)..

Bajo la figura de parque agrario y la misma estructura de conservación del ecosistema y el mantenimiento económico de las comunidades asentadas en el territorio existen otros parques que han logrado obtener el equilibrio esperado y que utilizan las actividades agrícolas y pecuarias como herramientas de gestión para la conservación ecosistémica. Entre los parques están el Parco di Portofino, cerca de Génova, el Parco Agrícola Sud Milano, en Milán, el Groupe d’Action Locale (GAL) Leader Seine Aval, en el área metropolitana de París (Segrelles, 2013).

1.7. Investigación acción participativa

Teniendo en cuenta los procesos sociales de gran arraigo que se pueden evidenciar en la cuenca, resulta necesaria la búsqueda de metodologías que permitan establecer un enlace comunicativo entre el investigador y la población, y que permitan plantear estrategias acordes a las necesidades ecosistémicas pero también que permitan el desarrollo cultural y económico de los pobladores, por tanto, se propone la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) ya que ésta se enfoca en la búsqueda del conocimiento de manera colectiva.

La IAP, es una metodología que sugiere un acercamiento cultural con herramientas que permitan superar el lenguaje académico que se puede tornar como un factor limitante en muchas ocasiones. Por lo tanto, busca balancear los estudios mediante acciones combinadas que permitan el análisis de datos cualitativos y que propicien la investigación tanto colectiva como individual, razón por la que además se plantea la aglomeración del conocimiento de procedencia tanto de la razón instrumental cartesiana, así como de la cotidianidad, de los sentimientos y las vivencias comunes, con propósito de llevar el conocimiento “sentipensante” a disposición de las necesidades e intereses de los diferentes grupos sociales (Fals, 1987).

De esta manera, la IAP se constituye como una marcha continua hacia la dialéctica en la que se deberá dar lugar al análisis de situaciones de diferentes índoles, a la delimitación de problemáticas y a la planeación y ejecución de estrategias que se enfoquen en la búsqueda de la transformación social, pero que además de ello, incluyan en todos los procesos mencionados a los grupos sociales involucrados.

1.7.1. Metodología Mixta

La necesidad de mezclar enfoques cualitativos y cuantitativos inherentes a cualquier problemática relacionada con los grupos humanos, fue quizá el origen de las metodologías mixtas que permitían recurrir a técnicas e instrumentos de información masiva. Este híbrido metodológico tuvo origen durante los años 1960 y 1970, donde se unificaron áreas del conocimiento como la medicina y la criminalística, bajo la influencia de la idea de “triangulación” pensada como una operación múltiple (Campbell, 1959).

Ruíz (ND) sugirió estudios de caso con encuestas, creando un nuevo estilo de investigación. Agrega el autor que, por otra parte, Jick, en 1979, introdujo los términos básicos de los diseños mixtos, al recurrir a técnicas e instrumentos proporcionados por paradigmas positivistas y naturalistas para la recolección de datos, dando un lugar prioritario a la triangulación de datos (Pereira, 2011).

La evolución de dicho concepto permitió generar un tipo de investigación que da lugar al investigador, a la combinación de diversos paradigmas con el propósito de encontrar nuevas oportunidades que faciliten el acercamiento a las problemáticas de investigación. La investigación mixta se reforzó al permitir incluir datos tales como imágenes, narraciones o verbalizaciones de los actores, que permitían a la investigación o estudio brindar una mayor significancia a los datos cuantitativos (Pereira, 2011).

A la luz de lo anterior, se puede hablar de Metodología Mixta como aquella que busca la fusión de variables de origen tanto cualitativo como cuantitativo, a pesar de las dificultades que pueden tener lugar en la aplicación de dichos métodos. La investigación con metodologías mixtas se vale de la recopilación y análisis de datos de naturaleza tanto cualitativa como cuantitativa como método de estudio. Los estudios deberán además contar con técnicas y herramientas de recolección de información que pueden ser por citar un ejemplo, una entrevista. También se puede contar con otras herramientas como la etnografía.

Las características fundamentales de la Metodología Mixta después de múltiples discusiones, establece, según características fundamentales o patrones que revelan otras investigaciones, los siguientes aspectos (Creswell y Plano Clark, 2011):

- Recolección y análisis convincente y riguroso de los datos, a la vez cualitativos y cuantitativos (basados en preguntas de investigación);

- Mezcla (o integración o relación) de estos dos tipos de datos según dos posibilidades: “simultánea” para combinarlos (o fusionarlos), o “secuencial” para privilegiar una construcción por sobre la otra (o bien para insertar una en la otra);
- Dar prioridad a una de las dos formas o bien encontrar un equilibrio en ambas (en términos de la dominante que se quiere otorgar a la investigación);
- Emplear los procedimientos en un estudio o en diferentes fases de un programa de investigación;
- Incorporar los procedimientos teniendo en cuenta la complejidad del mundo y los marcos teóricos empleados;
- Combinar estos procedimientos dentro de las concepciones específicas de la investigación, en vínculo directo con el plan que conduce el estudio.

2. METODOLOGÍA

La investigación se realizó en una zona rural de Colombia localizada a $4^{\circ}46'15''$ N y $75^{\circ}36'59''$ O en el flanco Occidental de la Cordillera Central, en el departamento de Risaralda, municipios de Pereira y Santa Rosa de Cabal entre los meses de junio de 2016 y diciembre de 2017. Se trabajó en sistemas agrícolas cuyo principal cultivo era el de cebolla, ubicados en la cuenca alta del río Otún y distribuidos por siete (7) veredas. De los 88 sistemas agrícolas donde predominaba la cebolla, identificados en el censo agrícola, se tomaron para el estudio 22 de ellos, seleccionados al azar para realización de encuestas, experimentos y observación en campo (Figura 3). Más adelante, se detalla cuál fue el proceso de selección y los factores que influyeron. Es importante resaltar en este punto, que algunos sistemas agrícolas ubicados en el mapa no coinciden con cultivo de cebolla, debido a que se usa la cartografía oficial para 2011, pero que actualmente en campo en dichos puntos, se encuentra cultivada la cebolla. Los puntos que se encuentran fuera del mapa, es decir, de las fronteras de la cuenca, fueron tenidos en cuenta debido a que su desarrollo socioeconómico, está relacionado con la cuenca.

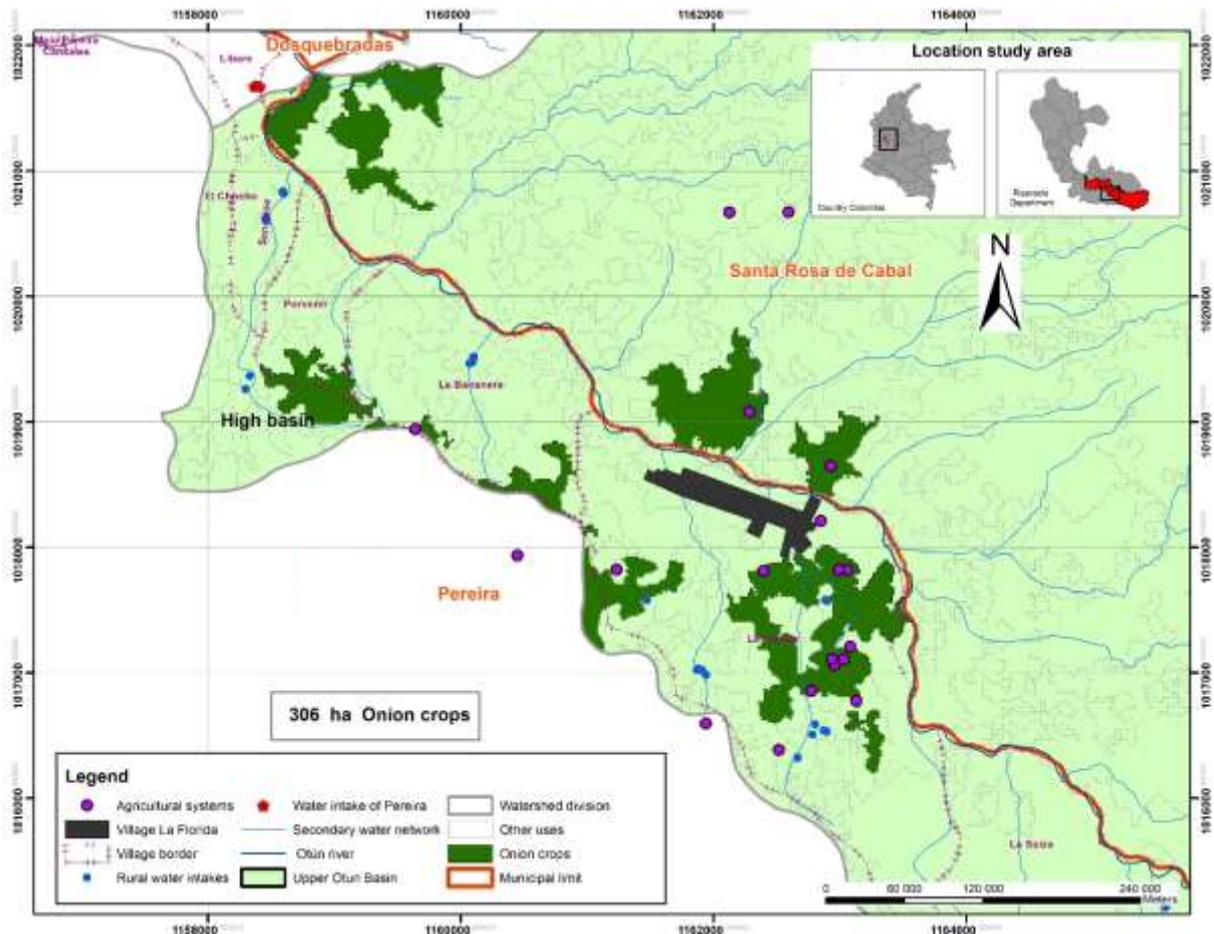


Figura 3. Localización de los sistemas agrícolas seleccionados en la cuenca alta del río Otún, occidente de Colombia.

Se seleccionó la cuenca alta del río Otún por diversos aspectos. En primer lugar, por ser confluencia de un proceso de población, que llevó a la construcción de un territorio, tal como lo plantea Munchnik (2004), en torno a las actividades agropecuarias y que hoy se constituye como una de las zonas rur-urbanas más importantes del Eje Cafetero colombiano. En segundo lugar, el cultivo de cebolla ha sido identificado en el POMCA del río Otún, como uno de los de mayor afectación a la calidad del suelo y el agua y actualmente, Risaralda es el tercer productor a nivel nacional (UAESPNN, 2007), configurando un importante escenario económico. En

tercer lugar, la cuenca es proveedora de diversos servicios ecosistémicos, siendo uno de los más importantes, el abastecimiento de agua para 700 mil personas aproximadamente, además de otros usos. Por último, la cuenca ha sido objeto de diversos estudios por autoridades ambientales, investigadores y otros actores, (Guzmán y Palacio, 2010; Usma et al., 2008; Trejos et al., 2003), estudios en los cuales se ha basado también el POMCA para sostener que el cultivo de cebolla es considerado como uno de los usos del suelo que más problemáticas ambientales genera para el abastecimiento de agua. Sin embargo, ninguno ha logrado relacionar de manera directa los impactos reales sobre la calidad del agua.

En la figura 4 se detalla el proceso global metodológico que se llevó a cabo en la presente investigación para identificar las principales características de los sistemas agrícolas seleccionados en la cuenca, agruparlos, determinar el impacto en la calidad del agua y finalmente llegar a un acercamiento de estrategias de armonización.

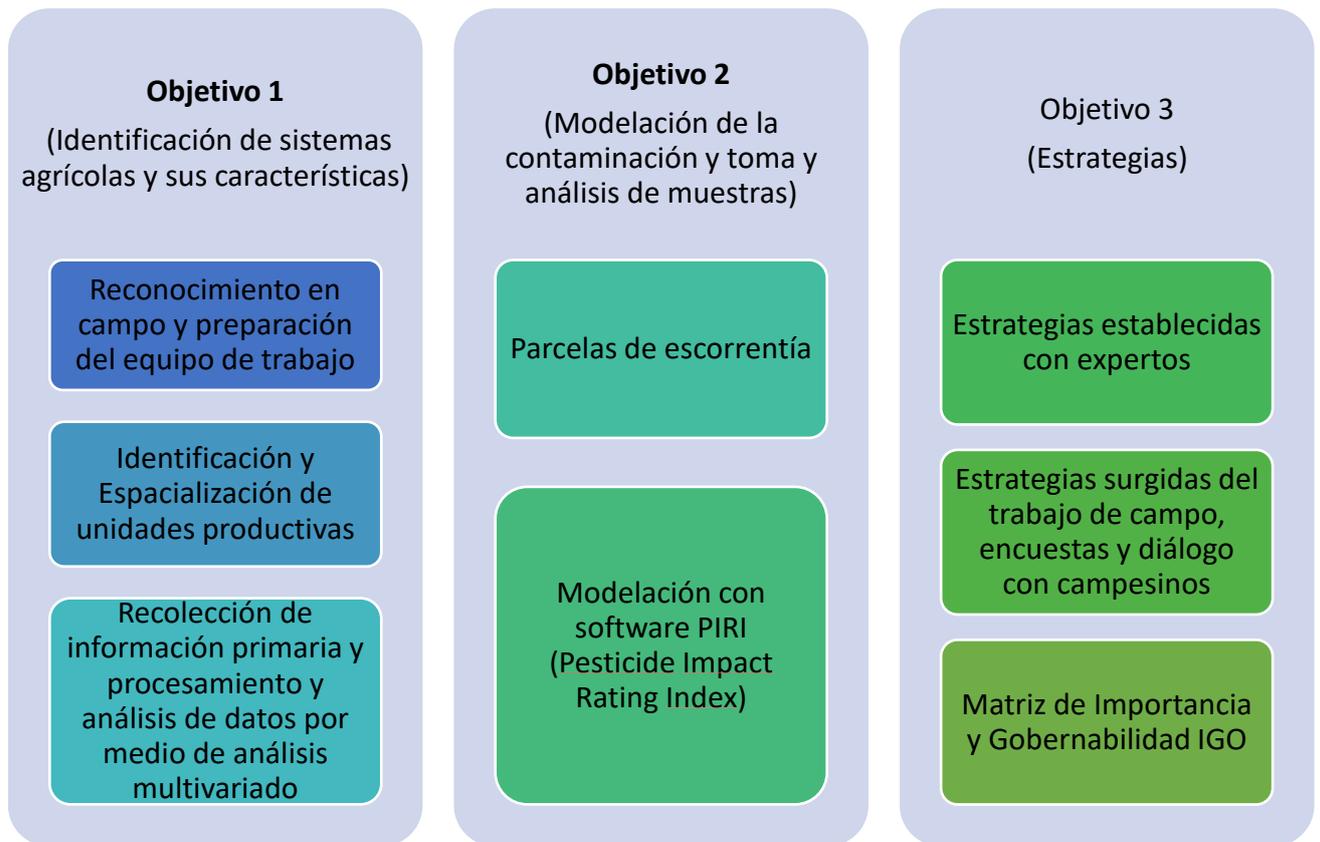


Figura 4. Resumen global de la metodología

2.1. Metodología Objetivo 1.

2.1.1 Línea de tiempo

La línea de tiempo fue construida intentando ordenar los principales eventos ocurridos en la cuenca, relacionados con la ocupación de la cuenca y las principales figuras de ordenamiento y planificación del territorio, que podían aportar elementos para la comprensión del conflicto asociado a la contaminación del agua para consumo humano y el sistema agrícola de la cebolla.

La metodología utilizada para el establecimiento de la línea de tiempo está basado en CIMA (2009), en la que se identifican: hechos y/o lugares de interés para el tema; datos y fechas relevantes a partir de una cronología y finalmente organizarla de en orden y de forma gráfica que permita su fácil visualización.

2.1.2 Tipificación de Sistemas Agrícolas

- **Equipo de trabajo, definición de variables y validación de la información**

Para abordar el conflicto presentado en la cuenca, atendiendo a lo planteado por Escobar y Berdegué (1990) se conformó un equipo de trabajo interdisciplinario que incorporó investigadores que ya habían realizado trabajos en la zona y que presentan una trayectoria importante en la misma, además de agricultores que viven en la cuenca, quienes aportaron todo su conocimiento no sólo sobre el área, sino también sus percepciones y experiencias en torno al tema cultural. Se realizaron visitas previas para un mejor conocimiento del sector y de los principales líderes comunitarios que serían elemento clave en el acercamiento a la población.

Después de diferentes mesas redondas donde se discutieron los temas relevantes, se compararon diferentes estudios con el fin de seleccionar variables a tener en cuenta en la encuesta a realizar. Para ello se tomaron referencias principalmente para el tema de los sistemas agrícolas y cómo determinar el impacto de las mismas sobre la calidad del agua (Coronel y Ortuño, 2005; Köbrich et al., 2003; Escobar y Berdegué, 1990). Las variables socioeconómicas fueron concertadas en torno a la experiencia del equipo de trabajo como en lo descrito por Escobar y Berdegué (1990). El equipo de profesionales, se capacitó previamente en torno a la estructura establecida para el trabajo de campo (ver Figura 5), cómo medir pendientes, indagar sobre dosis de plaguicidas, plagas y enfermedades, entre otros y a las demás temáticas incorporadas en las entrevistas, con el fin de que estuvieran en la capacidad de resolver cualquier inquietud de los campesinos.



Figura 5. Actividades de capacitación en campo (superior derecha: plaga de la cebolla, inferior derecha: medición de pendiente en campo)

Finalmente, el estudio se dividió en cuatro grandes áreas temáticas de interés como lo sugiere Cortéz et al., (2015): información socio económica, aspectos productivos, ambiental y de

medios tecnológicos. Las variables identificadas y sugeridas en el estudio mencionado fueron: información general del predio, tenencia de la tierra, características de la familia encargada del manejo del sistema productivo, prácticas del agricultor, problemas del cultivo y su manejo, el papel del cultivo en la unidad productiva, otros cultivos, manejo de residuos sólidos y líquidos, servicios públicos y servicios de apoyo a la producción, características socioeconómicas, de mercados y lógica productiva de los productores de cebolla. A medida que se realizaban las encuestas, la información obtenida se discutía en talleres con el fin de identificar posibles falencias o la incorporación o eliminación de ítems. Todas las encuestas realizadas contaron también con observación directa (en el anexo 1 se presenta el modelo de encuesta utilizado).

- **Identificación y Espacialización de los sistemas agrícolas**

Para la espacialización de los sistemas agrícolas donde predominara el cultivo de cebolla junca *Allium fistulosum* el equipo de trabajo se desplazó a diversas veredas de los municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira, debido a que la cuenca objeto de estudio, tiene dos jurisdicciones municipales. Dichas visitas de campo, estuvieron orientadas gracias a la información preliminar aportada por la Secretaría de Desarrollo Rural del municipio de Pereira, la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA de Santa Rosa de Cabal y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, consistente en el listado de productores de cebolla con algunos puntos de georreferenciación, a fin de reunir información sobre área sembrada y número de productores de cebolla junca perteneciente a la cuenca alta del río Otún. La delimitación del área de estudio se realizó en campo con ayuda de cartografía escala 1:25.000 aportados por las entidades mencionadas además del acompañamiento de la comunidad. Posteriormente basados en la información secundaria, se definieron las zonas productoras y el número de productores de cebolla ubicados en la cuenca.

Selección de sistemas agrícolas: Con el fin de seleccionar la muestra se tomó como población objeto 88 sistemas agrícolas donde predomina el cultivo de cebolla junca *Allium fistulosum* ubicados en la cuenca alta del río Otún denominados (N), encontrando sistemas ubicados en el municipio de Pereira y 22 en el municipio de Santa Rosa de Cabal.

Tabla 4. Área sembrada y número de productores de cebolla junca *Allium fistulosum* por vereda, corregimiento y municipio.

Municipio	Corregimiento	Vereda	Área en has	No. de sistemas agrícolas
Pereira	La Florida	Plan del Manzano	22.3	25
		Manzano Alto	8.7	11
		La Bananera	3.4	8
		La Florida	21.2	22
Total	1	4	55.7	66
Santa Rosa de Cabal	Cedralito	Cedralito	6.7	13
		Mangas	9.4	9
Total	1	2	16.1	22
Total cuenca	2	6	71.8	88

Se definieron estratos de acuerdo al área de los sistemas agrícolas y se asignó proporcionalmente un número de acuerdo a la proporción de cada estrato. Para determinar el tamaño de la muestra a utilizar en la caracterización y tipificación de los sistemas agrícolas se siguió el método conocido como muestreo aleatorio de proporciones (Cochran, 1996). La fórmula condensada para definir el tamaño de la muestra fue la siguiente:

$$n = \frac{NZ \propto PQ}{(N - 1)E^2 + Z \propto PQ}$$

Donde:

N = número total de sistemas agrícolas productores de cebolla en la cuenca media-alta del río Otún

n = tamaño de la muestra

P = proporción de agricultores de la población que pertenece a la economía campesina = 0.795

Q = proporción de agricultores de la población que pertenece a la economía empresarial = 0.205

Z α = Desviación estándar (1.96)

E = error permisible máximo. Se asumió el 10% debido a la disponibilidad de recursos y personal de campo.

Después de aplicada la muestra se asignó proporcionalmente una n', ponderado de acuerdo al porcentaje de sistemas agrícolas en cada uno de los rangos preestablecidos.

La aleatorización de la muestra final se hizo mediante la técnica de la bolsa de papel, en la cual se introdujo el nombre de cada uno de los sistemas agrícolas productores de cebolla por rango de tamaño de parcela, para luego sacar al azar uno a uno hasta completar la muestra determinada para cada rango (Lagares y Puerto, 2001). Cuando el sistema agrícola no cumplía con los criterios y/o el productor fue renuente a entregar la información, este se cambió por otro productor de la población total, también al azar. La encuesta se diligenció con la persona que toma las decisiones administrativas de la finca (propietario del cultivo o administrador).

- **Recolección de información primaria**

El grupo de trabajo se desplazó hacia los sistemas agrícolas seleccionados en los municipios de Pereira y Santa Rosa de Cabal. Se realizaron las encuestas a los encargados del sistema agrícola, los cuales coincidían en trabajar únicamente en un agroecosistema.

- **Análisis de información primaria**

Para la selección de las variables se consideró que la tipificación debe permitir la visión integral de los sistemas a través de la consideración de variables de diversa índole, es decir deben ser multivariada y discriminatorias, que contribuyan a establecer diferencias dentro de la estadística descriptiva y definir el impacto que los sistemas agrícolas tienen sobre el recurso hídrico. Si la variable es cuantitativa, es útil basarse en el coeficiente de variación, algunas de las variables cualitativas que se consideran de alto impacto deben ser codificadas para poder hacer el análisis multivariado y determinar cuáles son las variables que más contribuyen al impacto del recurso agua – suelo, pero en general, para las variables cualitativas, el análisis se hace mediante la distribución de frecuencias.

Basado en los estudios de Cortez et al., (2015), Coronel y Ortuño, (2005), Köbrich et al., (2003), y Escobar y Berdegué, 1990. Se seleccionaron 137 variables agrupadas en las siguientes áreas temáticas: componente físico (2 variables), Administración (7 variables), Comercialización (4 variables), componente ambiental (20 variables), componente socioeconómico (18 variables), conservación de los recursos naturales (4 variables), servicios de apoyo a la producción (9 variables) y tecnología local de producción (63 variables).

A las 137 variables que se seleccionaron entre continuas o cuantitativas y categóricas o cualitativas no ordinales se les realizó una codificación, donde se tuvieron en cuenta diferentes grupos de respuestas y se les asignó un código para facilitar su análisis (Coronado, 2007). En la tabla 5, se presenta un ejemplo de la codificación de las variables categóricas o cualitativas utilizadas para el análisis. En el Anexo 2 se presenta el listado de las 32 preguntas categóricas.

Tabla 5. Ejemplo de variables y sus escalas de medición

Tipo de variable	Ejemplo de variable	Valores de la variable	Respuesta	Codificación
	Género del cabeza de familia	Masculino; Femenino	Nominal	0.Femenino 1.Masculino

Categórica o cualitativa	El sistema agrícola está certificado en BPA	Sí; No	Nominal	0.Sí 1. No
---------------------------------	---	--------	---------	---------------

Se estructuró una matriz de calificación de impacto con cada una de las variables, de cada una de las áreas temáticas de la encuesta, así: administración, comercialización, componente ambiental, componente físico, componente socioeconómico, conservación de recursos naturales, servicios de apoyo a la producción y tecnología local de producción. Para cada área temática se estructuró un factor de ponderación cuya sumatoria es igual a 1, queriendo decir que todas las variables contribuyen al impacto del recurso suelo – agua. Los sistemas agrícolas que tengan mayor valor, fueron considerados los de mayor impacto.

- **Análisis de datos**

Se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- **Análisis descriptivo:** se realizó con el fin de visualizar los datos en gráficos e identificar características sobresalientes e inesperadas, pretendiendo caracterizar el conjunto con la menor distorsión o pérdida de información posible (Orellana, 2001).
- **Análisis de Componentes Principales (ACP):** Se utilizó el procedimiento Princomp, para resumir patrones comunes de variación entre variables, para a través de nuevas variables multivariadas, describir el conjunto de datos. Se ordenan por la cantidad de varianza original que describen, por lo que la técnica es útil para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Esta convierte un conjunto de observaciones de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto de valores de variables sin correlación lineal llamadas componentes principales (Peres-Neto, et al., 2005). Se tuvieron en cuenta para el análisis multivariado 81, y se eliminaron 46 por tener un coeficiente de variación por debajo del 50% por lo tanto una capacidad discriminante débil.
- **Análisis de correlación de variables:** Se determinó mediante el procedimiento Proc Corr, el grado de asociación entre las variables representativas de los componentes principales
- **Análisis clúster:** se utilizó el programa SAS⁸, Proc clúster y se seleccionó el criterio de afectación de Ward para la obtención del dendrograma, con el fin de identificar grupos lo más homogéneos posibles de sistemas agrícolas, los cuales se denominarán clusters. Dentro de cada clúster los sistemas agrícolas tienen características similares entre ellos (Mooi et al. 2011). Este análisis permite, clasificar los sistemas agrícolas con base en sus características y de esta manera agruparlos (Vega y Arévalo, 2014).

2.2. Metodología Objetivo 2

2.2.1. Muestreo para detección de pesticidas en agua, suelo y cebolla

- **Definición de parcelas y puntos de muestreo**

Se definieron cinco sistemas agrícolas representativos de la zona de estudio (Figura 6) que se encontraran en cada una de las microcuencas que conforman la red hídrica de la zona alta de la cuenca. Las fincas fueron escogidas dependiendo de la ubicación del predio respecto de una fuente hídrica cercana y ubicada en una microcuenca y que representara cada uno de los

⁸ Software utilizado por estadístico encargado del análisis de datos con licencia personal

grupos obtenidos en el clúster del objetivo 1. Se definieron también teniendo en cuenta la disposición de los dueños y/o administradores para la toma de muestras de suelo y cebolla, además del trabajo de campo que se requería para obtener los resultados esperados, tal como lectura de pluviómetros y recolección, marcación y diligenciamiento de fichas técnicas.

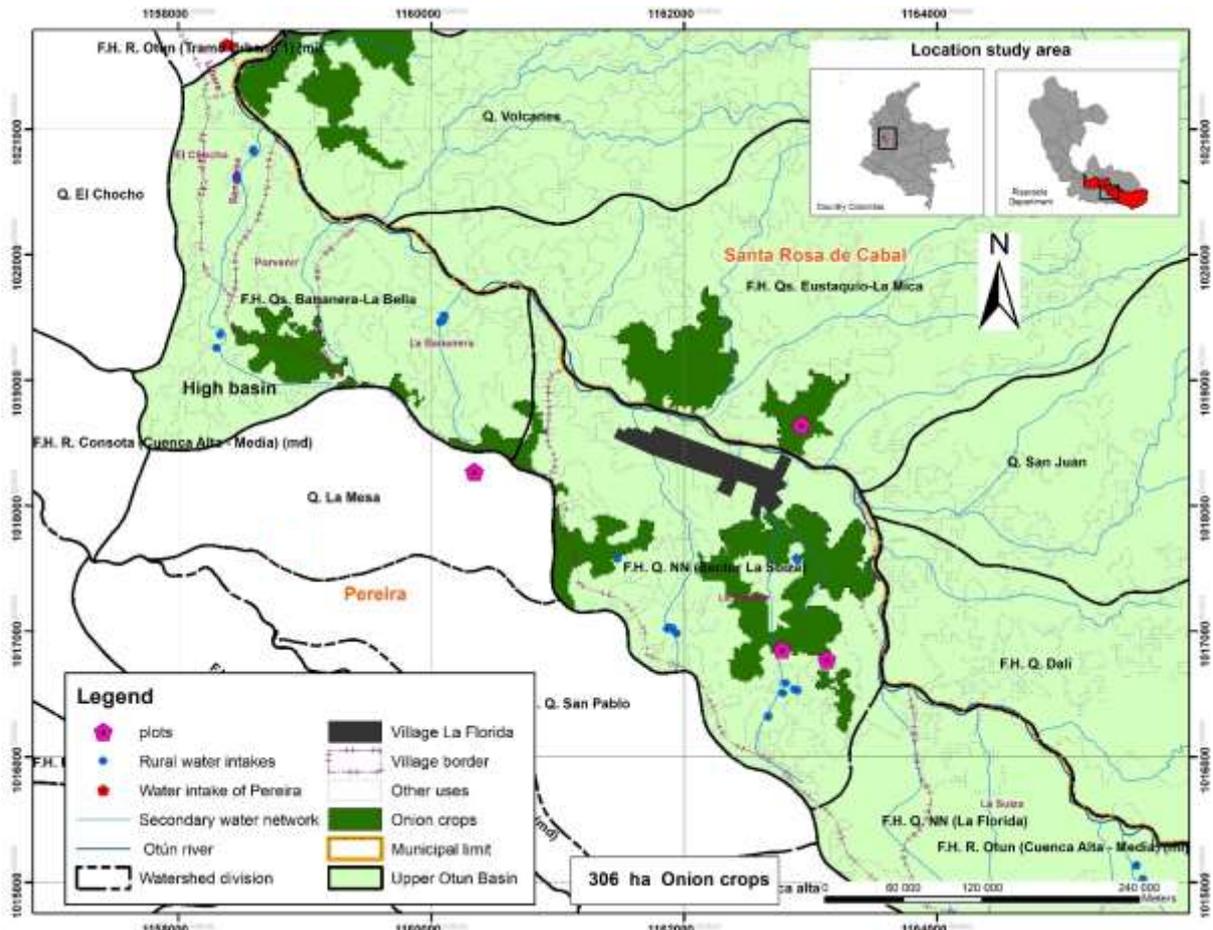


Figura 6. Mapa de sistemas agrícolas seleccionados para instalación de parcelas y toma de muestras

Los sistemas agrícolas seleccionados, fueron cuatro (4) pertenecientes al municipio de Pereira y uno (1) a Santa Rosa (puntos rojos en el mapa)⁹. En estos mismos sistemas, se tomaron muestras de suelo y cebolla para su posterior análisis de pesticidas, y en las fuentes hídricas aledañas a dichos puntos, se tomaron los muestreos de agua ver (Tabla 6).

Tabla 6. Predio seleccionado para muestreo

Municipio	Vereda	Predio
Pereira	La Bella	El Edén
Pereira	Manzano Alto	Guayabito
Santa Rosa	La María	La Isabela
Pereira	Manzano Alto	El Manzano
Pereira	Manzano Alto	Alto Bonito

Para los muestreos de agua, los puntos de toma de muestra fueron los siguientes:

Tabla 7. Microcuencas y código de punto de muestreo asociado

Microcuenca	Código
-------------	--------

⁹ Algunos puntos no coinciden con el área verde en el mapa que representa la cebolla, debido a que por la crisis del cultivo, han variado considerablemente las áreas y la cartografía no se encuentra actualizada.

Microcuenca El Chorro	P01
Microcuenca Castilla	P02
Microcuenca San Eustaquio	P03
Microcuenca El Manzano	P04
Río Otún (antes bocATOMA)	P05

La toma de muestras se llevó a cabo entre enero y agosto de 2017 para un total de seis (6) muestreos (ver Tabla 8).

Tabla 8. Fechas de muestreos de agua, suelo y cebolla

Muestreo	Fecha de muestreo
1	3 de marzo de 2017
2	3 de abril de 2017
3	30 de mayo de 2017
4	26 de junio de 2017
5	4 de julio de 2017
6	1 de agosto de 2017

- **Toma de muestras y análisis de pesticidas en agua, suelo y cebolla**

En convenio con el Grupo de Investigación Oleoquímica de la Universidad Tecnológica de Pereira, se trabajaron los muestreos de pesticidas en agua, suelo y cebolla (ver Figura 7). Posteriormente, fueron llevados al laboratorio para su análisis e interpretación de resultados.



Figura 7. Toma de muestras de agua (derecha) y toma de muestras de suelo (izquierda)

Los muestreos se realizaron siguiendo las recomendaciones establecidas por la guía para el monitoreo de vertimiento, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM las normas NTC-ISO que se relacionan a continuación:

- NTC-ISO 5667-2- Guía para el muestreo de agua – Técnicas generales de muestreo.
- NTC-ISO 5667-3- Guía para el muestreo de agua – Preservación y manejo de muestras.
- NTC-ISO 5667-6- Guía para el muestreo de agua, ríos y corrientes.

Los muestreos de cebolla, suelo y agua, se realizaron en los mismos sistemas agrícolas (figura 7) y en los mismos días (Tabla 8) para unificar todo el trabajo en las mismas áreas y relacionar los agroquímicos encontrados en suelo y cebolla del mismo sistema. En horas de la mañana de

cada una de las fechas de muestreo, se realizaron la toma de muestras de agua de forma simultánea en los cinco (5) predios, durante cuatro (4) horas, y a mitad de la mañana se realizaba el muestreo de suelo y cebolla.

- **Muestreo y análisis de cebolla**

Matriz: Cebolla junca

Sistemas agrícolas: 5 ubicados en la figura 7

Tipo de muestreo: Sistemático patrón de recorrido en zigzag

Método de captura de muestras/submuestras: Se realizó un recorrido en zigzag estimando muestrear el 4% del total de la plantación. Se muestrearon 100 plantas/ha para un estimado de plantación total de 2500 plantas/ha. Se establecieron 10 tramos del recorrido total en zigzag muestreando una planta cada 8 a 10 metros por tramo de recorrido.

Masa por submuestra: 0.1 kg o el equivalente a 1 o 2 cañas o tallos por planta muestreada

Peso de la muestra final: Reducido a 2kg por el método de cuarteo

Se estableció un programa de visitas semanales a los sistemas de producción con el fin de cubrir las diferentes fases del cultivo de acuerdo con el manejo de plaguicidas que realizaron los productores desde la fase de semillero (0-30 días); hasta la fase de cosecha (80 días-cosecha), registrando cada uno de los plaguicidas empleados en cada fase, dosis y número de aplicaciones. Al finalizar el ciclo de cultivo se tomaron muestras de cebolla junca (*Allium fistulosum*) de acuerdo con la metodología establecida en el Reglamento Técnico de Costa Rica 213 (RTCR, 1998) y en el Real Decreto Español 290 (RDE, 2003).

Las muestras recolectadas fueron transportadas hasta el laboratorio de Oleoquímica de la Universidad Tecnológica de Pereira, donde el peso de cada muestra se redujo por cuarteo hasta 1 kg de acuerdo a la metodología establecida por Dramiński & Zagorzycki, (1984). Posteriormente se lavaron, secaron y homogenizaron antes de su análisis.

La extracción del plaguicida en cebolla, se basó en la metodología descrita por Gamón et al., (2001) con algunas modificaciones. Para cada curva de calibración de cada pesticida (analito), se calcularon los datos estadísticos necesarios para la confiabilidad del método como coeficiente de correlación (R^2), desviación estándar (SD), coeficiente de varianza (CV), límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Para los diferentes métodos de extracción se calculó el porcentaje de recuperación; se realizó un análisis descriptivo por medio de medidas de tendencia central y de dispersión, empleando el programa SPSS versión 20. Se realizó el estudio de varianza para conocer la posible correlación entre las variables de campo y los resultados encontrados, así como la comparación con la normatividad vigente.

- **Muestreo y análisis de suelo**

Matriz: Suelo

Sistemas agrícolas: 5 ubicados en la figura 7

Tipo de muestreo: Sistemático patrón de recorrido en zigzag

Método de captura de muestras/submuestras: Se realizó un recorrido en zigzag aprovechando los tramos del recorrido escogidos del muestreo de material vegetal, tomando

submuestras cada 30 metros por tramo (tomando como base 10 tramos del recorrido total para cubrir el área de 1 ha. De esta forma se tomaron entre 20 y 30 submuestras por sistema agrícola para componer la muestra de 5kg y obtener una muestra compuesta disturbada.

Profundidad del muestreo: 20 cm desde la superficie

Masa por submuestra: 0,2 kg

Peso de la muestra final: Reducido a 2kg por el método de cuarteo

Para la estandarización se tomó una muestra del mismo tipo de suelo (de la zona) pero libre de plaguicidas que se adquirió de las inmediaciones de la granja Guadalupe ubicada en el corregimiento de la Florida, la muestra se tomó de un lugar donde nunca se ha realizado alguna clase de cultivos ni se ha utilizado algún tipo de pesticida para el control de alguna plaga, la muestra se tomó del horizonte superficial del terreno a una profundidad de 0-30 cm, la cual se secó en un horno a una temperatura de 35°C. Se utilizó un cuarteado para eliminar las ramas y los sólidos que dificulten la manipulación de las muestras para las extracciones del método.

- **Muestreo y análisis de agua**

Las muestras de agua se tomaron en cuatro (4) puntos aledaños a cultivos de cebolla junca tal y como se muestra en la Tabla 9. Se tomaron seis submuestras en el tramo de la corriente. La extracción del pesticida se realizó primero estandarizando el método y validando el mismo según Flores-García et al., (2011). Finalmente, el método analítico se calculó de acuerdo con la directiva para el marco del agua de la Unión Europea (European Water Framework Directive).

Tabla 9. Muestreo de agua superficial

Tipo de muestra	Compuesta
Duración del muestreo (horas)	4
Tiempo de composición muestras (horas)	4
Total de muestras	1
Frecuencia toma de alícuotas (minutos)	15
Tipo de Aforo	Volumétrico en fuentes pequeñas y correntométrico en fuentes con mayor caudal
Volumen de composición de la muestra	10 litros

2.2.2. Modelación de pesticidas con software PIRI (Pesticide Impact Rating Index)

Los muestreos de agua, suelo y cebolla, sirvieron para encontrar rastros de pesticidas en dichas matrices, sin embargo, y por temas de presupuesto, únicamente se pudieron evaluar químicos organoclorados y organofosforados, seleccionados debido a los impactos a la salud humana y los ecosistemas. Con el fin de evaluar la movilidad hacia la fuente hídrica del resto de los pesticidas reportados por los agricultores en las encuestas realizadas en el objetivo 1, se aplicó el índice PIRI en cuatro (4) de los predios seleccionados en la figura 7. Para alimentar el índice, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- **Instalación de parcelas de escorrentía**

Se instalaron parcelas de área de un (1) m², delimitada con láminas plásticas de 25 cm de altura (ver Figura 8). En la parte baja de la parcela se acondicionó un tubo colector PVC de 2", que transportaba el agua de escorrentía a un sitio de almacenamiento (bolsa plástica con capacidad para 10 litros). Es importante tener en cuenta que las parcelas de escorrentía sólo se usaron para

evaluar la pérdida de suelo y no para analizar el agua de escorrentía en laboratorio, pues para eso fueron los muestreos anteriormente descritos.



Figura 8. Parcelas de escorrentía

Durante seis (6) meses, se tomaron las muestras de suelo que quedaban almacenadas en las bolsas ubicadas a la salida de la parcela¹⁰ luego de cada evento de precipitación o labores comunes del cultivo de cebolla, pues los campesinos realizaban sus prácticas en la parcela, de la misma forma que en el resto del cultivo. De esta forma, las bolsas se marcaban según el evento registrado, p.e.: Precipitación, 2 de abril; labores de cosecha 5 de abril.

Cada semana, se realizaba un recorrido por las parcelas, para recoger las muestras recolectadas. Para determinar el suelo perdido, se llevaron al laboratorio las muestras a la cual se le adicionó una solución de sulfato de aluminio a una concentración de 48 ppm, para 24 horas cuando el sedimento suspendido es precipitado remover el agua remanente. Se pasa el sedimento por filtro y se seca en estufa a 52° durante seis horas, y ser pesada nuevamente. A partir de esto se hacen los cálculos para determinar la pérdida de suelo por eventos antrópicos realizados al cultivo y escorrentía por eventos de precipitación.

- **Instalación de pluviómetros**

Se instaló en cada parcela de escorrentía, un pluviómetro de cazaleta con datalogger, para toma de datos pluviométricos, pluviográficos y de temperatura del aire cada minuto.

- **Determinación de pérdida de suelo**

Para calcular la pérdida de suelo, se tuvieron en cuenta los datos obtenidos en las parcelas de escorrentía donde con los datos de peso seco del suelo se determinó la pérdida de kg/ha/ciclo de la cebolla la cual, se pasó a ton/ha/año. Para obtener las muestras de suelo, se recolectaron las bolsas plásticas ubicadas en la parte inferior de las parcelas, las cuales habían sido marcadas previamente con el evento asociado, es decir, si el suelo había sido removido por un evento de precipitación o si por el contrario se debía a una labor cultural como siembra, cosecha, aplicación de insumos, entre otros.

¹⁰ Bolsas especiales con para 20kg de peso.

- **Software PIRI**

Se instaló el software libre PIRI desarrollado por CSIRO Commonwealth Scientific and Industrial Research y el Center for Environmental Contaminants Research con el soporte de Water & Land Australia en 1996, con el fin de calcular la movilidad de un pesticida y su posible efecto sobre la calidad del agua teniendo en cuenta su toxicidad, propiedades químicas, frecuencia de aplicación, condiciones locales del sitio junto con variables estacionales y de suelo (Kookana et al., 1998). Se procedió a ingresar la información de los pasos anteriores y se determinó la forma en la que se deseaba evaluar la movilidad y toxicidad de los contaminantes. Se decidió trabajar con % de materia orgánica, la cual se extrajo de un estudio de suelos realizado en la cuenca y para la toxicidad a especies blanco se seleccionó LC50 Trucha Arco iris y LC50 Daphnia. Algunos compuestos fueron comparados con el Health Advisory Limits USEPA relacionado con la toxicidad para seres humanos. De allí, cada compuesto arrojó el impacto por movilidad al agua superficial y el impacto por toxicidad.

2.3. Metodología Objetivo 3.

Teniendo en cuenta la participación como eje fundamental para la generación de estrategias que permitirán un avance hacia la armonización de los sistemas agrícolas con el uso del agua, se tomó como base del proceso metodológico IAP (investigación-acción participativa), ya que es una metodología idónea para la búsqueda de soluciones a conflictos que se dan de forma colectiva; en combinación con la Metodología de Investigación Mixta, teniendo en cuenta que, para el desarrollo de los objetivos específicos y el cabal cumplimiento del objetivo general, es necesario hacer uso de datos de distinta naturaleza, tanto cualitativos como cuantitativos.

En este orden de ideas se propuso un diseño metodológico (Tabla 10) que se dividió en tres (3) fases, siendo estas, la fase exploratoria, fase diagnóstica y fase propositiva. Para la primera fase, las actividades fueron enfocadas principalmente a la búsqueda de datos a partir de distintas fuentes de información para posteriormente ser recopilada y analizada, lo que permitió una mayor comprensión de los requerimientos y necesidades que plantearon los productores. Adicionalmente, se realizó un taller con el grupo interactuante, en el que se abordaron los resultados obtenidos por el grupo investigador en cuanto a la contaminación de la corriente hídrica asociada al uso de pesticidas en el cultivo de cebolla.

La segunda fase tuvo como propósito emitir un diagnóstico acerca de las necesidades que plantean los productores de cebolla, que para este caso serán quienes conformen el Grupo Interactuante. Por tanto, para la identificación de dichas necesidades se tomó como insumo la información obtenida mediante el desarrollo de la fase anterior y se sumó a la recopilada durante la segunda fase, haciendo uso de técnicas como la Observación Simple y valiéndose de instrumentos como el taller de lluvia de ideas.

Una tercera fase enfocada a la generación de estrategias para la armonización, generadas de forma conjunta con los productores de cebolla de la zona y expertos, orientada a la implementación de buenas prácticas agrícolas del cultivo en cuestión, mediante el desarrollo de un taller de lluvia de ideas. Con los expertos, se trabajó también el método Delphi, que permitiera la identificación de estrategias a nivel técnico, para el mejoramiento del proceso de cultivo, manejo y conservación de suelos y en general de salud del ecosistema. Es así como todas las estrategias planteadas, obedecen a lógica de lo encontrado en la cuenca en la caracterización de las prácticas, la observación del territorio, el diálogo con los campesinos y la consulta a expertos.

Tabla 10. Diseño Metodológico

Objetivo general: diseñar estrategias para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla en la cuenca media-alta del río Otún					
Objetivo específico	Fase	Actividad	Técnica	Instrumento	
Socializar la problemática ambiental de la cuenca media – alta del Río Otún, asociada a las actuales prácticas agrícolas del cultivo de cebolla	Descriptiva	Socialización de resultados obtenidos en la Evaluación de Prácticas Agrícolas	Taller de Socialización		
Establecer las necesidades del grupo interactuante para la implementación del cultivo de cebolla	Diagnóstica	Recolección de información primaria	Observación Simple	Taller lluvia de ideas	
		Identificación de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas	Análisis DOFA Reunión de expertos	Matriz DOFA Método Delphi	
Diseñar estrategias de forma conjunta con el grupo interactuante para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla	Propositiva	Búsqueda de estrategias	Observación Simple	Taller lluvia de ideas	
		Diseño de estrategias para la ejecución de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla			
		Matriz de priorización de acciones			

• **Instrumentos**

La parte cuantitativa, está relacionada con el análisis de los datos obtenidos de la encuesta, relacionados con frecuencias y volúmenes de aplicación de pesticidas, la cual, será información relevante a la hora de la consulta con expertos para la generación de estrategias técnicas.

La investigación cualitativa está relacionada con los talleres de lluvia de ideas, donde los campesinos no sólo brindan información, sino también que tienen el espacio para expresar sus sentimientos a cerca de las problemáticas que van saliendo a flote durante el ejercicio.

○ **Taller de lluvia de ideas**

Brainstorming o lluvia de ideas es una técnica de grupos creada en 1941 por Alex Osborn, con el fin de crear un proceso interactivo de grupo, no estructurado, los cuales resultan en una emergencia de ideas, mejores que si se trabajaran de forma independiente. Para la generación de las ideas con el grupo interactuante de campesinos de la cuenca, se realizó de forma no estructurada o de flujo libre, teniendo en cuenta la siguiente ruta (Vazquez, 2013):

- Presentación de los participantes y agradecimiento por su participación
- Presentación del trabajo y objetivo central de la reunión
- Escritura de la idea central (utilizando un tablero), que en el presente estudio es: “La problemática de los cultivos de cebolla con relación a la contaminación del agua por el uso de insumos químicos y en general de las inadecuadas prácticas”.
- Cada participante, escribir su idea referente al tema, en el menor número de palabras posible (no interpretar o cambiar las ideas)
- Revisar la lista para verificar su comprensión
- Eliminar ideas iguales o aspectos fuera del tema.

Es importante que ninguno de los participantes se sienta cohibido y que pueda expresar sus ideas libremente.

○ **Matriz DOFA**

A partir del análisis DOFA, se estructuró de manera más certera, el tema de los ajustes tecnológicos que se deben realizar en los cultivos de cebolla, con el fin de mitigar la contaminación de suelo y agua y los impactos en la salud humana que, si bien no se midieron, se sabe, están latentes por el uso de insumos químicos. Esta técnica de finales de los años 60 refiere la importancia de emplear las fortalezas, para aprovechar las oportunidades, pero con el reto de superar las debilidades.

Análisis interno:

- “Debilidades” se refieren a aspectos adversos de capacidad interna (de las fincas productoras) con relación al cambio en la forma de producir.
- “Fortalezas” se refieren a aspectos adecuados de capacidad interna de los productores en sus fincas.

Análisis externo:

- Las “Oportunidades” se refieren a asuntos del medio físico o sobre los cuales no se tiene injerencia, bien sea por capacidad de control o por la naturaleza y/o escala del asunto y que representan cierta conveniencia.
- y las “Amenazas” se refieren a asuntos del medio físico o sobre los cuales no se tiene injerencia, bien sea por capacidad de control o por la naturaleza y/o escala del asunto y que representan una limitación o peligro.

El análisis externo, incluye aspectos normativos, políticos, demográficos, etc.

Se siguieron los siguientes pasos para la construcción de la matriz (Reyes, 2009):

- Selección del grupo de productores con vasta experiencia en el cultivo y que llevan con el mismo, mínimo un año.
- Socialización previa de los resultados obtenidos en la presente investigación
- División del grupo en diferentes elementos, es decir, cada grupo trabajó, según se asignaba, debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.
- Socialización de los resultados con los demás grupos.
- Puesta a prueba de las variables obtenidas. En este punto, se sometió cada idea a los siguiente:
 - Comprobar que el factor pueda ser medido con hechos concretos que demuestren su existencia (evitar emitir simplemente opiniones).
 - Comprobar que cada factor identificado pueda aplicarse para el conjunto de productores de la zona.
 - Asegurar que cada factor identificado ejerza su influencia como mínimo en un ciclo temporal de un año (tres ciclos de cosecha de cebolla).
 - Idea seleccionada por consenso de la mayoría de participantes.
- Discusión de las estrategias resultantes.

- **Método Delphi**

El Método Delphi, puede ser definido como una técnica que tiene como objetivo la recolección de información, teniendo como base la opinión o el criterio de expertos en una determinada área. Lo anterior con el propósito de encontrar la opinión de consenso con mayor confiabilidad, respecto a la serie de expertos consultados. Los integrantes del panel de expertos deben atender a una serie de cuestionarios de manera individual, que a su vez, se entremezclan con retroalimentación de lo manifestado por el grupo, dando lugar a una exploración abierta y de mayor profundidad como búsqueda de una opinión que represente al grupo (Reguant, 2016).

Como menciona Varela et al., (2012), para que exista un nivel pertinente de consenso en situaciones en las que no hay disponibilidad de información objetiva, hacer uso del Método Delphi brinda la posibilidad de reunir y concertar conocimiento gracias a la participación de expertos.

Para Cabero e Infante (2014), existen una serie de posibles situaciones en las que es pertinente implementar el Método Delphi:

- La información es insuficiente o inexistente.
- El problema se presta para la exploración mediante juicios subjetivos sobre bases colectivas.
- Se requiere la participación de una cantidad mayor de expertos de los que pueden o es aconsejable que interactúen en un intercambio presencial.
- Los encuentros presenciales periódicos del grupo resultan muy costosos en tiempo o dinero.
- Se requiere un perfil de grupo heterogéneo y se intuye que esta diferencia puede ocasionar liderazgos dentro del grupo, que produzcan sesgos.
- Esta técnica resulta idónea, cuando se requiere el anonimato de los participantes que están dispersos geográficamente.

Para la aplicación del método se siguieron las fases mencionadas a continuación:

- Fase 1. Revisión de información
- Fase 2. Construcción del perfil y lista de expertos
- Fase 3. Construcción del cuestionario
- Fase 4. Primera ronda Delphi
- Fase 5. Análisis primera ronda
- Fase 6. Segunda ronda Delphi (si la primera no es concluyente), donde se analizarán a profundidad algunas preguntas seleccionadas, que requieran mayor detalle
- Fase 7. Análisis segunda ronda

Es importante recalcar, que el método se aplicó con relativamente pocos expertos (10) debido a que quiso hacerse con profesionales de la zona y de manera presencial, para la construcción de las estrategias.

○ **Matriz de importancia y gobernabilidad IGO**

Es una herramienta de priorización de variables a través del análisis estructural y la aplicación de la matriz IGO (Mojica, 2009). Se utiliza a menudo en prospectiva para decidir qué estrategias, objetivos o variables (factores en general) se deben priorizar. La importancia se relaciona con el peso relativo que tiene cada estrategia sobre el logro del objetivo de armonización. La Gobernabilidad se refiere al nivel de manejo que el sistema (Estado y comunidad rural) tiene sobre la estrategia. Las dos características se califican en una escala que permita distinguir, cuantitativa y cualitativamente, diferencias entre ellas. Con los resultados de esta doble caracterización se tienen cuatro grupos de variables que se ven en la Tabla 11 (Sánchez et al., 2013).

Tabla 11. Resultados matriz IGO

	Gobernabilidad	Alta	Baja
Importancia			

Alta	Alta importancia y alta Gobernabilidad: corresponde a las estrategias de aplicación inmediata. Son las estrategias con las que se puede lograr el mayor impacto a más corto plazo, sobre las cuales se tiene posibilidad de actuación e impactan positivamente al proceso de armonización	Alta importancia y baja Gobernabilidad: son estrategias cuya intervención debe hacerse dada su importancia, pero cuyos resultados estarán condicionados por la dificultad que se presenta al tener poder sobre su cambio.
Baja	Baja importancia y alta Gobernabilidad: son útiles para mostrar resultados a corto plazo, probablemente para ganar confianza o aclimatar un ambiente que permita mejorar el desempeño del sistema rural en el mediano y largo plazo.	Baja importancia y baja Gobernabilidad: son las que deben ser eliminadas en una primera fase para no desgastarse y para disminuir el “ruido” que introducen

Para lograr el anterior resultado, se debe llevar a cabo un proceso de calificación de las siguientes variables, cada uno con la justificación de la respuesta dada:

- **“Escala”** bien sea “municipal” en el caso que la estrategia sea general y con impacto desde todo el municipio o “local” en el caso que la estrategia sea específica o localizada en la zona de estudio.
- **“Ámbito”**, es decir si la estrategia va dirigida a la zona “urbana” o “rural” del municipio.
- **“Temporalidad”** en términos del tiempo requerido para concretar la estrategia. Corto cuatro (4) años, mediano ocho (8) años, largo 12 años o más.
- **“Posibles fuentes de financiación”** donde se mencionan las alternativas de financiación para el desarrollo de la estrategia.
- **“Importancia de la estrategia”**: se refiere a la importancia de la estrategia planteada en función de la armonización, es decir, la importancia en la disminución de la contaminación del agua. Las calificaciones, en caso de plantearse varias soluciones, no deben ser repetitivas (la misma calificación), toda vez que el propósito es priorizar.

Se calificaron según los siguientes criterios:

Juicio Verbal	Valoración Numérica
Muy Alta	4
Alta	3
Media	2
Baja	1

- **“Viabilidad técnica”**: se refiere a la posibilidad de concretar la estrategia respecto a la existencia de conocimiento, capacidades humanas, logísticas, científicas, tecnológicas y estudios previos que faciliten el desarrollo de las actividades requeridas.
- **“Viabilidad financiera”**: Se refiere a la posibilidad de concretar la estrategia respecto a la disponibilidad local de recursos financieros en cantidad suficiente para el adecuado desarrollo de las actividades en el tiempo requerido para las mismas.
- **“Viabilidad jurídico institucional”**: Se refiere a la posibilidad de concretar la estrategia respecto a las competencias legales de los municipios y de las capacidades organizacionales del sector público local para el desarrollo de las actividades.

Se calificó la viabilidad conforme a lo siguiente:

Juicio Verbal	Valoración Numérica
Alta	3
Media	2
Baja	1
Nula	0

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados Objetivo 1. Tipificación de Sistemas Agrícolas

3.1.1. Línea de tiempo, ocupación y transformación cuenca del Río Otún

Como se observa en la Figura 9, después de la construcción del camino del privilegio en 1855 y el camino real que pasaba del Quindío hacia Pereira, los habitantes se apropiaron del territorio a partir de 1914, intensificándose la presencia humana en 1920 (López y Cano, 2004). De allí, la construcción de relaciones sociales se fue entretejiendo en la medida que se realizaban intercambios de productos cosechados entre los habitantes y la economía de la zona era manejada por los habitantes locales (Valdés y Barragán, 2011).

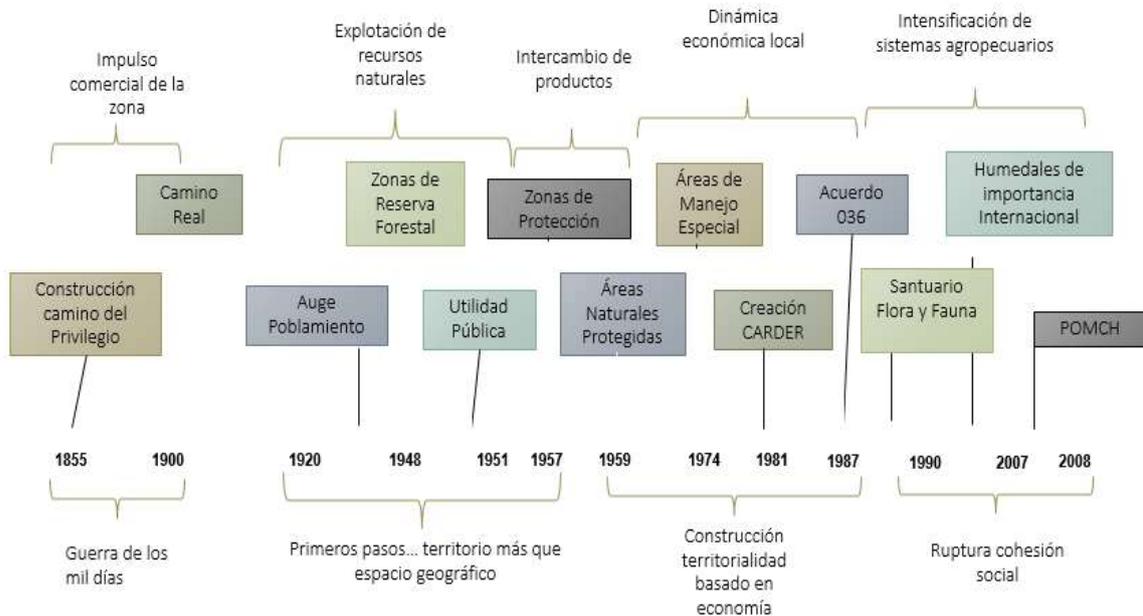


Figura 9. Línea de tiempo del conflicto en la zona de estudio

La configuración de diferentes paisajes producto de las interacciones de los habitantes con el entorno, como la instauración de los sistemas productivos y la tala de bosque para construcción y venta de madera empieza a generar impactos negativos sobre el río Otún, fuente abastecedora del municipio de Pereira y otras zonas del departamento de Risaralda, lo que genera la reacción de las autoridades ambientales. En 1948 cuando el Ministerio de Agricultura y Ganadería, declara las cuencas de los ríos Otún y San Eugenio como zonas de reserva forestal (CARDER, 2008). Y en 1951 mediante la Ley 4, se decreta la zona como de utilidad pública para iniciar el saneamiento de la cuenca, con lo que se restringen las actividades de los pobladores, incluyendo la prohibición de construcción de nuevas viviendas (Valdés y Barragán, 2011), con el fin de garantizar el agua para la población y el riego para las mismas actividades ya instauradas (UAESPNN y MINAMBIENTE 1998).

La firma Ardeco en 1957 plantea varias propuestas urbanísticas, en las que se definieron los márgenes de ríos y quebradas, como zonas de protección (López y Cano, 2004). Para 1959, se da la declaratoria de áreas naturales protegidas del nivel nacional, regional y local y se crea el Parque Nacional Natural los Nevados (CARDER, 2008) enfocado a la conservación y protección de los recursos naturales.

En 1974, se amplían las categorías para la conservación con las que se esperaba una mayor flexibilidad para la destinación del territorio a otras zonas. Con el Decreto – Ley 2811, el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente se definen las “Áreas de Manejo Especial” y dentro de ellas las categorías de Distrito de Manejo Integrado y Áreas de Recreación, Cuencas Hidrográficas, Distritos de Conservación de Suelos y Sistema de Parques Nacionales (CARDER, 2008).

Tras el surgimiento de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER- en 1981, se reglamentan, en 1987 mediante el acuerdo 036, “se declara como área especialmente protegida para la conservación de la calidad del agua del río Otún aprovechable para el acueducto de Pereira y Dosquebradas, toda el área de drenaje de la cuenca del río Otún, comprendida hacia el oriente del meridiano que pasa por la desembocadura de la quebrada San José. Se establecen las siguientes acciones:

- Se declara como área especialmente protegida para la conservación de la calidad del agua.
- Se prohíben todas las nuevas construcciones con destino a vivienda, alojamiento y/o sostenimiento permanente de animales confinado en grupo, cualquiera que fuera su especie.
- Se prohíbe el incremento del área total de los cultivos transitorios.
- Los abonos, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas y en general todos los agroquímicos utilizados en el mantenimiento de la calidad de los cultivos, deberán ser aplicados según las dosis y recomendaciones estipuladas por normas vigentes del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Se prohíbe la construcción o establecimiento de factorías o industrias de procesos físico-químicos.

Se crean en 1990 los Parques Regionales Naturales La Marcada y el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, y en 2007 se declara la laguna del Otún y todo el complejo de humedales de la zona en la lista de humedales de importancia internacional.

Diferentes actores sociales, han reconocido como coyuntural, la prohibición sin consulta alguna, de diferentes procesos productivos de la zona que, pese a que tienden a garantizar seguridad alimentaria y son llevados a cabo de forma armónica con el entorno, son amenazados por la normatividad. Tal es el caso de la ONG Los Genaros, la cual se ve amenazada constantemente por la intervención de entidades gubernamentales y empresas de servicios públicos por encontrarse ubicados dentro de la zona de amortiguación del parque nacional natural los nevados. Al tiempo que se desconoce el proceso agrícola y las prácticas conservacionistas allí implementadas (López y Ramírez, 2008).

Aproximadamente el 50% del predio de Los Genaros, está destinado a la conservación de la microcuenca del Río San Juan y en general los cultivos, son manejados con bases agroecológicas, donde no se utilizan insumos químicos y se pretende conservar la biodiversidad de la zona.

Las ONGs Danteros y Soledad de Montaña, enfocadas principalmente a la conservación, el ecoturismo y el apoyo comunitario identifican la problemática de restricción y apoyan las iniciativas sociales de diálogo con las instituciones (Barragán y Valdés, 2011).

Durante el desarrollo del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Otún empresas y ONGs, entre ellas Pez Fresco y las organizaciones no gubernamentales ya mencionadas, Genaros, Danteros y Soledad de Montaña y la junta de acción comunal del corregimiento de la

Florida, reconocieron que la ampliación de áreas para protección, la reducción de densidades de población, turismo desordenado, contaminación por pesticidas provenientes de los monocultivos principalmente el de la cebolla y divorcio con formas antiguas de producción, son problemáticas que deberían ser atendidas en los procesos de ordenamiento, pero teniendo en cuenta las percepciones locales y las realidades socioeconómicas y culturales (IBID).

Sin embargo, la zonificación ambiental resultante del POMCH, incorpora nuevas áreas de protección, que deben ser respetadas por el POT del municipio, pese a las percepciones de los habitantes, las nuevas áreas incluidas como zonas de producción están limitadas a lo que el POT decida hacer con ellas, lo que pone nuevamente, a condición de intereses políticos y económicos la participación social en el proceso de planificación. Como se mencionó anteriormente, además de los conflictos generados entre la población, a la cual se disminuyeron espacios de producción y se cambiaron de forma drástica costumbre y formas de cultivo, las problemáticas ambientales continúan.

Las primeras actividades agropecuarias respondían a unos cuantos predios con ganadería, avicultura y porcicultura y cultivos de fríjol, batata, arracacha, maíz, arveja y repollo, productos que eran vendidos en la plaza de Pereira y sacados a lomo de mula (López y Cano, 2004). Como parte de la actividad pecuaria, se introdujo en 1953 una especie foránea de pez, la trucha, la cual por sus hábitos carnívoros extinguió las especies de peces nativos (UAESPNN y MINAMBIENTE 1998).

Para el año 2008, el área cultivada responde básicamente a cultivos de café (solo o asociado), cebolla junca, caña panelera, cítricos y plátano (solo o asociado); en menor proporción la yuca, piña, morera, granadilla, fríjol, maíz y tomate; y otros como lulo, guanábana, guayaba, habichuela, papa y aguacate (CARDER, 2008).

El café, representaba un importante cultivo dentro de la cuenca, y con él se configuró una problemática ambiental relacionada con las prácticas de siembra y cosecha, pues se eliminaron áreas de bosque, entre ellas, áreas forestales protectoras del río, eliminación del café con sombrío y se instauraron monocultivos, lo que generó también procesos de erosión y el uso de agroquímicos que igualmente por infiltración y escorrentía pudieron llegar a las fuentes hídricas (CARDER, 2008). Otros cultivos como el de plátano y aromáticas que de igual forma usaban agroquímicos, realizaban mala disposición de los recipientes y otros insumos, como por ejemplo las bolsas para cubrir los plátanos, lo que generó contaminación no sólo de las aguas, sino también del suelo.

El cultivo de cebolla, ha retomado especial importancia por ser la base de la economía de la zona, el sustento de varias familias, generar importantes problemas de contaminación del agua y del suelo (CARDER, 2008) y también por configurar un profundo conflicto social. Sumado, está la utilización de la gallinaza fresca como única y exclusiva fuente de fertilización del cultivo y su aplicación en forma superficial, alrededor de la planta, lo que ha llevado a considerar, por técnicos, productores y la comunidad en general, esta práctica como contraproducente desde el punto de vista ambiental y social, puesto que de ella se derivan dos problemas que afectan a la comunidad como es la "alta proliferación de mosca doméstica", la cual se incuba en la materia orgánica y "la gran emisión de olores desagradables al ambiente" (Castellanos, 1999).

Actualmente el 67% de los productores aplica fertilizantes químicos a sus cultivos. El cultivo en el que más fertilizantes químicos se utilizan es la cebolla y en total se ha reportado el uso de 20 Fertilizantes químicos. Se confunden los fungicidas con fertilizantes (Suárez, 2007). En cuanto a recurso hídrico, varios estudios han sido realizados en la zona por parte de diferentes entidades interesadas en conocer la calidad de agua del río, como la empresa Aguas y Aguas de

Pereira con el apoyo también de grupos de investigación pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Pereira. Benites et al., (2007) han encontrado:

- Incremento en los niveles de compuestos nitrogenados originados de los vertimientos de las zonas avícolas, porcícolas y agrícolas;
- Utilización de agroquímicos, fungicidas y herbicidas en los cultivos permanentes, semipermanentes y transitorios;
- Disminución del caudal del río y arrastre de desechos sólidos;
- Aprovechamiento de material de arrastre del río y madera de las plantaciones sin aplicación de técnicas que reduzcan los daños.

Actualmente, luego de la actualización del POMCA del río Otún en 2017, la zonificación ambiental establece que la zona de estudio (círculo rojo en la Figura 10) donde se tienen los sistemas agrícolas de la cebolla, pertenece en la zonificación, a áreas complementarias para la conservación.

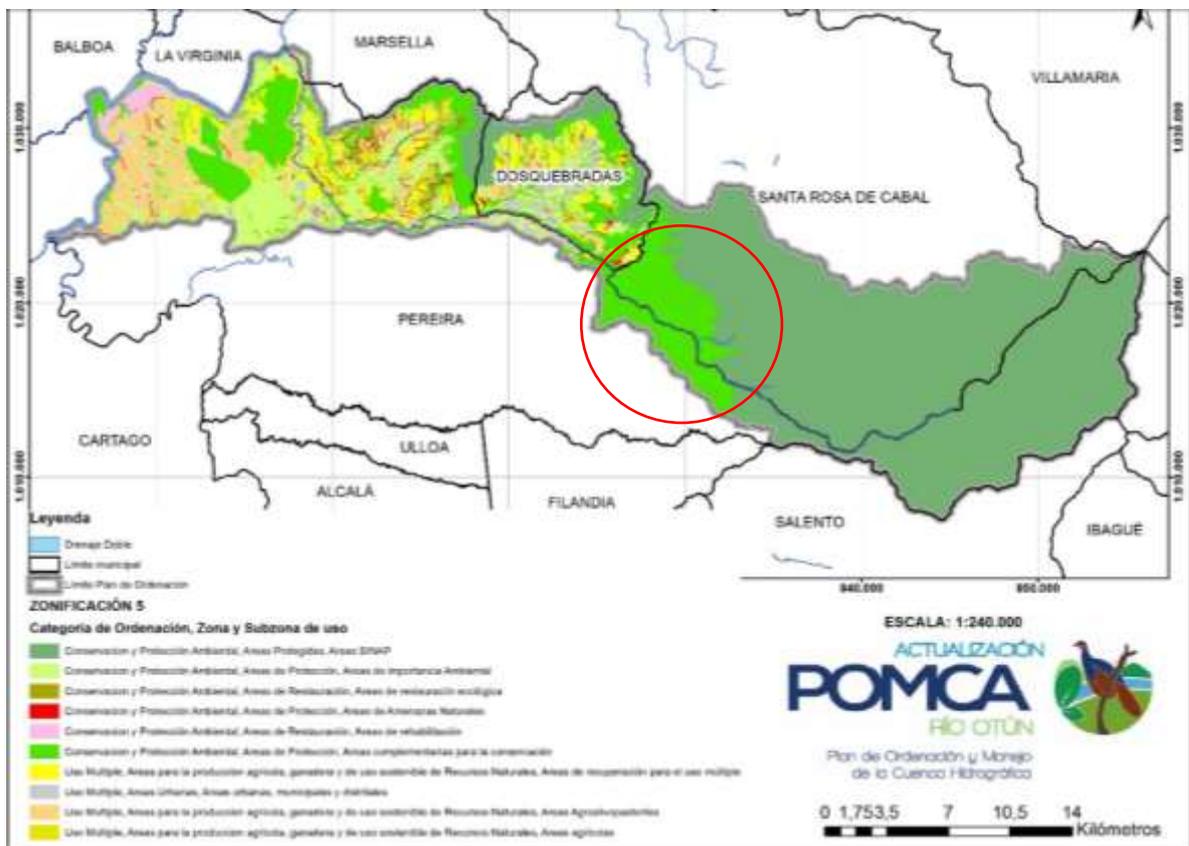


Figura 10. Paso 5 Zonificación Ambiental. Paso 4 más conflictos ambientales
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017

3.1.2. Tipificación

Con el fin de realizar una investigación que integre a cabalidad la realidad de los campesinos de la zona y tratar de armonizar la actividad económica y cultural con el uso del agua, se analizaron las variables socioeconómicas que, de forma integral, pudieran dar respuesta al manejo que se le da al cultivo de cebolla en la zona, pues son las características culturales, las que determinan los modos de producción. La tipificación, permitió identificar los grupos de fincas, en la cuenca alta, la cual arrojó importantes resultados en los diferentes aspectos evaluados. A continuación, se presentará un resumen de las variables más importantes.

De acuerdo a la estratificación el resultado obtenido es que de los 88 sistemas agrícolas donde predomina el cultivo de cebolla en la zona de estudio, 22 predios son los seleccionados para realizar la investigación. En la Tabla 12 se presenta el tamaño de muestra según los estratos.

Tabla 12. Número total de predios (N) y tamaño de la muestra de acuerdo al tamaño de los predios de cebolla en la cuenca media – alta del río Otún.

Estrato	Descripción	Número de predios N	Número de predios n´
1	≤ 1.0 ha	70	16
2	> 1.0 ≤ 3.0 ha	13	4
3	> 3.0 ha	5	1
Totales		88	22

En el rango 1 se encuentran pequeños productores que venden la cebolla en fresco o se la entregan a grandes productores quienes hacen transformación primaria consistente en pelarla, lavarla y empacarla. En los rangos 2 y 3, se encuentran medianos y grandes productores de cebolla junca, que hacen transformación primaria, tienen canales de comercialización definidos y además son comercializadores, algunos de estos entregan terrenos en arrendamiento o en el modelo de aparcería a pequeños productores. Esta información se consiguió con ayuda de los productores de la zona que acompañaron el acercamiento inicial y quiénes pertenecen a asociaciones de agricultores.

Las variables referidas a cada uno de los componentes seleccionados, se presentan a continuación, luego de realizar un análisis descriptivo.

- **Variables componente socioeconómico**

La Tabla 13 se muestra el promedio de las respuestas obtenidas en todos los sistemas agrícolas donde se realizaron las encuestas, referidas a las variables socioeconómicas.

Tabla 13. Promedio respuestas encuesta Componente Socioeconómico

Variables de Componente Físico y Socioeconómico	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
Altura (msnm)	1803 m
Edad del propietario	56,7 años
Relación del encuestado con el sistema agrícola	Categoría Administrador: 8
Número de miembros por Familia	4 miembros
Sexo del cabeza de familia	Masculino: en 20 predios el cabeza de hogar es hombre
Ocupación del cabeza de familia	Agricultor
Nivel de escolaridad del cabeza de familia	Primaria: 14 casos.
Edad cabeza de familia	Promedio: 57,3 años
Número de personas que dependen del cultivo	4
¿Viven de la producción?	19 familias
En qué % viven de la Producción	10 familias dependen en su totalidad de la producción
Contratan mano de obra	En 17 predios
Tenencia de la tierra	Distribuido igual entre aparcerero, arrendatario y propietario
Vive en la finca	16
Área total de la finca	Promedio 5.5 ha
Área cultivada en cebolla	Promedio 0,89 ha

De los resultados obtenidos en la encuesta respecto a las variables socioeconómicas, se observa una alta dependencia de los campesinos a la producción de cebolla puesto que el 45% depende en su totalidad de los ingresos del cultivo y un 86% depende en parte de los mismos. Esto nos indica, que se presenta una agricultura de tipo familiar que requiere muy baja contratación de mano de obra externa, pues de los 22 predios encuestados, 17 contratan una sola persona extra para las labores agrícolas.

Se revela la precaria situación de la zona rural y guían la explicación del porqué los campesinos direccionan sus modos de producción de la forma en que los hacen. Por un lado, el nivel de escolaridad es muy bajo, donde el 64% solo han cursado la básica primaria, y es una realidad que no sólo se viven en la zona de estudio sino en todas las zonas agrícolas del país con una gran brecha respecto a las zonas urbanas (Encuesta nacional de calidad de vida, 2103). De esta forma, al no tener una educación o una formación relacionada con su realidad agrícola, carecen de argumentos técnicos para la toma de decisiones sobre lo que puede resultar mejor a la hora de incrementar la producción, y es allí donde incurren en sobredosificación, aplicación de insumos que no son recomendados para el cultivo, formas de manejar la tierra que no son adecuadas entre otros (Guto et al., 2010).

Por otro lado, el tema de tenencia de la tierra, se evidencia que los campesinos no son los dueños de ésta, sino que en su mayoría son terrenos alquilados, lo que se soporta con lo reportado por Echeverri (2008), para la cuenca. Al no ser los dueños de la tierra, no existe ningún sentido de pertenencia hacia sus recursos como suelo y agua y no les interesa proteger los recursos para que estos duren en el tiempo, pues al no tener las condiciones adecuadas para la producción, simplemente buscan otro terreno para realizar las labores.

- **Variables componente servicios y apoyo a la producción**

En la Tabla 14 se muestra el promedio de las respuestas obtenidas en todos los sistemas agrícolas donde se realizaron las encuestas, referidas a las variables, servicios de apoyo a la producción.

Tabla 14. Variables Servicios de Apoyo a la Producción

Variabes Servicio de Apoyo a la Producción	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
¿Disponibilidad de agua?	21 predios.
¿Disponibilidad de energía eléctrica?	20 predios.
¿Disponibilidad de gas?	3 predios.
¿Disponibilidad de Internet?	3 predios.
¿Disponibilidad de distrito de riego?	2 predios
¿Pertenece a alguna asociación de productores?	2 productores
¿Recibe asistencia técnica?	6 productores
Frecuencia de la asistencia técnica (en meses)	El 27,3% de los casos tiene al menos una asistencia técnica cuando se solicita.

En general los predios cuentan con servicios de agua y eléctrico. El internet o el gas domiciliario presentan una cobertura del 14%. En el tema de asociatividad entre productores el 9% pertenece a alguna asociación, y de los 22 encuestados, seis (6) recibe asistencia técnica. La situación no responde a las apuestas regionales y nacionales pues según las políticas para el agro, la asociatividad representa importantes beneficios como comercialización asegurada, asistencia técnica por parte del estado, mayor posibilidad de acceso a créditos y formación empresarial¹¹. En este punto se presenta la segunda variable que es la asistencia técnica, la cual fue reportada en la encuesta con un 27%, teniendo en cuenta que gran parte de dicha asistencia ha sido por parte de casas comerciales que venden insumos químicos agrícolas.

En la estrategia de Transformación del campo del plan presidencial 2014-2018 “Todos por un nuevo país” se plantearon dos premisas fundamentales para el campo, implementar un sistema de asistencia técnica integral, que se articule con el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y tenga como punto de partida las necesidades de los productores y las condiciones de los mercados; y fortalecer figuras asociativas que mejoren las capacidades

¹¹ Ministerio de agricultura, revisado en mayo de 2018

productivas e implementar rutas para el emprendimiento y el desarrollo empresarial (Zabala, 2016).

Pese a lo anterior se nota la falta de compromiso de los entes territoriales a la hora de implementar estrategias en las zonas rurales, donde sólo se han centrado en restringir las actividades agrícolas más no en fortalecer canales para el mejoramiento de los mercados y de las prácticas agrícolas, pues por medio de la asociatividad y la asistencia técnica, es posible la organización rural y la articulación de esfuerzos y recursos en el territorio (Solarte, 2011).

- **Variables componente tecnología local de la producción**

De las variables de tecnología local de la producción, se quiso relacionar todo lo referente al cultivo y a la práctica que se tiene en la cuenca incluyendo insumos químicos aplicados, dosis, frecuencias y registro de dichos productos. También se incluyó el tema de buenas prácticas agrícolas y la certificación en BPA y Global GAP. En el Anexo 3 se encuentra el resultado del promedio de las respuestas obtenidas en la encuesta.

En cuanto a las prácticas básicas como las variedades de cebolla utilizadas, la procedencia de la semilla, la distancia entre surcos y plantas y el método de siembra, la mayoría de los predios encuestados coincide con lo reportado en la literatura (Castellanos, 1999; Corpoica, 2004 DANE, 2015). Prevalecen las variedades de cebolla *Pereirana* y *Beleña* y en menor medida *Bogotana*, *Aguazul*, *Pastusa* y *Tenerife*.

Generalmente, la semilla es obtenida de la misma finca o de la región con los predios vecinos, en casos muy particulares se compra en otras partes del país. Se encontró que en el 59% de los predios se utiliza una distancia entre surcos de 60 cm y en el 50% de los predios una distancia entre plantas de 30 cm.

De acuerdo al bajo porcentaje de buenas prácticas agrícolas implementadas se nota nuevamente la baja participación institucional en fortalecer y mejorar las condiciones rurales, centrándose más en esquemas de conservación bajo el modelo de parques naturales y zonas protegidas sin personas o con la menor intervención posible. Sería importante resaltar en este punto, destacados trabajos de armonización de prácticas agrícolas y asentamientos humanos con los objetivos de conservación de los ecosistemas habitados como es el caso de España donde existen casos de estudio en los que se ha logrado “un equilibrio simbiótico entre las actividades agropecuarias y la preservación del ambiente y la biodiversidad” (Segrelles, 2013).

a. Productos químicos: usos, frecuencias y volúmenes de aplicación

En el Anexo 4 se muestra con mayor detalle los resultados referentes a insumos químicos. En la Tabla 15 se presenta el número de los productos utilizados en los diferentes predios según categoría de control.

Tabla 15. Productos utilizados en cultivo de cebolla cuenca río Otún

Tipo de productos utilizados	Número de productos
Manejo de Plagas y Enfermedades	70
Manejo de Arvenses	14
Acondicionadores de Aguas y Coadyuvantes	9
Fertilizantes Granulados	5
Fertilizantes Cristales Solubles o Líquidos	17
Foliares y Activadores	22
Enmiendas Minerales (g/planta/sitio)	2
Enmiendas Orgánicas (g/sitio)	1

Como se observa, en la cuenca sobresale el uso masivo de productos para el control de *plagas y enfermedades* de la cebolla.

Las altas precipitaciones alteran la dinámica de las poblaciones de insectos debido a que, al sufrir daños los cultivos en sus estructuras por las fuertes lluvias, se vuelven más susceptibles a patógenos y plagas, además por estas condiciones las poblaciones se pueden redistribuir y empezar a ubicarse en cultivos no habituales, debido a que son dispersadas por el agua o el viento (Vásquez, 2011). Las sequías por su lado, hacen que las temperaturas de la planta cambien, influenciando la oviposición o alimentación de los insectos favoreciéndose generalmente las plagas denominadas invasoras (Hamada, 2011). “Se ha confirmado que insectos pertenecientes al orden *Hemiptera* y *Thysanoptera*, tales como los chinches y trips, son los más beneficiados bajo estas condiciones, puesto que el aumento en la temperatura favorece la tasa reproductiva de estos insectos (Vásquez, 2011)”.

- **Manejo de plagas y enfermedades**

En la Tabla 16 se presenta el resultado de los estadísticos descriptivos para la variable Manejo de Plagas y Enfermedades MIPE, donde se presenta el número de productos utilizados según su categoría toxicológica, grupos químicos utilizados, volúmenes de aplicación, si poseen registro para el cultivo y si se tiene en cuenta el período de carencia.

Tabla 16. Estadísticos descriptivos para MIPE

Variable original	Media	Desviación estándar	Coefficiente variación	Varianza	Mín	Máx
# productos MIPE	11.57	5.73	49.52	32.8	2	21
# productos ligeramente tóxicos (IV)	0.87	0.87	99.92	0.76	0	3
# productos medianamente tóxicos (III)	5.52	2.87	52.05	8.26	1	13
# productos altamente tóxicos (II)	4.47	2.76	61.66	7.63	1	12
# productos extremadamente tóxicos (I)	0.74	0.96	130.39	0.92	0	3
# Grupos Químicos MIPE	8.04	3.87	48.07	14.95	2	15
Registro cultivo Si	0.54	0.14	26.27	0.02	0.33	1
Registro cultivo No	0.46	0.14	26.27	0.02	.	0.67
# de Ingredientes activos MIPE	11.96	6.26	52.38	39.23	4	22
Si Periodo de Carencia	1	0.19	34.42	0.04	0	1
No periodo de carencia	1	0.2	44.52	0.04	0	1
Volumen aplicación MIPE litros	1448.78	1133.54	78024	1284911.72	250	4600

Como se observa en la Tabla 16 del total de 70 productos aplicados contra plagas y enfermedades (mostrados en la Tabla 15) los productos Lorsban, Dithane, fitoraz, Antracol, Amistar, Forum y Abafed; son en su orden, los de mayor frecuencia de aplicación a los cultivos; siendo el Lorsban el producto de mayor aplicación, usándose en 14 diferentes predios. De igual manera al realizar la observación desde el punto de vista de los predios, se aprecia que un número significativo de predios (12 de un total de 22), usan al menos 10 diferentes productos por sistema agrícola, lo que puede constituir una cantidad considerablemente alta de uso. Solamente los predios La Isabela, La Rosa, San Martín y La Marina tienen usos menores o iguales a cinco (5) productos.

Estableciendo una escala cualitativa y clasificando los predios por el número de productos usados, se podrían presentar cuatro niveles o categorías de usos; Bajo, Medio, Alto y Extremo así:

- Bajo uso: $0 < \text{Número de Productos} \leq 5$;
- Mediano uso: $5 < \text{Número de Productos} \leq 10$;
- Alto uso: $10 < \text{Número de Productos} \leq 15$;

Extremo uso: $15 < \text{Número de Productos} \leq 21$.

Usando esta clasificación que es de índole subjetiva, se observa que 10 de los 22 predios (Tabla 17), quedarían clasificados con usos entre altos y extremos de los productos plaguicidas.

Tabla 17. Clasificación de predios por categoría de uso de insumos químicos

Predio Encuestado	Total productos usados	Categoría de Uso por Predio
Alto Bonito	21	Extremo
Castillo	7	Medio
Cedralito	10	Medio
El Jardín	15	Alto
El Manzano	16	Extremo
El Porvenir	15	Alto
Guayabito	20	Extremo
La Carmela_1	8	Medio
La Carmela_2	8	Medio
La Carmela_3	7	Medio
La Cristalina	10	Medio
La Divisa	19	Extremo
La Esmeralda	7	Medio
La Ínsula	16	Extremo
La Isabel	5	Bajo
La Marina	2	Bajo
La Palma_1	12	Alto
La Palma_2	19	Extremo
La Palmera	8	Medio
La Rosa	5	Bajo
Lucitania	16	Extremo
San Martín	3	Bajo
TOTALES	249	

Si bien los productos poseen registro ICA en su totalidad, casi el 50% de estos productos no tiene registro en relación al uso sobre el cultivo de cebolla. Respecto al período de carencia¹², el promedio en los predios refleja que el 45% no tiene en cuenta el tiempo requerido y que en algunos predios no se tiene en cuenta nunca este tiempo para ningún producto químico utilizado, teniendo en cuenta que la cebolla es consumida directamente. Lo anterior, es preocupante, pues está establecido por el ICA (2012) que estos períodos se deben respetar para garantizar una mínima desintoxicación del producto, antes de ser consumido. Según Arévalo et al., 2014, en el municipio de Pasto, el 80% de los agricultores respetan un período de carencia de 15 días, pero se aplican productos químicos que necesitarían mucho más tiempo.

De los 34 grupos químicos utilizados para MIPE, hay 10 grupos que presentan un mayor uso, donde a su vez sobresalen los Ditiocarbamatos, los Organofosforados y las Avermectinas (Tabla 18).

Tabla 18. Grupos Químicos de los Productos Utilizados para el Manejo de Plagas y Enfermedades

Grupo Químico	Frecuencias de Uso # de veces	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Acido Cinámico	11	4,4	4,4
Acilaninas	2	0,8	5,2
Anilino pirimidinas	1	0,4	5,6
Antibiótico	1	0,4	6,0
Avermectina	25	10,0	16,1

¹²Tiempo necesario para que el residuo de un plaguicida en un producto comestible, alcance una concentración por debajo del Límite Máximo de Residuo (LMR) permitido por el país o mercado en que será consumido (<http://www.redagricola.com>)

Benzimidazol	1	0,4	16,5
Benzoylurea	1	0,4	16,9
Carbamato	14	5,6	22,5
Cloronitrilos	7	2,8	25,3
Derivado de las Triazinas	3	1,2	26,5
Ditiocarbamato	53	21,3	47,8
Estrobilurina_Morfolina	1	0,4	48,2
Estrobirulina	11	4,4	52,6
Estrubirulina_triazol	1	0,4	53,0
Extracto vegetal	1	0,4	53,4
Fosfonato_Carbamato	5	2,0	55,4
Hidantoína	1	0,4	55,8
Neonicotinoides_Piretroi de	6	2,4	58,2
Nitroguanidinas	1	0,4	58,6
Organo estaño	1	0,4	59,0
Organo mineral	10	4,0	63,1
Organoclorado_Mandela mida	1	0,4	63,5
Organofosforado	38	15,3	78,7
Organofosforado_Piretro ide	5	2,0	80,7
Phtalamidas_Cyanoaceta midas	1	0,4	81,1
Piretroide	18	7,2	88,4
Piridin carboxamidas	1	0,4	88,8
Pirroles	1	0,4	89,2
Spinosines	1	0,4	89,6
Triazinas	1	0,4	90,0
Triazol	17	6,8	96,8
Triazol_Benzimidazol	1	0,4	97,2
Triazol_Estrobilurina	1	0,4	97,6
Triazol_Estrobirulina	6	2,4	100,0
Total : 34 Grupos Químicos	249	100,0	

De los 249 usos de productos (Tabla 18), para combatir plagas y enfermedades, 17 usos, contienen grupos químicos extremadamente tóxicos (EPA, 2003), lo que corresponde a un porcentaje dentro de todos los predios del 6,8% y sobre salen dentro de ese % de uso, el grupo químico de los Carbamatos, que constituye un poco más de la tercera parte, 6 de los 17 grupos químicos asociados a productos; seguido por los grupos químicos Organofosforados y Organofosforado_piretroides.

Destaca también, el mayor uso de productos extremadamente tóxicos, por parte de los predios el Manzano, la Ínsula y La Palma 1. Para los productos de Categoría Altamente Tóxicos (Categoría II), en relación a las frecuencias absolutas de los grupos químicos, asociados a los productos para control de plagas y enfermedades, se resalta, el uso elevado de productos asociados al grupo químico de los organofosforados 33 dentro de un total de 99, para esta categoría; de igual manera resalta el uso de Piretroides, Avermectina y ácido Cinámico. Por su parte los predios Guayabito, Alto Bonito y la Palma_2, destacan por el alto uso de productos de categoría toxicológica II.

En la Tabla 19, se muestra cómo del total de químicos usados para plagas y enfermedades y los grupos químicos que se utilizan, se enfocan principalmente en alternaria (*Alternaria alternata*), minador (*Phytomyza gymnostoma*) y ceniza (*Oidium caricae*).

Tabla 19. Número de productos utilizados por las plagas y enfermedades más representativas

Variable original	Media	Desviación estándar	Coefficiente variación	Varianza	Mín	Máx
Alternaria	2.61	2.69	103.21	7.25	0	9
Mildeo	1	1.41	141.42	2	0	5
Chinche	1.44	0.73	50.72	0.53	0	3
Minador	2.74	1.98	72.36	3.93	0	6
Ceniza	3.52	2.21	62.84	4.9	0	9
Botritis	0.96	0.98	102.04	0.95	0	3
Trips	1.04	1.22	117.29	1.5	0	4
Antracnosis	0.35	0.49	140.01	0.24	0	1
Pulgones	0.22	0.42	194	0.18	0	1
Gusanos	0.74	0.86	116.94	0.75	0	2
Roya	0.04	0.21	479.58	0.04	0	1

En el lago de Tota, Mojica y Guerrero (2013), reportan que el cultivo de cebolla, el más importante de Colombia, se maneja de forma tradicional con una alta aplicación de insumos químicos para atacar plagas y enfermedades. Esto coincide con lo encontrado en el cultivo para a zona de estudio donde el 50% de los productos aplicados son para combatir también plagas y enfermedades. El estudio también coincide con los pesticidas encontrados, donde malatión, tebuconazole, clorotalonil, entre otros, son los que se encuentran en mayores concentraciones.

Vergel et al. (2016), ha trabajado con el uso de abonos orgánicos para el cultivo de cebolla en Norte de Santander, debido a que la cebolla ha pasado de ser un importante renglón de la economía, a encontrarse en crisis, debido al aumento de los costos de producción por el alto uso de insumos químicos que se reportan en la zona.

Es así generalizado, que el cultivo de cebolla en Colombia y otras regiones del mundo, presenta altos costos de producción por el uso de plaguicidas y la instauración de los mismos como monocultivos, generando baja rentabilidad y provocando altos impactos a nivel ambiental.

- **Variables componente administrativo**

De acuerdo a lo consignado en la Tabla 20, se nota en primer lugar que no hay una organización general en el control de los costos de producción. Hay una gran disparidad en las producciones mensuales de cebolla, donde hay volúmenes de producción muy dispersos que van desde las 15 t hasta las 1250 t, seguramente relacionado con el área cultivada, la cual, como se vio anteriormente, también es bastante heterogénea en cuanto al tamaño cultivado, y a su vez relacionado con la disparidad en gastos de fertilizantes y plaguicidas.

Tabla 20. Variables de Orden Administrativo

Variables Administración	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
¿Lleva registros de costos de producción?	23% de los predios llevan estos registros.
¿Cuál es la producción de cebolla mensual?	Valor promedio: 280,6 t
¿Cuánto gasta en gallinaza mensual?	Promedio: \$410000
¿Cuánto gasta en fertilizantes y plaguicidas mensuales?	Promedio: \$470000
¿Cuánto gasta en mano de obra mensual?	\$993000 Aproximadamente, como promedio mensual, con valores que varían entre \$0 y \$ 4400000. Solo 12 predios proveen información. Datos para el año 2017
Otros costos de producción	3 predios reportan costos con un valor promedio de \$59000
¿Ha notado descenso en la producción?	21

Es notable que un porcentaje relativamente alto de los predios (un 25%), reporten gastos por mano de obra como 0 (cero) pesos, seguramente relacionado con mano de obra de la propia

familia, pero la cual debería también contemplarse para efectos de llevar la administración de manera más organizada.

Se puede observar que, tal como lo argumenta la FAO (2014), el cultivo de cebolla en la zona de estudio, está basado en gran medida en agricultura familiar, lo que podría favorecer una buena economía, siempre y cuando el cultivo se maneje de forma organizada, se disminuyan los costos de producción y se tenga el acompañamiento adecuado por parte del Estado.

- **Variables componente ambiental**

En la Tabla 21 se presenta el promedio de las variables ambientales, en las que se incluyeron temas de manejo de residuos y aguas servidas, algunas prácticas como el lavado de envases y la problemática ambiental que consideran es la más relevante en la zona.

Tabla 21. Variables Ambientales

Variables Componente Ambiental	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
Disposición de aguas servidas	11 predios Sistema Séptico, 5 pozos de Absorción, 3 fuentes hídricas.
Manejo de residuos de plaguicidas	18 % barbecho; 64% a Campo Abierto; 5% fuente hídrica.
Existe en el predio bodega para el almacenamiento de insumos agropecuarios	En 13 predios
Para usted cual es el principal problema ambiental de la vereda	Olores debido a la Gallinaza, los Residuos Sólidos que no son recolectados a tiempo y el uso indiscriminado de Agroquímicos
Qué soluciones plantea frente a esta problemática	Vigilancia, manejo y centros de acopio
Tipo de manejo de residuos de cocina	45,5% carro recolector, 31,8% campo abierto, 9% entierran, almacenan o hacen compostaje
Tipo de manejo de residuos de cosecha	54,5% campo abierto, 22,5% carro recolector.
Manejo de estiércoles	33,3% campo abierto, 23,8% carro recolector, 42,9% entierra o almacenan.
Manejo de papel	50% carro recolector, 18,2% reciclan, 13,6% queman, 18,2% almacenan o entierran
Manejo de cartón	50% carro recolector, 31,8% reciclan, 18,2% almacenan, entierran o queman.
Manejo de vidrios	59% carro recolector, 22,7% reciclan, 18,3% almacenan o entierran
Manejo de plásticos	63,6 % carro recolector, 27,2 % reciclan y/o queman, 9,2% predios almacenan.
Manejo de metales	45,5 % carro recolector, 36,4 % reciclan, 18,1% almacenan.
Manejo de envases y empaques de agroquímicos	59,1 % Campo Limpio, 18,2 % no sabe o no responde, 22,7% almacenan o queman.
Hace triple lavado y perforado de envases y empaques de agroquímicos	68,2 % práctica del triple lavado
Ha realizado análisis de suelos en su finca en los últimos dos años	23% de los predios
Análisis cualitativo de fuentes hídricas cercanas	Análisis de olores, turbidez y residuos en menos del 20 % de los predios.
Dispone de análisis de agua del acueducto	4 predios
Dispone de análisis de agua del distrito de riego	Ninguno

La disposición de aguas servidas se hace, en el 50% de los casos en pozo séptico y al igual que la disposición de residuos de plaguicidas, la descarga a fuentes hídricas se hace en un bajo porcentaje (13,6% y 5%), respectivamente. En general el manejo de residuos no tiene una posibilidad clara de aprovechamiento, siendo las dos formas más usadas la disposición en carro recolector o a campo abierto, la cultura del reciclaje o utilización de compostajes se hacen en porcentajes bajos, sólo alrededor de un 25% en promedio para la mayoría de residuos. En cuanto a las soluciones, igual que en la pregunta anterior, las propuestas son muy variadas, se propone

desde mayor vigilancia de la autoridad ambiental, mejor manejo de cultivos y residuos, centros e acopios de basura, hasta hacer compostajes etc.

En cuanto a los problemas percibidos, hay más de 28 percepciones distintas al respecto, no hay un consenso respecto a un problema común, se hace alusión entre otros, a olores debido a la gallinaza, los residuos sólidos que no son recolectados a tiempo y el uso indiscriminado de Agroquímicos.

Es importante resaltar, que aun cuando es obligatorio para los productores la disposición de envases de productos químicos a Campo Limpio (empresa autorizada para hacerlo) después de realizar triple lavado, solamente el 59% de los productores cumple con esto, identificando una grave problemática con dichos residuos peligrosos.

- **VARIABLES COMPONENTE RECURSOS NATURALES**

Como se observa en la Tabla 22, es generalizada la presencia de procesos erosivos en los predios con un 95%. Es importante resaltar que en el 50% de los predios, existe alguna práctica de conservación de suelos, principalmente aquellos que están certificados o en proceso de certificación para buenas prácticas agrícolas. Según lo observado y discutido con los agricultores entrevistados, pese a las prácticas de conservación de suelos, en prácticamente todos los predios de la zona y gracias a las pendientes, existen procesos erosivos, debido a que la cebolla se siembra a favor de la pendiente, contrario a lo que se expone en manuales técnico, debido a que, si se siembra en contra, la cebolla adquiere menos altura y sus tallos no crecen derechos, lo que reduce el precio de venta. De esta forma, cualquier actividad que se genere al interior de las parcelas de cultivo va a generar pérdidas de suelo.

Tabla 22. Variables Conservación de Recursos Naturales

VARIABLES Conservación de Recursos Naturales	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
Hay presencia de procesos erosivos	21 predios
Tipo de procesos erosivos	Remociones en Masa: 3 predios 13,6%; Erosión Laminar 20, 91%; Erosión en Surcos 11, 50%; Erosión en Cárcavas 5, 23%.
Fuentes de agua con que cuenta	54%: Acueducto; 50%: Nacimiento en el predio; 18%: quebrada cercana
Prácticas de conservación de suelos	11 sistemas agrícolas

Todos los predios cuentan con fuentes de abastecimiento de agua, incluso algunos predios cuentan a la vez, con dos o tres fuentes de suministro.

- **VARIABLES COMPONENTE COMERCIALIZACIÓN**

Se resalta en las variables del componente comercialización (Tabla 23), que hay un porcentaje considerable de productores (31,8%), que no planifican anticipadamente la venta de sus cosechas, el predominio de la venta de los productos se hace sin ningún procesamiento más del 80% se hace en fresco. La intervención de intermediarios en la venta de productos es también considerable, casi un 60% se comercializa por esta vía. Lo anterior vislumbra que el tema relacionado con la comercialización tiene aún un desarrollo y una manera de realizarse muy básica y donde hay un potencial de oportunidades de organización que podría optimizar los beneficios de los cultivadores y productores.

Tabla 23. Variables Comercialización

VARIABLES Comercialización	Resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas
¿Anticipa la venta de la cosecha?	12 predios anticipan la venta; 7 predios nunca anticipan la venta.
¿Cómo vende los productos?	Los productos se venden en Fresco en el 86,4% de los casos y transformados sólo en el 13,6% de los casos.

¿Selecciona los productos antes de venderlos?	54,5% de los casos.
¿A quién le vende los productos?	59,1% de las veces con Intermediarios. Las demás formas de venta se hacen a través de plaza de mercado, cadena u otros clientes.

• **Componentes principales**

Cada sistema agrícola tiene diferentes recursos y restricciones principalmente socioeconómicas los cuales afectan los procesos de toma de decisiones y el manejo productivo en forma única (Kobrich et al., 2003). La identificación de tipologías de sistemas agrícolas es una herramienta útil para lidiar con este problema, porque permite resumir la diversidad de un sistema productivo y considerarlo para el diseño de políticas o estrategias de manejo (Gaspar et al., 2008). La tipificación se realizará con el objetivo de categorizar los sistemas agrícolas para definir tipologías que puedan tener mayor impacto en la contaminación del agua, para esto se utilizaron las variables de las encuestas realizadas

El análisis arrojó 22 factores diferentes donde se tuvieron en cuenta únicamente aquellos que se encontraban con autovalores por encima de cinco (5 considerados como los más relevantes (Hair et al., 2000). Del análisis, ocho (8) componentes resultantes, explican alrededor del 68% de la varianza de los 22 factores encontrados inicialmente, relacionados con el impacto que diferentes factores ejercen sobre la cuenca del río Otún (Tabla 24). Estos componentes fueron tenidos en cuenta realizar el análisis de conglomerados.

Tabla 24. Resultado del análisis de componentes principales con las variables de clasificación consideradas para la identificación de tipologías de sistemas agrícolas

Componentes principales CP	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
Autovalor	11,7	8,7	8,4	6,5	5,8	5,3	4,5	3,9
% varianza explicada	14,4	10,8	10,4	8,1	7,2	6,6	5,6	4,8
% varianza acumulada	14,4	25,2	35,6	43,7	50,9	57,5	63,1	67,9
Variables								
Número de productos utilizados para el manejo de plagas y enfermedades	0,25	0,05	0,07	0,00	0,13	0,07	0,02	-0,03
Número de ingredientes activos utilizados para el manejo de plagas y enfermedades	0,23	0,07	0,13	0,03	0,11	0,03	0,01	0,02
Número de productos utilizados para control de minador	0,23	-0,01	0,02	0,01	0,08	-0,06	0,03	-0,05
Productos con registro ICA como acondicionadores de agua y coadyuvantes	0,23	0,01	0,04	0,04	-0,10	0,07	-0,12	-0,0
Número de ingredientes activos utilizados como acondicionadores de aguas y coadyuvantes	0,21	0,05	-0,00	-0,03	-0,10	0,11	-0,11	-0,1
Área de la finca cultivada en cebolla	0,20	-0,00	-0,06	-0,12	0,06	0,06	0,19	0,08
Los productos que se utilizan para el manejo fitosanitario tienen registro ICA	0,01	0,22	0,01	-0,02	-0,01	-0,016	-0,05	-0,00
Volumen de aplicación de fertilizantes foliares y activadores fotosintéticos	-0,02	0,21	0,07	0,02	-0,03	0,06	-0,08	0,08
Número de productos utilizados para el manejo de mildew veloso	0,05	0,15	0,24	0,08	0,04	0,08	-0,01	0,00
Número de productos utilizados para el manejo de arvenses	0,11	0,14	-0,24	0,05	0,01	-0,01	0,10	0,02
Número de ingredientes activos utilizados para el manejo de arvenses	0,17	0,16	-0,22	0,05	-0,02	-0,07	0,09	0,03
Los productores tienen en cuenta el periodo de carencia	0,02	-0,17	-0,05	0,21	0,00	-0,03	-0,11	0,13
Número de productos utilizados para el manejo de chinche	0,15	0,05	-0,02	0,20	-0,02	-0,12	0,01	-0,09
Productores que cultivan la variedad veleña	0,04	0,17	-0,01	0,21	0,02	0,04	-0,11	0,03

Viven de la producción	0,02	0,03	0,02	0,15	0,20	0,08	0,06	-0,27
Número de productos utilizados para el control de botritis	0,07	0,06	-0,14	0,01	0,08	0,24	0,03	-0,12
Número de productos utilizados para el control de trips	0,19	0,01	0,00	-0,09	0,05	-0,21	0,05	0,10
Utilización de enmiendas	0,04	-0,04	-0,00	-0,08	-0,12	0,15	0,25	-0,18
Contratación de mano de obra	0,15	0,06	0,00	0,02	0,02	0,06	-0,08	0,23
Realización de prácticas de conservación de suelos	0,09	-0,09	-0,07	0,10	-0,09	-0,07	-0,14	0,25

En cada componente principal, se seleccionaron las variables con mayor representatividad dentro del mismo (variables con mayor peso/componente) seleccionando así 20 variables como se indicó en la Tabla 24.

- **Análisis Clúster**

Del análisis de componentes principales, se seleccionaron las variables más significativas. Posteriormente, se realizó un análisis clúster, con el que se clasificaron los datos que maximizan la homogeneidad entre los grupos de sistemas agrícolas, al mismo tiempo que se maximizó la heterogeneidad. De las variables, el 80% provino del grupo de tecnología local de la producción, el 15% de las variables socioeconómicas y el 5% de conservación de recursos naturales. Las agrupaciones del componente comercialización y administrativo no fueron significativas en el proceso de tipificación.

Se reportaron 70 productos comerciales para el manejo de plagas y enfermedades. Los productos de mayor uso son Lorsban, Dithane, Antracol, Fitoraz Amistar y Vertimec, con porcentajes de 65.2%, 60.9%, 56.5%, 56.5%, 52.2% y 52.2%, respectivamente. En promedio se utilizan 11.6 productos comerciales por sistema agrícola; se utilizan 52 ingredientes activos que están asociados a 33 grupos químicos, siendo los más utilizados en los sistemas productivos de cebolla clorpirifos, propineb, mancozeb, abamectina, cymoxanil, azoxystrobin y dimethomorph, en un 95.7%, 82.6%, 78.3%, 73.9%, 65.2%, 56.5% y 52.2% respectivamente, en promedio se usan 11.9 ingredientes activos por sistema productivo. Los grupos químicos con mayor presencia en la zona de estudio son organofosforados, ditiocarbamatos, avermectina, carbamato, triazoles, estrobirulina, piretroides y ácido cinámico, con un 100%, 87%, 73.9%, 65.2%, 65.2%, 60.9%, 52.2% y 52.2% respectivamente. Se utilizan 22 productos como adyuvantes y acondicionadores de suelo 18% Altamente Tóxicos; 32 % Medianamente Tóxicos y 50% Ligeramente Tóxicos. Es de mencionar que solo el 60% de los productos que se utilizan cuentan con registro ICA, órgano encargado de la vigilancia fitosanitaria del país. El 44% de los productores no tienen en cuenta el período de carencia al momento de hacer la aplicación de agroquímicos, entendiendo esto como el período que debe transcurrir entre la última aplicación y la cosecha del producto, de ahí que los resultados de residualidad en tejido vegetal reporten la presencia de plaguicidas.

El área promedio cultivada de cebolla es de 0.86 has, con un mínimo de 0.03 has y un máximo de 3.5 has, solo el 21.74% de los productores tienen más de una hectárea cultivada en cebolla, lo que está determinando que es un cultivo en manos de pequeños productores, y que la cebolla en la mayoría de los casos es el cultivo principal, ya que en promedio el 51.5% del área de los predios está cultivado en cebolla. El 87% de los ingresos de los productores se derivan de la producción de cebolla, en muchos casos dependen del 100% de la producción. En cuanto a mano de obra, el 78% de los predios utilizan mano de obra contratada, la cual rota permanentemente, lo que hace que no se especialice y no se genere experticia en el manejo de la cebolla.

El 50% de los predios realiza alguna práctica de conservación de suelos.

• **Dendrograma**

Para determinar la medida de asociación o similitud, se utilizó el concepto de distancia euclidiana, basado en el método Ward, según el cual, a una distancia más corta entre los sistemas agrícolas, hubo una mayor similitud y, por lo tanto, provenían del mismo grupo. La distancia tomada fue de 0.10 (Hair et al., 2000). Para las diferencias (mayor distancia), este análisis identificó cuatro (4) grupos o dominios de recomendación, cada uno con características particulares, que se describen en la Figura 11.

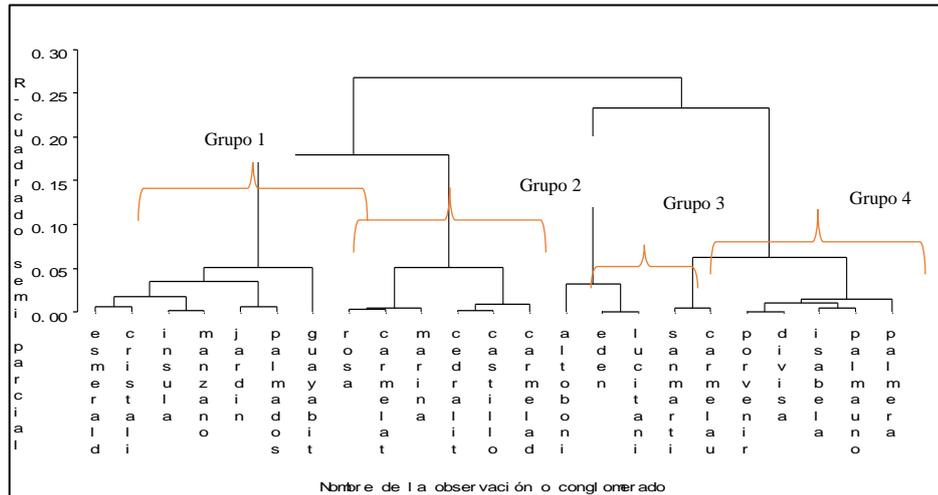


Figura 11. Conformación de los grupos de sistemas agrícolas de cebolla en la cuenca alta del río Otún, de acuerdo al impacto generado sobre el recurso hídrico

• **Descripción de los grupos**

La descripción de los grupos resultantes del clúster, se realizó basado en las estadísticas descriptivas de las variables por grupo originales. Se indicaron las características particulares de los sistemas de producción, junto con las principales diferencias entre los grupos. Las variables seleccionadas indicaron las características que diferenciaban los sistemas de producción (variabilidad entre los grupos). La agrupación se validó con observaciones de campo y los resultados se ajustaron a las condiciones reales de los sistemas de cítricos en las diferentes zonas de producción. Los grupos formados tenían las siguientes características:

- El grupo 1, está conformado por 7 predios, ninguno está certificado en Buenas Prácticas Agrícolas, ni están en proceso de implementación, solo el 28.5% de los predios implementan prácticas de conservación de suelos y básicamente están relacionadas con el enterrado de la maleza, que la hacen con fines de aporte de materia orgánica. Utilizan altas dosis de gallinaza, en promedio 561g por planta cada 37 días como promedio y en la mayoría de los casos sin compostar, hacen aplicaciones calendario para el control de plagas y enfermedades y no tienen bien definido las moléculas químicas y/o bioinsumos con relación al blanco biológico, el 85.7% usan productos de categoría toxicológica I (altamente tóxicos), no utilizan equipos de protección para las aplicaciones agrícolas, aunque utilizan un alto número de productos para el manejo fitosanitario, el 59% de estos tienen registro ICA y el 46.4% de los productores no tienen en cuenta el periodo de carencia. Utilizan alta cantidad de productos para el manejo de arvenses. Únicamente el 12.8% reciben asistencia técnica y cultivan en suelos de pendiente moderada del 30.6% en promedio.

- El grupo 2, está conformado por 6 sistemas, en este grupo 4 de los mismos implementan prácticas de conservación de suelos. El 16.7% de los productores han recibido información sobre producción limpia y Buenas Prácticas Agrícolas, ningún productor está certificado en BPA, el 50% de los productores hacen triple lavado de envases y empaques de agroquímicos y la forma de disposición final es a través del programa de recolección del Estado. Ninguno de los predios cuenta con barbecho, el 100% de estos disponen los residuos de los plaguicidas en campo abierto y el 16.7% lo hacen en fuentes hídricas. Utilizan dosis de gallinaza en promedio de 358g por planta cada 43 días en promedio y en la mayoría de los casos sin compostar, hacen aplicaciones calendario para el control de plagas y enfermedades y no tienen bien definido las moléculas químicas y/o bioinsumos con relación al blanco biológico, utilizan pocos productos para el manejo fitosanitario con un promedio de 6.5 productos por sistema agrícola, no usan productos de categoría toxicológica 1, pero tampoco equipos de protección para las aplicaciones agrícolas. Utilizan alta cantidad de productos para el manejo de arvenses. Solo el 16.7% reciben asistencia técnica y cultivan en suelos de pendiente moderada, 26.2% en promedio.
- El grupo 3, agrupa 3 predios, caracterizados por estar certificados en BPA y estar en proceso de certificación en Global GAP. Se presentan prácticas de conservación de suelos como uso de barreras anti-erosivas. Utilizan las dosis más bajas de gallinaza de todos los encuestados, en promedio 266g por sitio. Se tienen definidas las moléculas químicas y/o bioinsumos con relación al blanco biológico; en general no aplican productos de categoría toxicológica altas y utilizan equipos de protección para las aplicaciones agrícolas. Pese a que utilizan alto número de productos para el manejo fitosanitario, el 62% de estos tienen registro ICA y en el 64.4% de los casos tienen en cuenta el período de carencia. Utilizan pocos productos para el manejo de arvenses realizando muchas veces esta labor manual. Las pérdidas de suelo por erosión son bajas en comparación con los demás grupos, no se presentan remociones en masa ni cárcavas. Cuentan con asistencia técnica debido a las certificaciones que tienen y cultivan en suelos de baja pendiente.
- El último grupo generado, el 4, está conformado por 7 predios, ubicados en la zona alta productora de cebolla de la cuenca a los 1828.7 msnm en promedio. En este grupo el 42.9% de los predios implementan prácticas de conservación de suelos. Ningún sistema agrícola está certificado en BPA, sin embargo, el 57.1% de los hacen triple lavado de envases y empaques de agroquímicos y 42.8% realiza la disposición final a través del programa del Estado. El 28.6% cuenta con barbecho para la disposición de los residuos de plaguicidas, y el 42.9% disponen los residuos de los plaguicidas en campo abierto, utilizan dosis altas de gallinaza en promedio 485.7g por sitio y en la mayoría de los casos sin compostar; realizan aplicaciones calendario para el control de plagas y enfermedades y no tienen definidas las moléculas químicas y/o bioinsumos con relación al blanco biológico; utilizan 10.1 productos para el VARI manejo fitosanitario en promedio y el 42.8% de los productores utilizan productos de categoría toxicológica I (altamente tóxicos). El manejo de arvenses es por medio de productos químicos, utilizando una alta cantidad de los mismos. Las pérdidas de suelo por erosión son moderadas y se presentan remociones en masa, cárcavas, surcos y alta erosión laminar. El 57.1% reciben asistencia técnica de

manera esporádica o cuando la solicitan. Cultivan en suelos de pendiente moderada del 26.2% en promedio.

- **Análisis de la tipificación obtenida**

De los estudios que se han realizado en la cuenca del río Otún, ninguno de ellos había realizado la tipificación de las prácticas llegando a determinar minuciosamente la cantidad de productos químicos utilizados, las frecuencias y volúmenes de aplicación, ni habían identificado de manera integral el grupo sociocultural que habita la zona. El presente estudio, proporciona para Colombia, una tipificación del sistema de cebolla en la zona Andina, la cual toma en cuenta características socioeconómicas, culturales, ambientales y tecnológicas.

Se aplicó para el análisis, una metodología pertinente a los objetivos del estudio basada en diferentes estudios internacionales exitosos (Choisís et al., 2012; Cleves Y Jarma, 2014), lo que permitió determinar grupos de sistemas agrícolas con diferente impacto sobre el recurso hídrico e identificar las variables socioeconómicas más importantes que hay detrás de dicho impacto. Los cuatro clústeres obtenidos, están bien identificados y con una distancia euclídea baja (Figura 11).

De acuerdo a la información obtenida en el análisis clúster **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el grupo 3, conformado por tres fincas es el que genera menor impacto sobre la cuenca, pues son aquellos predios certificados en buenas prácticas agrícolas, por lo que tienen contruidos barbechos, presentan prácticas de conservación de suelo y los que, aunque aplican alto número de productos, ninguno de estos pertenece a categorías toxicológicas altas. Según Altieri y Nicholls (2000), estas prácticas son características de cultivos tradicionales pero que aún conservan saberes ancestrales en sus formas de cultivar. Aunque autores como Campos (2016) argumentan que medir el éxito de ciertas prácticas agrícolas sólo basándose en la productividad por hectárea, es reduccionista, pues no considera los aportes a la salud y la sustentabilidad, es de resaltar el hecho, de que ninguno de los predios pertenecientes a este grupo presenta productividades de cebolla menores a las fincas de los demás grupos, por lo que se puede concluir que la aplicación de mayores cantidades de pesticidas, no se refleja en mayor productividad y que por el contrario lo que hace es aumentar costos de producción y poner en riesgo la salud de los ecosistemas y las personas que producen y consumen la cebolla.

Los demás grupos encontrados, generan mayor impacto negativo sobre el recurso hídrico, destacándose el grupo 1 el cual presenta una mayor aplicación de productos químicos con categorías toxicológicas altas, predios no certificados y pérdidas de suelo que arrastran los contaminantes hasta las fuentes hídricas más cercanas. Lo anterior, no difiere de lo que se vive en la realidad de los países latinoamericanos y pequeñas zonas rurales del mundo donde, debido a que se ha reportado un elevado número de pesticidas y la aplicación de altas dosis de insumos químicos pertenecientes a categorías toxicológicas altas (McIntyre et al., 2005; DeFrancesco, 2012). Por otro lado, diferentes autores han reportado un elevado número de plagas y enfermedades que afectan el cultivo de cebolla (Gen et al., 2006), por lo que los campesinos, que en alto porcentaje dependen del cultivo, utilizan los insumos químicos para no perder sus cosechas.

Analizando las variables que tuvieron mayor incidencia en la conformación del clúster, se presenta la sobredosificación como una problemática latente. La mayoría de productores, reporta en las encuestas, no tener en cuenta la dosis comercial establecida para el producto, sino que es aplicado indiscriminadamente según las consideraciones del agricultor, el clima o la intensidad de la plaga; Guaitero (2010), reporta en un estudio realizado en Colombia que el 80% de productores de frutas como la fresa y hortalizas, entre estas la cebolla, sobredosifican por lo menos un producto químico, sumado a altas frecuencias en la aplicación de fungicidas.

Las variables socioeconómicas que mayor relevancia tienen y que se muestran como respuesta a este fenómeno de la sobredosificación, son el nivel de escolaridad, la tenencia de la tierra y la asistencia técnica por parte del Estado. Feola y Binder, (2010), establecen que con educación e integrando a los diferentes entes gubernamentales, se puede lograr la reducción de aplicación de pesticidas, pues es un factor que influye directamente.

3.2.Resultados Objetivo 2. Muestreos de Agua, Suelo y Cebolla

Durante todo el documento, fueron presentados los resultados, con los nombres de los predios donde se realizó el trabajo de campo, sin embargo, y por cuestiones éticas, en los resultados referidos a organoclorados y organofosforados encontrados en agua, suelo y cebolla, no se pondrán los nombres de los predios, porque son resultados relacionados con el uso ilegal de algunos pesticidas y que no fueron reportados en las encuestas, por lo que se convierte en información sensible para los productores.

3.2.1. Resultados de pesticidas en agua superficial

El análisis estadístico utilizado, se basó en una descripción exploratoria, del comportamiento general de los plaguicidas detectados, por cada punto de los muestreos en fuentes hídricas monitoreadas; también se realizó una comparación entre los muestreos realizados en diferentes períodos, tanto para organofosforados como para organoclorados.

En la Tabla 25, se presentan los promedios de los valores detectados de cada producto en cada uno de los puntos de muestreo. De esta forma, se puede apreciar que los muestreos 1 y 4 son los que presentan mayor número de compuestos organoclorados, sin embargo, son los muestreos 2 y 5 donde se presentan concentraciones promedio más altas como el Endrin ketone, detectado en mayor medida en el punto 1. Para los Organofosforados el muestreo 3, presenta el mayor número de productos químicos de este tipo y los promedios más altos corresponden a los muestreos 1 y 3 debido a las altas concentraciones de los productos Clorpyrifos, Merphos, Phorate en el muestreo 1 y los productos Demeton O y S, Disulfoton, Naled, Thricloronate en el muestreo 3.

Los Pesticidas Organoclorados (POC) se encuentran con mayor incidencia en los muestreos 1 y 2, detectándose la presencia de 10 pesticidas de este tipo. El Endrin ketone, presentó concentraciones altas, en relación a otros compuestos, en los muestreos 2 y 5, ambos en el punto 1 correspondiente a la microcuenca El Chorro. En el punto de muestreo ubicado sobre el río Otún antes de la bocatoma de Aguas y Aguas que abastece al municipio de Pereira, se encontró en mayor concentración el Alpha-BHC (ver Anexo 6).

En cuanto a los Pesticidas Organofosforados (POF) detectados, se encuentran en mayores cantidades y concentraciones que los POC, encontrándose 16 compuestos. Los muestreos 1 y 6 fueron los que mayor número de ingredientes arrojaron. En los primeros cuatro puntos de muestreo, es decir, a excepción del río Otún, el Clorpirifós estuvo presente, (concentraciones de hasta 8,8 U_g/L), coincidiendo con lo reportado por los productores en las entrevistas. En el punto 4, se encontraron concentraciones de Demeton O y S, Disulfoton, Naled y Thriclorante, siendo el de mayor valor el Naled. En el río Otún, se encontró en altas concentraciones Merphos y Phorate (ver Anexo 7).

Para los Organoclorados los productos Endrin Aldehyde y Endrin Ketone, fueron los productos de mayor aparición a lo largo de los seis muestreos, mientras que, para los Organoclorados, se resalta la mayor frecuencia de aparición en los productos Chlorpyrifos, Dichlorvos, Fensulfothion, Merphos y Stirofos.

Tabla 25. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados por series de muestreos.

Grupo Químico	Producto	Muestreo 1 Ug/L				Muestreo 2 Ug/L				Muestreo 3 Ug/L				Muestreo 4 Ug/L				Muestreo 5 Ug/L				Muestreo 6 Ug/L 03-04-17				
		n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	
Organoclorados	4,4-DDT	1	0,03																							
	Alpha-BHC	2	0,52	0,7	138,4									1	0,01											
	Cis-Chlordane	1	0,22			1	0,11											1	0,11							
	Endosulfan	3	0,34	0,3	92,8									1	0,38							1	0,007			
	Endrin	1	0,09											1	0,07											
	Endrin aldehyde	4	0,03	0,0	92,4									3	0,04	0,032	72,9					1	0,025			
	Endrin Ketone	3	0,00	0,1	96,9	1	2,69			1	0,071			1	0,06			1	2,63			2	0,125	0,17	137,6	
	Gamma-BHC	1	0,06																							
	Herptachlor	4	0,26	0,1	38,8									1	0,31											
	Methoxychlor	3	0,26	0,4	140,9									1	0,00											
	Organofosforados	Azinphos methyl					2	0,42	0,06	13,4	1	0,243						2	0,42	0,06	13,4	1	0,19			
Chlorpyrifos		4	3,1	3,8	122,6	2	0,25	0,03	10,6	1	0,28			3	1,54	0,52	34	2	0,26	0,03	11,6	3	2,76	0,59	21,3	
Coumaphos						1	0,25			1	0,32						2	0,27	0,04	13,5	2	0,08	0,10	124,5		
DemetonOyS										1	13,32															
Diazinone						1	0,26			1	0,31						1	0,26								
Dichlorvos		4	1,88	2,7	141,9	1	0,33							2	0,47	0,08	16,6	1	0,33			2	0,45	0,27	60	
Disulfoton						1	0,24			1	12,3						1	0,24								
Ethoprophos		4	0,50	0,6	121									2	0,13	0,16	123,7					2	0,20	0,07	36,8	
Fensulfothion		5	0,29	0,1	40,6	1	0,15			1	0,114			1	0,19			1	0,15			4	0,17	0,11	64,9	
Merphos		5	5,09	10	197,1									2	0,57	0,32	55,8					3	0,21	0,28	132,2	
Methyl Paration										1	0,4															
Naled										2	9,9	13,5	136,8									1	0,37			
Phorate		2	3,57	4,9	136																					
Stirifos		5	1,01	0,3	32,8	1	0,16			1	0,10			2	1,00	0,69	68,4	1	0,16			2	0,40	0,39	98	
Sulprofos						1	0,21			1	0,27			1	0,28			1	0,22			1	0,21			
Thricloronate						1	0,19			2	4,71	6,49	137,6					1	0,19							

3.2.2. Resultados de pesticidas en suelo

A continuación, se presentan los resultados de los POC y POF detectados en el suelo durante los muestreos. La Tabla 26 presenta el resumen de estadísticos descriptivos para los dos grupos químicos en estudio. Se obtiene la frecuencia de aparición n (cantidad o número de productos iguales detectados por muestreo), el promedio, la desviación estandar y %CV, respectivo. La tabla discrimina para cada producto en particular detectado y para cada uno de los seis muestreos, sin hacer diferencia por sistema agrícola muestreado, así por ejemplo el 4,4-DDT, fue detectado en el primer muestreo en 3 predios, su n corresponde a 3, su promedio a 31 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ y su %CV a 128,1.

Se confirma con sus valores promedio, que los productos Organoclorados tienen en general una concentración más alta que la generalidad de los productos Organofosforados, en contraste el número (n), de productos Orgaofosforados detectados, es muy superior a los Organoclorados, comparando para el mismo número de muestreo.

Por cada sistema agrícola se encuentra que hay un número considerablemente alto de detección de productos, en el caso de los Organoclorados, se detectan entre 5 y 12 productos diferentes, mientras que para los Organofosforados se detectan entre 7 y 21 productos diferentes; el caso más crítico podría considerarse para uno de los predios, que tanto para Organoclorados, como para Organofosforados, presenta un elevado número de productos detectados en todos los muestreos. Otro sistema agrícola presenta una alta concentración del producto Endrin Ketone con 315,5 $\mu\text{g}/\text{Kg}$; Uno de los predios presenta, cuatro productos con valores muy superiores a los 100 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. Los productos 4,4-DDT, Endrin y Endrin Ketone, sobresalen en general por sus altos valores de concentración. Es reiterativa la presencia de Endrin y Endrin Ketone al igual que lo encontrado en el agua (ver

Anexo 8).

Tabla 26. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados en suelos, por series de muestreos.

Grupo Químico	Producto	Muestreo 1 Ug/L				Muestreo 2 Ug/L				Muestreo 3 Ug/L				Muestreo 4 Ug/L				Muestreo 5 Ug/L				Muestreo 6 Ug/L			
		n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%CV	n	Media	Des est	%C V	n	Medi a	Des est	%C V	n	Med ia	Des est	%C V	n	Med ia	Des est	%CV
Organoclorados	4,4-DDT	3	31,0	39,7	128,1	4	5,000	0,3	7,6	3	132,10	106,6	80,7	4	8,9	4,5	50,3	4	60,7	112,1	184,8	1	4		
	Aldrin	2	1,10	0,5	60,6	1	0,6			2	5	3,2	66,9												
	Alfa-BHC	2	3,80	3,4	92,4	4	3,200	2,8	89,5	2	5,10	0,9	18,7	1	5,1		0	2	4,9	1,9	40,2				
	Beta-BHC	2	38,9	50,2	129,4	4	30,9	13,6	44,2	2	60,3	61,8	102,5					3	52,7	54,9	104,1				
	Delta-BHC	1	2,7																						
	Dieldrin	2	11,9	3,9	32,8	4	4,8	2,3	48,6	2	4,5	0,2	3,9	1	3,4		0	2	2,8	0,7	24,6				
	Endosulfan II	2	29,5	40,5	137,6	2	21,6	5,2	24,3	1	12,5		0	4	10,7	8,1	75,4	1	0,6						
	Endosulfan sulfato	2	3,3	3,1	97,9	2	11,2	3,7	33,3					1	5,6		0								
	Endrin	1	95,1			1	14,5			3	89,3	74,4	83,3	3	33,3	14,4	43,1	1	17,2						
	Endrin Aldehyde	3	16,4	14,5	88,7	4	54,7	30,7	56,1	3	51,7	22,5	43,5	4	30,2	16,9	55,8	3	22,7	11,2	49,2				
	Endrin Ketone	3	53,9	43,8	81,4	3	84,1	62	73,7	4	104,1	84,5	81,1	3	149,2	144,6	96,9	4	60,3	26,6	44				
	Gamma-BHC	2	30,8	13,0	42,2					1	39,2			2	34,1	9,2	27,1	1	28,2						
	Heptaclor									2	5,6	3,2	57,2	1	2,4			1	10,2			1	23		
	Methoxychlor	2	0,7	0	0					2	1,9	0,9	50,6	2	1,5	0,6	41,5	2	1,3	0,2	17,8				
Totales	27				29				27				26				24				2				
Organofosforados	Azinphos Methyl	1	6,8		0	2	6,3	0,7	12,5	3	7,6	0,4	5,4	2	7,3	0,3	4,3	2	6	2,1	36,3	4	7,4	1,2	15,8
	Chlorpyrifos	3	11	8,37	76,3	4	9	3,5	39,7	4	11	5,2	47,9	4	13,1	2,9	22,5	4	38,9	51,5	132,4	4	8,8	5,4	61,9
	Coumaphos	2	4,6	0	0	1	4,8			1	4,7			3	4,7	0,1	1,8	2	4,7	0,0	0,7				
	Demeton O y S	1	5,1							2	5,8	0,7	11,7	1	5,7			1	5,5			2	5,1	0,0	0,3
	Diazinone	1	4,9			2	4,7	0,0	1,1	1	5,2			3	5	0,2	3,7	2	3,9	1,3	32,9	1	4,7		
	Dichlofos					2	6,6	0,3	5,9	2	6,5	0,1	1,6	1	6,7			3	6,8	0,4	6,1	4	7	0,7	9,9
	Disulfoton	3	4,9	0,21	4,3	4	4,6	0,7	15,9	3	5,1	0,1	1,9	4	4,9	0,1	2,6	4	4,9	1,1	22,7	4	5,1	2,2	42,1
	Ethoprophos	1	5,2			2	5,4	0,5	9,4	2	5,2	0,0	0,5	2	5,3	0,2	4,1	1	6,1			3	4,7	0,5	10
	Fertion	2	4,2	0	0	2	4,2	0,1	1,9	1	4,3			1	4,4										
	Merphos	2	6	0,28	4,7	3	7	2	28,5	2	6	0,9	16,4	3	6,6	0,6	8,8	2	7,5	1,4	19,2	4	6,7	1,4	27,8
	Methyl Paration	3	18,5	7,61	41,1	4	22,2	18,1	81,4	3	31	26,5	85,5	4	27,4	18,3	67	4	22	11,8	53,5	4	10,6	5,4	51,3
	Mevinphos	1	5,1			1	5,1			1	5,2			2	5,3	0,1	1,4								
	Naled					1	29,9			2	9,9	1,2													
	Phorate					1	5,2			2	5,2	0,1		3	5,1	0,1	1,2					1	5,4		
	Ronnel	1	2,7			4	3,2	0,6	21,8	3	2,9	0,1		3	2,9	0,2	5,8	4	3,2	1,4	43,5	4	2,9	0,8	27,9
	Sulprofos	1	3,8							1	4,1			3	4	0,1	3,4					1	5,1		
	Tetrachlorvinphos	3	17	14,9	87,2	4	6	1,9	31,6	4	6,8	2,2	32,6	4	6,6	2,0	30,6	4	5,5	3,2	58,1	3	6	1,5	25,6
	Trichloronato	3	12,4	5,26	42,6	4	12,5	6,6	52,8	4	13,9	6,8	49	4	15,7	7,1	45,1	4	15,8	7,8	49,4	3	11,1	7,2	64,7
	Totales	28				41				41				47				37				42			

Para los POF, las concentraciones están por debajo de los límites permisibles para consumo humano establecidos por la FAO (2000), que para el caso por ejemplo del Chlorpyrifos (que presentó las mayores concentraciones con 116 µg/Kg en el muestreo 5) es de 2000 µg/Kg. (ver Anexo 9).

Observaciones generales de los resultados:

- El muestreo 3, sobresale por presentar la mayor cantidad de productos químicos aplicados .
- Sobresale en la mayoría de muestreos, los productos: 4,4- DDT, Endrin y Endrin Ketone, por su más alta concentración, respecto a las concentraciones generales.
- En los muestreos 2, 3 y 4, se presentan las concentraciones más altas de Organoclorados en Suelos, para el producto Endrin Ketone
- El 4,4- DDT, presenta sus valores de concentración más altos en los muestreo 3 y 5
- Algunos productos como Tetrachlorvinphos, Naled, Methyl Paration y Chlorpyrifos, sobresalen con concentraciones un poco más altas que las demás en los muestreos del 1 al 5.
- El Chlorpyrifos y Methyl Paration, presentan las concentraciones más altas en todos los muestreos, cuyos valores sobrepasan los 50 µg/Kg.

En la Tabla 27, se relacionan algunas observaciones para varios de los plaguicidas organoclorados detectados, los cuales son de interés desde el punto de vista de salud pública por estar asociados a varios tipos de cáncer y trastornos en el sistema endocrino, llegándose a prohibir varios de ellos desde hace más de tres décadas (FAO, 2002). La tabla presenta los plaguicidas organoclorados encontrados en los seis muestreos realizados y se describen sus características de movilidad, bioacumulación y degradación.

Tabla 27. Plaguicidas Organoclorados detectados en Suelos Vs Características de Degradación, Bioacumulación y Movilidad

Plaguicidas detectados en suelos	Log KOD: Movilidad	Bioacumulación	Degradación DT50
4,4-DDT	6,2: no es móvil Se adsorbe intensamente en el suelo y no se lixivia en las aguas subterráneas	Si se libera DDT en agua, se produce una fuerte adsorción en los sedimentos y una bioconcentración significativa en los peces.	Entre 2 y 15 años y desaparece completamente entre 4-30 años
Aldrin	2,61 - 4,45: se adsorbe moderadamente en el suelo	Significativa	Su degradación es lenta y no se lixivia su semidesintegración varía entre 20-100 días
Alfa-BHC	3,04: ligeramente móvil	Alta	400 días
Beta BHC	3,04: ligeramente móvil	Alta	400 días
Delta BHC	3,04: ligeramente móvil	Alta	400 días
Dieldrin	3,87: Escasa movilidad y permanece inmóvil incluso sometido a temperaturas altas y a una lixiviación prolongada.	En el agua se adsorbe en los sedimentos y se bioacumula en los organismos acuáticos	Liberado en el suelo persiste durante un período de tiempo extremadamente largo (más de siete años). Sin embargo, desaparece muy rápidamente del suelo en las zonas tropicales, donde en un mes se pierde el 90 por ciento del producto. Su escasa solubilidad en agua y su fuerte adsorción en el suelo hacen que la lixiviación sea poco probable
Endosulfan II	3,04: relativamente inmóvil en el suelo, en el que se adsorbe fuertemente.	No es bioacumulable en organismos acuáticos	El endosulfan es biodegradable. El isómero beta es más estable. En los informes se mencionan casos de semidesintegración de 60 días para el alfa-endosulfan y de 800 días para el beta-endosulfan.

Endrin	4,5: ligeramente móvil y fuerte adsorción lo que hace poco probable su lixiviación	Bioacumulación en organismos acuáticos	Parece ser resistente a la biodegradación en aguas naturales y en la mayoría de los suelos. Liberado en el suelo, persiste durante períodos de tiempo extremadamente largos. Se han notificado casos de semidesintegración por biodegradación en el suelo de 4–14 años o más.
Gamma BHC			
Heptaclor	4,5: se ligan moderadamente a los suelos y no son excesivamente móviles.	Fuerte tendencia a la bioacumulación en organismos acuáticos.	Sumamente persistentes en el suelo, habiéndose notificado una semidesintegración representativa sobre el terreno de 250 días
Methoxychlor	4,9: escasamente móvil	Acumulable en la cadena alimentaria	120 días

Fuente: Elaboración propia basada en información de UTZ (2015) y FAO (2000)

3.2.3. Resultados de pesticidas en cebolla

Los productos químicos detectados en las muestras de cebolla, fueron corridos por duplicado, así la información de las tablas, utilizó en algunos casos el valor promedio de las dos lecturas, y en otros, se utilizó el valor más alto de las dos lecturas, dado que algunos pares de lecturas diferían considerablemente, por lo cual el uso del valor promedio no era aconsejable.

En la Tabla 28, se aprecia, de acuerdo al estadístico o frecuencia de aparición de los productos detectados, que el grupo de Organoclorados detectados supera en número de manera general y en cada muestreo, al grupo químico de Organofosforados detectados en tejidos de cebolla. Se resalta también que los valores promedio de concentración de los Organoclorados son en general mucho más altos que los Organofosforados.

Se puede encontrar que para los productos Organoclorados, sobresalen los muestreos 1, 3, 4 y 6 con valores más altos de POC que en los demás muestreos, y básicamente en los productos Endrin y Endrin cetona, apareciendo nuevamente este compuesto, al igual que en los muestreos de suelo y agua. Para los productos Organofosforados sobresale un punto de valor más alto que los demás muestreos, en el muestreo 6 y corresponde al Tricloronato.

Observaciones generales de los resultados:

- En los Organoclorados, los productos 4,4'-DDT, Alfa lindano, Endrin, Endrin Aldehído y Endrincetona, son los productos detectados mayoritariamente en los seis muestreos, además de sobresalir el Endrin y la Endrin cetona, por sus altos valores promedio de concentración.
- En los Organofosforados, sobresalen los productos S,S,S-Tributilfosforotritonato y Tricloronato, como los mayoritariamente detectados.
- Desde el punto de vista de los predios cultivados y muestreados y para el grupo químico de Organoclorados, solo el El Guayabito exhibe una baja frecuencia de detección de productos; en los otros cuatro predios restantes, no solo hay una alta frecuencia de detección de productos Organoclorados, sino que al menos un muestreo, presenta valores promedio de concentración relativamente altos (en el Anexo 10 se presentan los valores detallados por sistema agrícola y muestreo).
- Desde el punto de vista de los sistemas agrícolas y para los productos Organofosforados, también El Guayabito, posee la menor frecuencia de detección y sólo en el primer muestreo, son detectados plaguicidas de este grupo en los tejidos de cebolla muestreados.

Tabla 28. Estadísticos Descriptivos para grupos químicos y productos detectados en tejido de cebolla por series de muestreos.

Grupo Químico	Producto	Muestreo 1 Ug/L				Muestreo 2 Ug/L				Muestreo 3 Ug/L				Muestreo 4 Ug/L				Muestreo 5 Ug/L				Muestreo 6 Ug/L			
		n	Media	Des est	% CV	n	Media	Des est	% CV	n	Media	Des est	% CV	n	Media	Des est	% CV	n	Media	Des est	% CV	n	Media	Des est	% CV
Organoclorados	4,4-DDD	1	48,80			1	15,7			3	118,7	23,7	20	4	378,9	43,7	11,5					1	29,8		
	4,4 DDT	1	9,800			1	16,5			3	17,500	3,2	18,3	2	27,2	8,3	30,5	1	17			3	239,5	52,7	22
	Alfa-lindano	2	287,6	393,2	136,7																	2	40,9	21,1	51,8
	Dieldrin	2	287,6	393,2	136,7																	2	136,5	26,4	19,3
	Endosulfan II																					1	503,6		
	Endrin	4	1353,2	1545,6	114,2	4	199,2	35,3	17,7	3	160,4	45,3	28,2	2	248,2	295,7	119,1	1	52,1			3	491,5	232,7	47,3
	Endrin Aldehyde	5	229,8	311,1	135,4	4	27,4	18,3	66,8	3	40,9	16,2	39,6	3	36,8	14,4	39,1	3	27,1	12,4	45,8				
	Endrin Cetona	3	102,9	18,1	17,6	4	682,6	235	34,4	4	1320,1	356	27	3	1379,3	371,1	26,9	4	315,5	176,7	56	3	1671,6	326,9	19,6
	Heptaclor	4	17,1	16,2	94,7																				
	Methoxychlor	1	9,9																						
Totales	21				14					16				14				9				15			
Organofosforados	Azinphos Methyl	2	15,7	1,2	7,6																				
	Chlorpyrifos	2	10,1	1,4	13,9																	1	4		
	Coumaphos	1	9,5																						
	Disulfoton	3	23,7	23,6	99,6	1	9,9											1	9,8						
	Ethoprophos									1	16,9														
	Methyl Paration	2	16	4,3	26,9					1	14,7			1	12,9										
	Protiofós													1	8,4										
	S,S,S-Tributil fosforotritioato	3	12,5	2,2	17,6	1	9,9							2	11,5	0,4	3,5	1	11,1						
	Trichloronato	2	9,1	2,1	23,1	1	7,6			1	7,8			4	8,7	0,1	1,1	3	8	0,3	3,75	1	239,1		
	Totales	15				3				3				4				3							

En la Tabla 29 se presentan los LMR de algunos plaguicidas y en algunos vegetales o productos agrícolas, que sirven de comparación frente a las concentraciones de plaguicidas halladas en los tejidos vegetales de cebolla, ya que no aparece en el Codex, un referente específico para la cebolla junca. Se observa que, en todas las fechas de muestreos y en todos los predios muestreados, hay al menos un plaguicida detectado que supera el LMR (datos resaltados en color rojo) del producto vegetal o referente presentado en el Codex Alimentarius (se señalan en naranja los valores de concentración que superan los LMR). Sobresalen el 4,4'-DDT y el Endrin por sus muy elevadas concentraciones frente a los LMR.

Tabla 29. Concentraciones de Plaguicidas Organoclorados en Tejidos de Cebolla Vs LMR de Algunos Productos vegetales según Codex.

Sistema Agrícola	Organoclorados Detectados	Muestreo 1 Ug/kg	Muestreo 2 Ug/kg	Muestreo 3 Ug/kg	Muestreo 4 Ug/kg	Muestreo 5 Ug/kg	Muestreo 6 Ug/kg	Codex Ug/kg	Producción agrícola de referencia
1	4,4-DDT			91,4	377		181,3	200	Zanahoria
	Alfa-lindano			14,1		17		10	Maíz y cereales de grano
	Dieldrin						117,8		
	Endrin	1618,4	194,5		39,1		738,6	50	Cucurbitáceas
	Endrin Aldehyde	763,7	75,8		22	38,4			
	Endrin Cetona		497,6	1232	1443,7	176,1	1526,6		
	Heptaclor	18,8						20	Cereales en grano y soya
2	4,4-DDD						29,8	200	Zanahoria
	4,4 DDT	48,8		130,5	333,9			200	Zanahoria
	Alfa-lindano	9,8			21,3		55,9	10	Maíz y cereales de grano
	Endosulfan II						503,6	50	Batatas patatas
	Endrin	254,9	173,8	127,7	457,2			50	Cucurbitáceas
	Endrin aldehyde	54,2	52	40,3	37,9	28,9			
	Endrin Cetona	84,6	635,5	889,6	1714,1	248,2			
3	4,4 DDT			134,2	366,3		252,9	200	Zanahoria
	Alfa-lindano		16,5	18,1				10	Maíz y cereales de grano
	Dieldrin	9,6					155,2		
	Endrin	104,9	250,3	212,1			459,4	50	Cucurbitáceas
	Endrin aldehyde	48,9	7,7	25		13,9			
	Endrin Cetona	103,4	572,4	1417,3	980,2	263,3	1442,3		
	Heptaclor	4,2						20	Cereales en grano y soya
Methoxychlor	9,9								
4	4,4-DDT		15,7		438,3		284,2	200	Zanahoria
	Alfa-lindano			20,4	33		25,9	10	Maíz y cereales de grano
	Dieldrin	565,6							
	Endrin		178,4	141,3		52,1	276,5	50	Cucurbitáceas
	Endrin Aldehyde	34,4	24,1	57,3	50,6				
	Endrin Cetona	120,7	1024,8	1741,5		574,3	2046		
	Heptaclor	5,9						20	Cereales en grano y soya

En América Latina, se utilizan ampliamente los POC y los POF en los cultivos (Smith, 1999), sin embargo, actualmente, el uso de POC se considera ilegal. Si bien, las concentraciones detectadas de los compuestos POC y POP en el actual estudio no superan los límites permitidos por los entes reguladores, son plaguicidas prohibidos a nivel nacional por la resolución 1849 de 1985 del ICA la cual prohíbe la importación, producción y venta de los insecticidas de uso agrícola que contengan el ingrediente activo Endrin.

En la resolución 874 de 1988 del ICA se cancelan las licencias de venta de insecticidas Organoclorados que contengan los ingredientes activos: Aldrin, Heptacloro, Dieldrin, Clordano y Canfecloro en su composición. La resolución 10255 de 1993 y 04166 de 1997 del Ministerio de Salud, prohíbe la importación, fabricación producción, formulación, comercialización, uso y manejo de los siguientes productos: Dieldrin, Clordano, Mirex, Pentacloro, Fenol, Dicofol, DDT, BHC Heptacloro, Lindano y sus compuestos relacionados.

Las resoluciones 00483, 00484, 00485 y 00486 de 1999 del ICA modifican los registros de venta de los productos elaborados con el ingrediente activo Endosulfan, permitiéndose el uso

únicamente para el Control de la Broca del café. Las resoluciones 1311, 1312 y 1313 de 21 de junio de 2001 del ICA, cancela registros de venta para los productos formulados con base en Endosulfan, como Thiodan (4 DP, 30 UL, 15 UL, 35 SC, 35 EC), Endosulfan RP 35 EC, Thionex 35 EC y Tinil 35 EC.

Asimismo, diferentes convenios internacionales como el convenio de Róterdam, el convenio de Estocolmo, financiado por el Programa de Ambiente de las Naciones Unidas, en mayo del 2001 resolvieron decretar la prohibición de pesticidas tales como el aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, endosulfán, toxafeno, bifenilos policlorados (PCBs), dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos.

Según lo reportado por Mojica y Guerrero, 2013, en el Lago de Tota, no se detectaron agroquímicos pertenecientes al grupo de los organoclorados, pero si referentes al grupo de los organofosforados como el Malation y el Tebuconazol. En España, en un estudio realizado en 93 fuentes hídricas se encontraron rastros de pesticidas organoclorados en agua que superaban límites máximos permisibles, siendo el principal compuesto, la atrazina (Planas et al., 2006).

Productos como el Clorpirifós, utilizado ampliamente por los productores de la cuenca, según la lista de plaguicidas prohibidos y plaguicidas en vigilancia reportados por la UTZ¹³, se mantiene en vigilancia constante, por ser altamente tóxico para las abejas. El Merphos, Metyl Parathion, son reportados como altamente tóxicos y el Dichlorvos con toxicidad aguda.

La comisión del Código de Alimentación, es el más alto organismo internacional, en materia de normas de alimentación, organismo subsidiario de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El código se creó básicamente para proteger la salud de los consumidores, por lo que los países han establecido normas y regulaciones que van desde requisitos para el registro de los plaguicidas y el establecimiento de Límites Máximos de Residuos (LMR), hasta los más diversos tipos de restricciones y limitaciones de uso.

Colombia en particular y otros países latinoamericanos, han adoptado como estándares nacionales los Límites Máximos de Residuos establecidos por el Codex Alimentarius, pero la mayoría de los países desarrollados han establecido sus propios valores. A continuación, se presenta una comparación de los pesticidas encontrados en cebolla versus los LMR establecidos por el Codex.

De esta forma, el panorama en la cuenca es preocupante, debido a que los POC, son no sólo altamente tóxicos en peces, sino que pueden provocar cáncer hepático y defectos congénitos en animales y personas, además de provocar parálisis del sistema nervioso central (Gil et al., 2012; Tobón et al., 2010). En los POF el panorama es diferente, ya que ningún plaguicida detectado, supera los LMR del Codex.

3.2.4. Modelación con PIRI

Para determinar el impacto de los pesticidas identificados en las encuestas, ya que de los detectados en agua, suelo y cebolla no se conocen las dosis y frecuencias debido a que no fueron reportados por los campesinos, se tomaron cuatro predios específicos (los mismos sistemas agrícolas en los que se realizaron los muestreos anteriores), y se aplicó el PIRI, herramienta de evaluación de pesticidas, que permite determinar la peligrosidad por el uso de los mismos con

¹³Lista de plaguicidas prohibidos y lista de Plaguicidas en vigilancia. UTZ, Departamento de Estándares y Certificación de Ruyterkade 6 bg 1013 AA, Ámsterdam Holanda. www.utz.org

respecto al potencial impacto en la calidad del agua, la salud del ecosistema y salud humana. Este índice, mediante una escala cualitativa de extremadamente alto, muy alto, alto, bajo y muy bajo, clasifica la movilidad y toxicidad de los insumos químicos utilizados (Oliver y Kookana, 2005), en este caso, el modelo fue corrido para seis (6) meses, en los que se obtuvieron los datos de precipitación y se tomaron las muestras de suelo resultantes luego de eventos de lluvia y de labores sobre el cultivo (siembra, cosecha, etc).

- **Insumos químicos a modelar**

En la Tabla 30, se presentan los productos comerciales reportados en las encuestas con sus respectivas dosis aplicadas, el ingrediente activo, frecuencia de uso y grupo químico al que pertenecen, tal y como se debe incluir en el programa para la modelación.

Tabla 30. Pesticidas, dosis de aplicación y frecuencia para cada sistema agrícola seleccionado

Producto comercial	Dosis cc/ L	Vol aplicación L	Ingrediente activo	Dosis kg o L/ha	Fracción del ingrediente activo	Frecuencia uso (tiempo/período de interés)	Grupo Químico
ALTO BONITO							
Vertimec	0.5	1310	Abamectina	0.655	0.018	30	Avermectina
Amistar	0.2	1310	Azoxystrobin	0.262	0.2	15	Estrobirulina
Forum	0.6	1310	Dimethomorph	0.786	0.5	15	morfolinas
Sunfire	6	1310	Clorfenapir	7.86	0.24	12	Pirroles
Karate	1	1310	Lambda Cihalotrina	1.31	0.1	15	Piretroide
Decis Fluxx	1	1310	Deltametrina	1.31	0.025	15	Piretroide
Dithane	5	1310	Mancozeb	6.55	0.8	15	Ditiocarbamato
Trigard	0.5	1310	Cyromazina	0.655	0.75	15	Triazina
Lorsban	3.5	1310	Clorpirifos	4.585	0.48	15	Organofosforado
Pyrinex	3.5	1310	Clorpirifos	4.585	0.48	8	Organofosforado
Rambler	0.75	1310	Cipermetrina	0.9825	0.2	15	Piretroide
Trivia	2	1310	propineb	2.62	0.67	15	Ditiocarbamato
Rhodax	2	1310	Mancozeb	2.62	0.35	15	Ditiocarbamato
Rally	0.2	1310	Myclobutanil	0.262	0.4	15	Triazol
Nativo	1	1310	Tebuconazole	1.31	0.2	15	Triazol
	1	1310	Trifloxystrobin	1.31	0.1	15	Estrobirulina
Aguila	2.5	1310	Metiram	3.275	0.7	15	Ditiocarbamato
Daconil	1.5	1310	Clortalonil	1.965	0.72	15	Cloronitrilos
Silvacur	1	1310	Tebuconazole	1.31	0.225	15	Triazol
	1	1310	Triadimenol	1.31	0.075	15	Triazol
Cantus	0.5	1310	Boscalid	0.655	0.5	15	Piridin carboxamidas
Antracol	2	1310	Propineb	2.62	0.7	15	Ditiocarbamato
Fitoraz	2.5	1310	Propineb	3.275	0.7	15	Ditiocarbamato
Karmex	2.5	600	Diurón	1.5	0.8	8	Úrea
EL EDÉN							
Vertimec	0.75	1440	Abamectina	1.08	0.018	10	Avermectina
Trigard	0.3	1440	Cyromazina	0.432	0.75	10	Triazina
Decis Fluxx	1	1440	Deltametrina	1.44	0.025	15	Piretroide
Brigada	1.25	1440	Bifenthrin	1.8	0.1	7	Piretroide
Trivia	3	1440	propineb	4.32	0.67	15	Ditiocarbamato
Evomax	0.9	1440	Dimethomorph	1.296	0.5	7	morfolinas
Rhodax	3.75	1440	Mancozeb	5.4	0.35	15	Ditiocarbamato
Kasumin	2.5	1440	Kasugamicina	3.6	0.02	7	Antibiótico
Amistar	0.25	1440	Azoxystrobin	0.36	0.2	20	Estrobirulina
Nativo	0.75	1440	Tebuconazole	1.08	0.2	15	Triazol
	0.75	1440	Trifloxystrobin	1.08	0.1	15	Estrobirulina
Rovral	0.75	1440	Iprodione	1.08	0.5	7	Dicarboxamidas
Pronto	3.75	1440	Folpet	5.4	0.64	7	Phtalamidas
Revus	0.9	1440	mandipropamid	1.296	0.25	7	Amida
Rally	0.25	1440	Myclobutanil	0.36	0.4	15	Triazol
Lorsban	1.5	1440	Clorpirifos	2.16	0.48	45	Organofosforado
Cipertrin	1.5	1440	Cipermetrina	2.16	0.2	70	Piretroide
Karmex	2.5	800	Diurón	2	0.8	8	Úrea
EL MANZANO							
Karate	1	800	Lambda Cihalotrina	0.8	0.1	15	Piretroide

Pyrinex	2	800	Clorpirifos	1.6	0.48	7	Organofosforado
Cipermetrina	1.25	800	Cipermetrina	1	0.2	15	Piretroide
Monitor	1	800	Metamidofos	0.8	0.48	10	Organofosforado
Connect Duo	0.75	800	Imidacloprid	0.6	0.21	15	Neonicotinoides
	0.75	800	Beta- Cyfluthrin	0.6	0.09	15	Piretroide
Vertimec	1	800	Abamectina	0.8	0.018	10	Avermectina
Antracol	4.5	800	Propineb	3.6	0.7	20	Ditiocarbamato
Fitoraz	1.5	800	Propineb	1.2	0.7	15	Ditiocarbamato
Dithane	5	800	Mancozeb	4	0.8	8	Ditiocarbamato
Lannate	0.6	800	Methomyl	0.48	0.4	90	Carbamato
Silvacur	1	800	Tebuconazole	0.8	0.225	15	Triazol
	1	800	Triadimenol	0.8	0.075	15	Triazol
Score	1	800	Difenoconazole	0.8	0.25	15	Triazol
Nativo	1	800	Tebuconazole	0.8	0.2	15	Triazol
	1	800	Trifloxystrobin	0.8	0.1	15	Estrobirulina
Opera	0.6	800	Pyraclostrobin	0.48	0.133	20	Estrobirulina
Caliquat	10	800	Paraquat	8	0.2	10	Bipiridilo
Glifosato	10	800	Glifosato	8	0.36	60	Organofosforado
Gramafin	10	800	Paraquat	8	0.2	60	Bipiridilo
LA ISABELA							
Dithane	5	625	Mancozeb	3.125	0.8	20	Ditiocarbamato
Diligent	1.5	625	Metalaxil	0.9375	0.08	15	Acilaninas
	1.5	625	Mancozeb	0.9375	0.64	15	Ditiocarbamato
Malathion	1.5	625	Malathion	0.9375	0.6	15	Organofosforado
Lorsban	2.5	625	Clorpirifos	15.625	0.48	90	Organofosforado
Acaramik	1.5	625	Abamectina	0.9375	0.018	15	Avermectina
Curacrom	1.5	625	Profenofos	0.9375	0.5	15	Organofosforado

Después de identificar todos los insumos químicos utilizados, se procedió a determinar el ingrediente activo, la fracción del mismo y otras propiedades como KOC, kd, disociación, entre otros, de aquellos ingredientes que no se encontraban en la base de datos del programa. Se incluyeron en el software y se completó toda la información referente a los pesticidas. En total en los cuatro predios seleccionados, 42 productos comerciales diferentes, 35 ingredientes activos y 20 grupos químicos, los cuales fueron incluidos en el índice para el cálculo del impacto.

El sistema agrícola Alto Bonito aplica un total de 24 productos comerciales, 19 ingredientes activos y 12 grupos químicos diferentes, el segundo sistema agrícola El Edén, 18 productos comerciales, 18 ingredientes activos y 14 grupos químicos, el tercero El Manzano, 20 productos comerciales, 17 ingredientes y 9 grupos químicos y en menor proporción el cuarto sistema agrícola La Isabela, con seis ingredientes activos diferentes, igual número de productos comerciales y cuatro grupos químicos. En general, se presenta el mismo comportamiento encontrado en las 24 encuestas realizadas donde el producto Lorsban, Dithane, Fitoraz, Antracol, Amistar y Forum son aplicados en la mayoría de predios, el Abafed fue el único producto que no coincidió en los predios seleccionados.

Los grupos químicos más utilizados en estos predios en orden son: Ditiocarbamatos, Triazol, Organofosforados y Piretroides coincidiendo con las entrevistas realizadas lo que difiere de los reportado por McIntyre et al., 2005; DeFrancesco, 2012 donde los grupos químicos más utilizados aparte de Organofosforados y Piretroides, incluye Organoclorados y Carbamatos. Como se vio en las tablas anteriores, los Organoclorados están presentes en agua, suelo y cebolla, pero según lo reportado por los productores en las entrevistas, estos productos ya no son utilizados, por lo que se optó por correr los modelos por lo reportado por ellos. De todas formas, se analiza el impacto que tienen estos pesticidas organoclorados en el ambiente.

- **Pérdida de suelo**

Para complementar la información requerida por el software, se evaluó en las parcelas de escorrentía y la información arrojada por los pluviómetros la cantidad de agua que se genera en cada uno de los predios como agua de escorrentía que a su vez arrastra suelo y la pérdida

ocurrida durante las diferentes labores realizadas sobre el cultivo. En la Tabla 31, se presentan los datos de pérdida de suelo en relación al agua de escorrentía después de eventos de lluvia y labores realizadas en el cultivo, en el período de estudio (seis meses).

Tabla 31. Datos de escorrentía y pérdida de suelo

Predios	Días de registro	Precipitación en l/m ²	Escorrentía en l/ha	Pérdida real suelo en Kg/ha
La Isabela	81	1368	903898,6	13003,9
El Manzano	88	1898	892523,	12348,6
El Edén	88	1948,3	779061,7	18144,9
Alto Bonito	91	1817,5	685018,6	32032,5

Los datos obtenidos fueron gráficos para observar de manera directa la relación entre el agua de escorrentía y la pérdida de suelo ocurrida en los seis meses que duró la recolección de los datos.

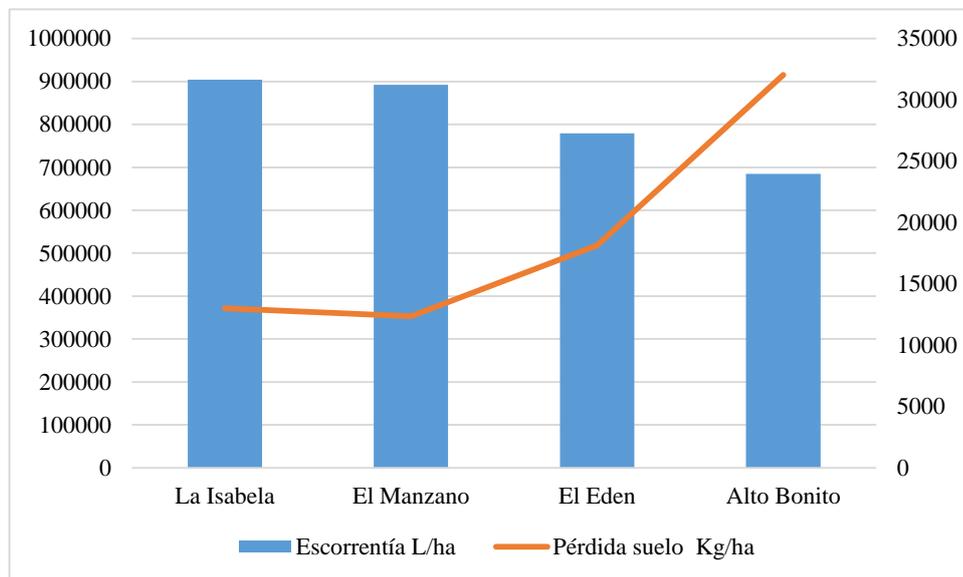


Figura 12. Relación escorrentía vs pérdida de suelo

Como se observa, en la Figura 12 la pérdida de suelo según los datos de las parcelas, es mayor en Alto Bonito, lo que puede estar relacionado con la pendiente del terreno (52%) en relación a la de los demás predios (El Eden 25%, El Manzano 22% y La Isabela 14%). Las altas pendientes y la siembra del cultivo de cebolla a favor de la pendiente, son factores que influyen a que la pérdida de suelo en la cuenca sea tan alta, lo que se traduce en mayor arrastre de contaminantes como pesticidas hacia las fuentes hídricas (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2014).

Teniendo en cuenta que la información obtenida de pérdida de suelo, fue establecida en un período de 6 meses que corresponden a dos (2) ciclos productivos de la cebolla, se asumió la misma información de pérdida de suelo para los seis meses restantes del año (teniendo en cuenta el período de lluvia bimodal), debido a que el programa requería en información, las hectáreas de suelo perdido al año.

Finalmente, para obtener toda la información necesaria para el modelo, se complementó, para cada parcela, la información que se presenta en la Tabla 32.

Tabla 32. Datos para aplicación del PIRI

PARÁMETROS	PARCELAS ESCORRENTÍA			
	Alto Bonito	El Edén	El Manzano	La Isabela
Tipo de suelo*	Arenoso-franco	Franco	Arenoso-franco	Franco-areno-limoso
Contenido de materia orgánica del suelo (%)*	8.42	10.8	9.53	11.616
Precipitación total durante el período de estudio (mm)**	1675.5	1594	1767	1203
pH del suelo*	5.12	5.6	5.3	5.31
Temperatura mínima del aire en el período de estudio (°C)*	8.6	9.3	9.8	9.2
Temperatura máxima del aire en el período de estudio (°C)*	26.6	27	26.8	27.2
Diámetro del cuerpo de agua más cercano (m)**	2	1.2	1.5	1
Distancia del borde del cultivo a la fuente más cercana (m)**	30	60	20	0
Pendiente (%)**	52	25	22	14
Ancho de la zona buffer (m)	2	0.5	0	0
Número de días a partir de la aplicación del pesticida y la primera lluvia	1	1	1	1
Pérdida de suelo en t/ha/año	64	36,3	24,7	26

* Datos obtenidos de información secundaria de estudios realizados en la zona.

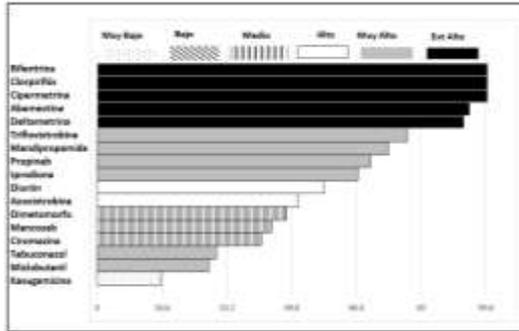
** Datos resultados del trabajo de campo realizado en la presente investigación

Aplicando el software PIRI, se obtuvo, de forma cualitativa, el impacto por movilidad de contaminantes en agua superficial, los impactos de toxicidad comparación LC50 trucha arcoíris (mg/L) y LC50 Daphnia (mg/L) para cada uno de los insumos químicos utilizados en los predios seleccionados. El impacto de la toxicidad comparación Health Advisory Limits USEPA (mg/L) solo se utilizó para Diurón, Clorpirifós, Clorotalonil, Paraquat, Metomilo y Malatión debido a que los demás no se encontraban en la base de datos del software.

Para Alto Bonito (Tabla 33), el impacto por movilidad arrojó al ingrediente activo Propineb con impacto extremadamente alto. El 63% de los ingredientes activos utilizados están dentro de los impactos Alto, Muy Alto y Extremadamente Alto. La abamectina es el único ingrediente que presenta una baja movilidad hacia la fuente hídrica más cercana. En cuanto a la toxicidad de los ingredientes activos comparados con trucha arco iris y Daphnia se tiene que el 73% de los ingredientes representan entre alta y extremadamente alta toxicidad y que en este caso la abamectina que tiene bajo impacto por movilidad, presenta una alta toxicidad para las especies mencionadas.

El clorfenapir, clorpirifós, lambda-cihalotrina, propineb, deltametrina, clorotalonil y cipermetrina son ingredientes que tienen un impacto por toxicidad extremadamente alto. Para la evaluación de la Health Advisory Limits USEPA, se tiene en este sistema agrícola que de los tres ingredientes que se pudieron evaluar que fueron diurón, clorpirifós y clorotalonil, todos presentan impacto por toxicidad extremadamente alto. Esto convierte a estos tres últimos ingredientes junto al Propineb en los más graves insumos químicos aplicados pues presentan entre alto y extremadamente alto impacto para movilidad y toxicidad tanto para especies acuáticas como para personas.

Tabla 33. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas en “Alto Bonito” con pendiente del 52%, distancia de 30m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 2m.



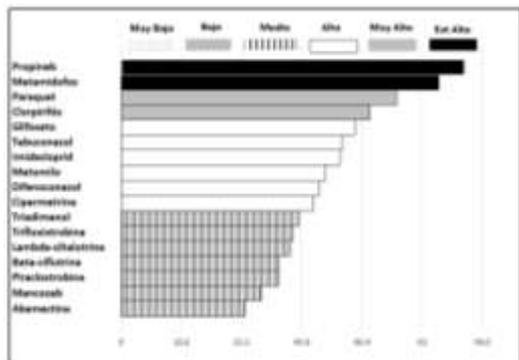
Impacto por toxicidad trucha daphnia



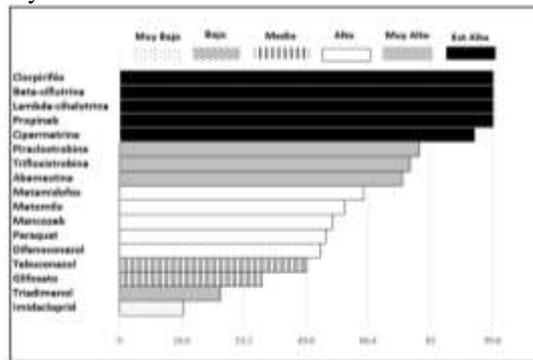
Impacto toxicidad comparación Health Advisory Limits USEPA

De los 17 ingredientes activos que utiliza El Manzano, el 59% presentan entre alto y extremadamente alto impacto por movilidad hacia la fuente hídrica, la cual no presenta zona de protección o buffer, el propineb es al igual que en los predios anteriores el ingrediente que presenta extremadamente alto impacto por movilidad. Se presentan nuevos productos e ingredientes como el metamidofos, el paraquat y el glifosato que presentan muy alta movilidad. En cuanto a la toxicidad, el 76% se encuentran entre alto y extremadamente alta toxicidad para trucha arco iris, siendo más extremo el caso para daphnia donde de los 17 ingredientes activos aplicados solamente 3 presentan entre muy baja y media movilidad, 4 alta movilidad y los 11 restantes, es decir, el 65% presentan extremadamente alta toxicidad para daphnia. El clorpirifós, se presenta de igual forma, como uno de los ingredientes más tóxicos, teniendo impacto por movilidad y toxicidad en fauna acuática y personas. Para el Health Advisory Limits de la USEPA, junto con el clorpirifós, el paraquat presenta extremadamente alta toxicidad y el metomilo muy alto impacto para toxicidad (Tabla 35).

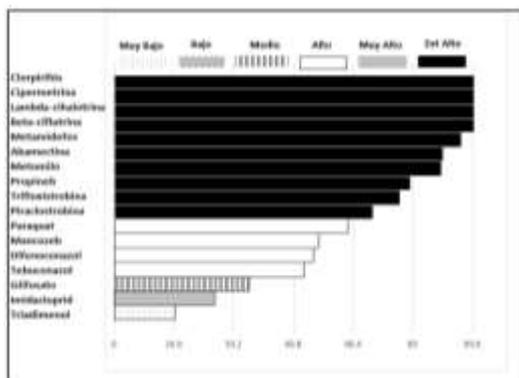
Tabla 35. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas “El Manzano” con pendiente del 22%, distancia de 20m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 0m.



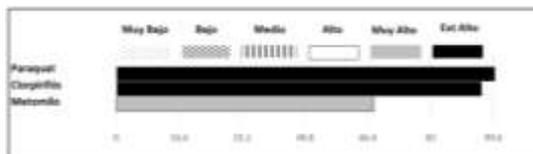
Impacto por movilidad



Impacto por toxicidad trucha arco iris



Impacto por toxicidad trucha daphnia

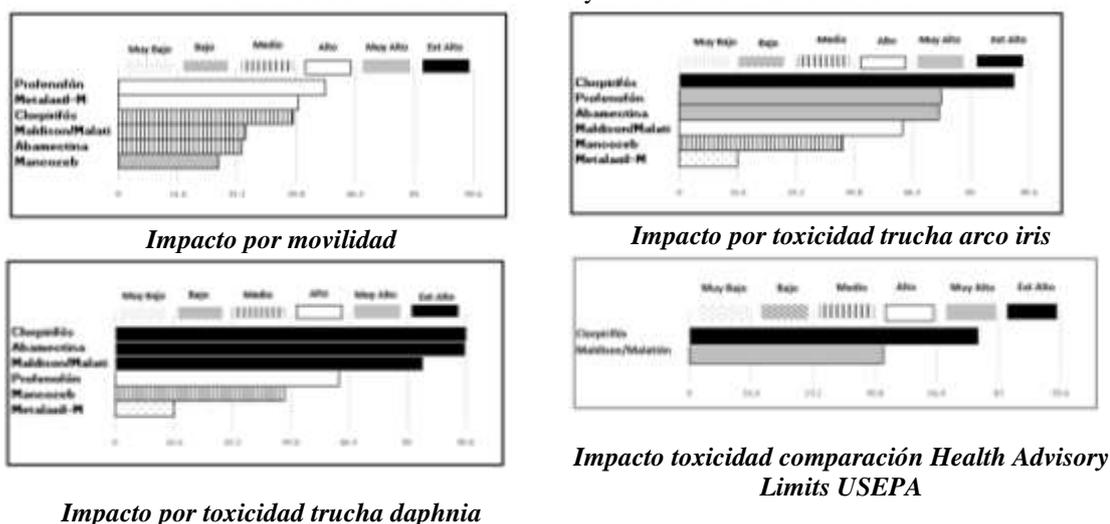


Impacto toxicidad comparación Health Advisory Limits USEPA

El último sistema agrícola evaluado denominado La Isabela, representa al grupo de fincas donde menos insumos químicos se aplican al cultivo de cebolla, reportando únicamente seis ingredientes activos. Es importante, destacar que, a pesar de estar justamente al lado de la fuente hídrica y no tener zona buffer, presenta los más bajos impactos por movilidad, donde profenofón y metalaxil-M son los de más alto impacto, seguidos por clorpirifós, maldison/malatión y abamectina con impacto medio y finalmente con impacto bajo mancozeb. Si se respetara la zona buffer de la fuente hídrica sería evidente que este sistema agrícola, tendría un impacto mucho menor en el agua o hasta casi nulo.

Para toxicidad en trucha arco iris el clorpirifós presenta extremadamente alto impacto, seguido por profenofón y abamectina con muy alto impacto. La daphnia, al ser una especie más susceptible a la toxicidad, de los seis ingredientes activos, el 67% presentan entre alta y extremadamente alta toxicidad, siendo la abamectina y el clorpirifós los más impactantes. Para los límites de la USEPA, el clorpirifós presenta extremadamente alto impacto y el malatión con impacto muy alto (Tabla 36).

Tabla 36. Impacto por movilidad y toxicidad de plaguicidas “La Isabela” con pendiente del 14%, distancia de 0m a la fuente hídrica y ancho de zona buffer de 0m.



La aplicación de organofosforados está en aumento en el cultivo de cebolla pese a su toxicidad (DeSilva y Samayawardhena, 2002). Los más comúnmente encontrados son el paraquat, aplicado en el El Manzano, un herbicida bipyridílico que actúa por contacto y cuya intoxicación tiene una elevada tasa de mortalidad, al afectar múltiples órganos como pulmones, riñones e hígado (Viales, 2014) y el clorpirifós, insecticida de amplio espectro, comercialmente encontrado en el Lorsban, Látigo y Malathion, clasificados como moderadamente persistentes a persistentes, con una duración en el ambiente de hasta 18 meses (Benítez-Campo et al., 2009; Junior et al., 2012).

Para el caso de la mosca de la cebolla, se aplican combinaciones de clorpirifós para mejorar la eficiencia en el control (Wilson et al., 2015), este producto se ha encontrado en todos los sistemas agrícolas utilizados para la aplicación de PIRI y el 80% de los productores que participaron en la encuesta, lo reportaron.

En los sistemas agrícolas estudiados, se encontró una alta diversidad de piretroides utilizados, entre ellos principalmente lambda cihalotrina y deltametrina, que pese a que presentan un impacto medio por movilidad presentan impacto extremadamente alto por toxicidad; cipermetrina, con extremadamente alto impacto tanto para movilidad y toxicidad y bifentrin, y betaciflutrin con extremadamente alto impacto por toxicidad e impacto alto y medio por movilidad respectivamente. Se han reportado residuos de piretroides, considerados peligrosos

para la salud humana (Miyamota et al., 1995) en frutas y verduras y en aguas superficiales y subterráneas (Mukdasi et al., 2013). Suelen encontrarse a niveles traza en muestras tanto biológicas como ambientales. Moreno-Villa et al (2012) encontraron trazas de cipermetrina en un valor superior a la concentración letal media para peces, invertebrados acuáticos y crustáceos y fueron descritos como una fuente importante de contaminación de los acuíferos.

En El Edén, se encontró un producto organoclorado. En su tiempo fueron creados para combatir poblaciones de insectos plagas. Debido a que son, en esencia, hidrocarburos con alto contenido de átomos de cloro, fueron los insecticidas más criticados por los grupos ecologistas, debido que representaba prácticamente un veneno químico, pues su difícil degradación y alta acumulación en el tejido animal, causa serios impactos al ambiente y la salud humana (Proarca, 2002).

De los datos obtenidos a través del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Centroamérica, se han reportado con el mayor número de intoxicaciones agudas, paraquat, metamidofos, clorpirifós, productos químicos utilizados en los sistemas agrícolas de la cuenca y que presentan altos impactos por movilidad y toxicidad (Fernández et al., 2010). De acuerdo al Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales, de los plaguicidas utilizados en los sistemas agrícolas, el paraquat tiene solicitud de prohibición por causar efectos crónicos como actividad carcinogénica y mutagénica y efectos neurotóxicos.

Es altamente tóxico y altamente persistente en el ambiente, por lo que ha sido prohibido para uso agrícola en países como Finlandia, Noruega, ex Unión Soviética y Suecia y se ha restringido en Uruguay, Alemania, Hungría, Israel, Nueva Zelandia, Bangladesh, Filipinas, Estados Unidos. Y otros pesticidas tienen solicitud de severa restricción, entre ellos el mancozeb, utilizado en todos los sistemas evaluados, fungicida ditiocarbamato que pese a que es ligeramente tóxico tiene altos efectos agudos por ser perturbador en los sistemas reproductivo y endocrino, y al descomponerse, formar etilentiourea carcinogénica, mutagénica y teratogénica, además de tener efecto antitiroideo.

Prohibido en Belize desde 1988 por ser un producto que produce trastornos dañinos y en Uruguay desde que en 1990 se decretó la suspensión de registros de ditiocarbamatos. Metamidofos, utilizado en El Manzano y con impacto extremadamente alto por movilidad y toxicidad, ha sido solicitado para severa restricción, por ser un insecticida y acaricida altamente tóxico que puede ser fatal si se inhala o es absorbido a través de la piel. Ha sido determinado como uno de los pesticidas de más alto riesgo en Chile, por causar un alto número de intoxicaciones. Cipermetrina, utilizada en Alto Bonito y El Manzano, insecticida piretroide altera la conducción de impulsos nerviosos. Ha sido cuestionado por la Academia de Ciencias de Estados Unidos por sus propiedades cancerígenas y su alta toxicidad.

Desde este punto de la discusión en el presenta trabajo, se empieza a observar que no sólo el uso de pesticidas altamente tóxicos, causan la contaminación de agua y suelo, sino que es una combinación de factores ecológicos y culturales, que incrementan la problemática. El caso de la pendiente en la que se siembra, la cual favorece la erosión y escorrentía de tierras contaminadas hacia la fuente hídrica; la cercanía a las corrientes de agua donde la movilidad de algunos pesticidas, incrementan el riesgo potencial de contaminación; la existencia de zona buffer en ríos y quebradas cuya existencia favorece la retención de contaminantes, solo citando algunos ejemplos, empiezan a vislumbrar que simples estrategias y cambios en los modos de producción se puede iniciar el proceso de minimización de impactos en la cuenca.

3.3.Resultados Objetivo 3. Estrategias de Armonización

3.3.1. Fase Descriptiva

De acuerdo a la información de tipificación del sistema agrícola de la cebolla ubicado en la cuenca alta del Río Otún, obtenida en el resultado del objetivo 1, se realizaron diferentes espacios de socialización el grupo interactuante (Figura 13), cuyo abordaje consistió en la explicación de los avances del proyecto “Armonización de la Agricultura y la Conservación del Recurso Hídrico para abastecimiento humano Eje Cafetero Colombiano”, dando a conocer así la problemática ambiental asociada a la contaminación de la corriente hídrica, y a través de qué objetivos se pretende intervenir, para aportar a una armonización de la agricultura y el uso de agua para consumo humano. Se dieron a conocer además los resultados obtenidos en los estudios de monitoreo de agua, dando lugar a la demostración de los impactos en las fuentes (superficiales) asociados a los distintos grupos de pesticidas aplicados en el cultivo de cebolla y los obtenidos en la modelación, sobre los agroquímicos que ellos reportaron en las encuestas.



Figura 13.Socialización con productores de cebolla

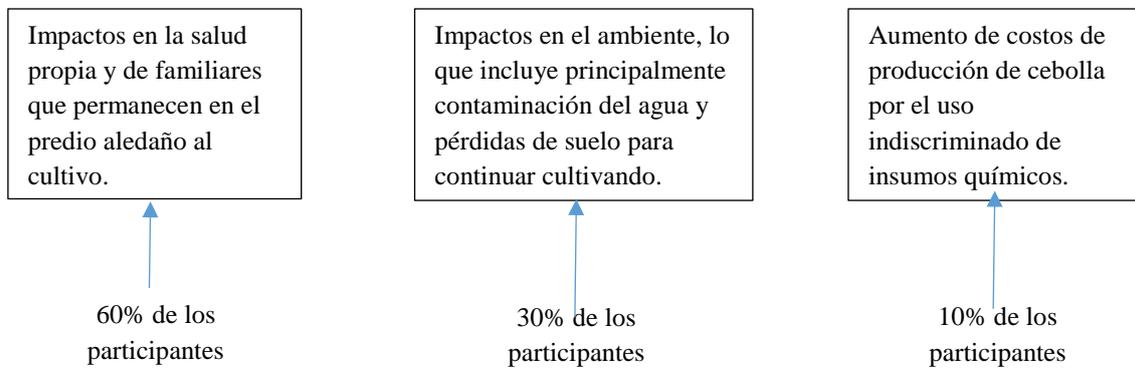
Por otra parte, se realizó una sensibilización al grupo interactuante acerca de los efectos nocivos sobre la salud que puede acarrear la aplicación de los pesticidas y así mismo el posterior consumo de los alimentos que han sido cultivados bajo estas prácticas.

Dada su pertinencia, se hizo mención también de la normatividad asociada a “Restricciones, prohibiciones y suspensión de registros de plaguicidas de uso agrícola en Colombia” por parte del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. Adicionalmente, se hizo referencia a la Normativa Internacional con mayor relevancia en cuanto al “Manejo de sustancias químicas, protección del medio ambiente y la salud, desarrollo sostenible comercio internacional.”

Durante la socialización, los diferentes actores manifestaron su preocupación por los resultados obtenidos, argumentando el hecho de no conocer los efectos de los insumos químicos que aplican en sus cultivos y la falta de asistencia técnica por parte de las autoridades ambientales.

Se mostraron muy interesados en conocer a cabalidad dichos efectos en el ambiente y en la salud.

De los 22 encuestados, participaron en esta socialización, 13 de ellos debido a que fue difícil contactar a los demás o concretar la cita de trabajo. Las preocupaciones principales, giran en torno a tres temas:



El 60% de los participantes de la socialización, estuvieron de acuerdo en que los impactos a su propia salud y la de sus familiares, era el tema que más les preocupaba, después de exponer los resultados obtenidos en las primeras fases del proyecto. El hecho de no utilizar elementos de protección adecuados a la hora de hacer las fumigaciones y tratamientos de los cultivos con insumos químicos.

La preocupación del campesino es bien justificada, pues en 2015, Greenpeace International, realizó un estudio sobre el uso de plaguicidas en el mundo, encontrando que los grupos poblacionales y más vulnerables y expuestos en mayor medida, son por lo general, agricultores de zonas rurales que usan y manejan dichos insumos químicos; lo anterior, demostrado a través de análisis de niveles de estas sustancias encontrados en sangre y cabello de campesinos. Asimismo, en Colombia se han reportado varios casos de intoxicaciones, principalmente respiratorias agudas (Tabares y López, 2011), por el uso de pesticidas para uso agrícola, donde los organofosforados (encontrados en alta medida en el presente estudio) son los causantes del mayor número de casos, por inhibición de la acetilcolinesterasa eritrocitaria (Páez et al., 2011; Varona et al., 2011). Según un estudio de Cardona y Pino (2016) el 45% de los trabajadores desconocían los químicos que utilizaban durante la fumigación y por ende el impacto de los mismos en la salud.

El 30% de los participantes, se mostraron preocupados por el impacto ambiental del uso de insumos químicos, los cuales contaminan no sólo el agua de la cuenca de la cual se toma el agua para consumo humano, sino también por el impacto en la productividad de las tierras. Argumentan ya estar viviendo problemas relacionados con este último tema, pues dicen sentir que se produce menos cosecha por hectárea. Del Puerto et al., 2014, expone la contaminación de suelos por plaguicidas, donde según su grupo químico, pueden permanecer en el mismo entre 5 y 30 años afectando sus propiedades.

El restante porcentaje de participantes (10%), expuso su preocupación por el tema de los costos de producción, pues estos se ven incrementados por el tema de la sobredosis y de la utilización de dos o más productos con el mismo efecto. Si bien, en el presente estudio no se realizó un estudio detallado en cuanto a costos de producción, es sencillo interpretar, desde el conocimiento básico de las frecuencias y los ingredientes activos, que el utilizar dos productos con el mismo objetivo, ya es incurrir en mayores costos de producción. Por otro lado, está demostrado que, a pequeña escala, la inversión para implementar Buenas Prácticas de Manejo,

es baja, y que a largo plazo el sistema de producción se vuelve más competitivo desde un punto de vista económico¹⁴.

En general, las preocupaciones expresadas por los campesinos, ante el panorama obtenido por la presente investigación, refleja lo expuesto por muchos productores a nivel mundial, donde la mayoría expone no conocer los riesgos asociados a la contaminación, los impactos ambientales detallados y los costos de producción (Bickel, 2018).

3.3.2. Fase Diagnóstica

La fase diagnóstica se dividió en dos momentos. El primero realizando un taller de lluvia de ideas con los productores de cebolla y el segundo, generar un análisis DOFA para empezar a poner estas ideas de una forma más clara; ambos momentos se realizaron teniendo como enfoque, comprender las necesidades de los campesinos y generar instrumentos y estrategias encaminadas a su sentir real (Figura 14).



Figura 14. Asistentes segundo taller de lluvia de ideas

El taller fue un instrumento metodológico de gran utilidad, en el sentido de que sirvió de espacio para que el grupo interactuante pudiera manifestar sus percepciones sobre lo planteado por el grupo investigador. Resultó ser un espacio propicio para la confrontación de conocimientos teniendo en cuenta los saberes ancestrales de los productores. Las principales ideas de los productores fueron:

- Los bajos precios actuales de la cebolla y la dificultad para la venta de la misma. Las variaciones de los precios son bastante altas, llegándose a encontrar valores que generan pérdidas.
- Se expuso que “Campo Limpio” encargado de la recolección de envases de pesticidas, no es muy regular y las frecuencias de paso por la zona rural son bastante bajas. Muchos productores no tienen los medios necesarios para llevar sus residuos hasta los lugares de acopio que se establecen en las ciudades.
- Se expresa que para que la cebolla sea más “bonita” (cebolla con características de tallo y hojas específicas) es necesario aplicar mayor cantidad de insumos químicos, por lo que se espera que los consumidores finales inicien procesos de sensibilización y estén dispuestos a pagar productos limpios.
- Los campesinos están dispuestos a cambiar prácticas y productos, siempre y cuando se demuestre experimentalmente, que dichos cambios funcionan.

¹⁴Unidad de Coordinación Regional para el Caribe Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

- Para concluir las percepciones de los campesinos, se hizo referencia a las Universidades y demás instituciones de investigación, para que trasciendan en la materialización de las investigaciones.

Todos los elementos de la lluvia de ideas, fueron documentados para la posterior propuesta de estrategias de mejoramiento.

A partir de las ideas expuestas, se inició la construcción de un análisis DOFA (Tabla 37), para empezar a encontrar estrategias sentidas por los productores y que quitaran el sesgo de las preguntas realizadas en las entrevistas, porque es claro, que la mirada de un investigador es diferente a la del campesino que vive la experiencia real y que es quien comparte e intercambia elementos diariamente con su territorio. También es importante resaltar que al final, lo encontrado en las entrevistas, las estrategias resultantes de la matriz DOFA y las opiniones de los expertos, conformarán las estrategias finales a proponer.

Tabla 37. Construcción colectiva de Matriz DOFA

MATRIZ DOFA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • Voluntad y disposición de campesinos a tratar de mejorar sus cultivos. • Terrenos productivos. • Años de experiencia. • Disminución de costos de producción asociados a la minimización de uso de pesticidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte arraigo por parte de los productores hacia los actuales métodos de cultivo. • Deficientes capacidades técnicas para identificación de insumos químicos y/o biológicos.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA (FO)	ESTRATEGIA (DO)
<ul style="list-style-type: none"> • Interés de un tipo de público hacia los productos limpios. • La cuenca alta del Río Otún es una zona de potencial agrícola y ambiental a nivel regional. • Risaralda como tercer productor de cebolla del país. • Importancia de la cebolla en la canasta familiar. • Interés de entes territoriales por apoyar productores asociados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar estrategias que aprovechen la experiencia y la voluntad de los campesinos a mejorar sus cultivos para desarrollar prácticas ambientalmente adecuadas en sus cultivos. • Diseñar un Plan Estratégico que permita la visibilización de los procesos campesinos llevados a cabo en la cuenca alta para la conservación del Río Otún. • Emprender acciones para el reconocimiento de los beneficios de la adopción de buenas prácticas agrícolas y así mismo la importancia del apoyo por parte de los consumidores hacia los productores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la asociatividad entre productores para obtener beneficios por parte del gobierno nacional. • Incentivo a productores que apliquen buenas prácticas agrícolas.
AMENAZAS	ESTRATEGIA (FA)	ESTRATEGIA (DA)
<ul style="list-style-type: none"> • Desinterés de consumidores por productos limpios por su alza en el precio. • Afecciones a la salud de los productores y consumidores de cebolla, asociada al uso de pesticidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propender por la sensibilización de los productores de cebolla mediante campañas de educación ambiental y experimentos probatorios, que les permitan interiorizar la importancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Propiciar espacios de confrontación de saberes entre campesinos e investigadores para formular estrategias efectivas que se demuestren por medio

<ul style="list-style-type: none"> • Impactos en suelo y agua, insumos principales para el cultivo. • Restricciones normativas por la importancia del río como abastecedor principal. • Baja capacidad de gestión de residuos peligrosos por parte de entes territoriales. • Sobrediagnóstico de la zona y baja capacidad de proponer estrategias efectivas. 	<p>de adoptar buenas prácticas agrícolas.</p>	<p>de experimentación en campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer a entes territoriales brindar la adecuada asistencia técnica a los productores así como la recolección oportuna de residuos y mostrar los beneficios de la misma en la conservación del agua.
--	---	--

Luego de la construcción de la Matriz DOFA con algunos campesinos de la zona, se realizó un taller con expertos con el uso del método Delphi, los cuales, basados en la información obtenida en la fase de encuestas, brindarán conocimiento técnico para lograr la disminución en el uso de insumos químicos, además de prácticas de conservación de suelos, uso adecuado del agua y disposición final de residuos químicos.

- **Fase 1. Revisión y Análisis de información**

La información inicial que se revisó, fue la obtenida en las encuestas y se separaron de las demás, aquellas prácticas que resultaron en el grupo 3 del clúster, cuyas prácticas de manejo del cultivo son menos impactantes en el recurso hídrico (por usar insumos químicos de categorías toxicológicas medias y bajas) y que realizan alguna actividad de conservación de suelos, además de disponer de forma adecuada los residuos químicos, sin ver afectada la productividad y utilidades relacionadas con la venta de la cosecha de cebolla.

En segunda instancia, se revisaron artículos científicos relacionados con el tema de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla y también con estrategias llevadas a cabo a nivel de agricultura familiar para tener cultivos sostenibles. De ellas se extrajeron las principales estrategias para redactar las encuestas a responder por los expertos.

- **Fase 2. Definición de expertos**

Estos se fueron identificando a medida que se realizaban las encuestas del capítulo 2, quienes eran habitantes de la zona y tenían estudios profesionales, además de expertos agrónomos e ingenieros agrícolas pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Pereira. Se contó con los mismos, por presentar trayectoria ya sea como profesionales y productores o por haber trabajado temas relacionados con buenas prácticas agrícolas en cultivos.

- **Fase 3. Construcción del cuestionario**

Con base en la información obtenida en la fase 1, se procedió a construir el cuestionario que resolvieron los expertos. Las preguntas se enfocaron entonces al mejoramiento de las prácticas agrícolas generales, pero con especial énfasis en mitigar la contaminación del agua. Las preguntas resultantes fueron:

[1] ¿Cómo se puede mejorar la eficacia de los insumos químicos utilizados en el cultivo de cebolla?

Se ha evidenciado a lo largo de la investigación que la disminución de los insumos químicos es indiscutible pero que, de todas formas, muchos de ellos seguirán estando presentes y que se requieren estrategias para aprovechar mejor dichos insumos. Por eso la pregunta, estuvo precedida de esta aclaración, para que la información obtenida fuer más puntual.

[2] ¿Cómo se puede manejar el tema de la fertilización con gallinaza cruda?

Está claro a la altura de la investigación que el tema de la gallinaza debe tratarse diferente a lo que ha intentado como estrategia la entidad ambiental con injerencia en el territorio, que ha sido el tema de la gallinaza deshidratada, la cual no tiene el impacto esperado. En las discusiones con los campesinos esto ha quedado más que claro, por lo que se intentó buscar una alternativa con la gallinaza cruda.

[3] ¿Qué estrategias de manejo de suelos son las más adecuadas con relación al tema central?

[4] ¿Respecto a la siembra es importante tener en cuenta algunos aspectos? Nombre los que considere más importantes con relación al tema principal.

[5] Teniendo en cuenta que: El chinche (*Cyrtomenus bergi*), el minador (*Liriomyza huidobrensis*), el trip (*thrips tabaci*) y el mildeo veloso (*Peronospora sp.*) son tan relevantes dentro del cultivo, desde de su conocimiento en el manejo de plagas y enfermedades de la cebolla, ¿qué manejo fitosanitario podría proponer para disminuir el uso de insumos químicos o en su defecto eliminarlo?

De esta forma, se sabe que continúa el uso de algunos insumos químicos, pero con registro ICA para el cultivo, con la dosis y protocolo exacto de aplicación y enfocado a las principales plagas y enfermedades encontrados en el cultivo.

[6] Otras recomendaciones generales para el cultivo con relación al tema de disminuir la contaminación del agua.

• **Fase 4 y 5. Respuestas y análisis primera ronda**

A continuación, se muestran los resultados de cada una de las preguntas planteadas: La numeración del 1 al 10 se refiere a cada uno de los expertos participantes en la mesa.

1. ¿Cómo se puede mejorar la eficacia de los insumos químicos utilizados en el cultivo de cebolla?	
RESPUESTAS	
1	Mejora pH del agua, análisis de suelos
2	Análisis de suelos
3	Manejar pH del agua y determinar las plagas y enfermedades exactas que más afectan el cultivo y hace formular las dosis correctas
4	Analizar de forma detallada el componente suelo para saber cómo se comportan los pesticidas en él
5	Corregir el pH del agua con que se aplican los pesticidas
6	Conocer de forma detallada plagas y enfermedades y no sobre dosificar
7	Tener una buena medida de las aguas para no deteriorar partículas químicas y no contaminar más los suelos
8	Conocer el suelo y sus particularidades específicas
9	Corregir pH del agua para mejor manejo de los químicos
10	pH del agua y conocimiento del suelo, manteniendo análisis de no menos de dos años

Las respuestas se agrupan en tres, enfocados a tener en cuenta el pH de las aguas con las que se aplican los insumos químicos; analizar los suelos y las condiciones agrológicas para conocer la reacción de los insumos; y por último conocer al detalle las plagas y enfermedades que afectan al cultivo para conocer, de forma exacta, las dosis y los insumos que se requieren.

En la Figura 15 se identifican los porcentajes que obtuvo cada pregunta, donde el pH del agua fue la de mayor representación, seguida por el análisis de suelos y terminando con el conocimiento de plagas y enfermedades.

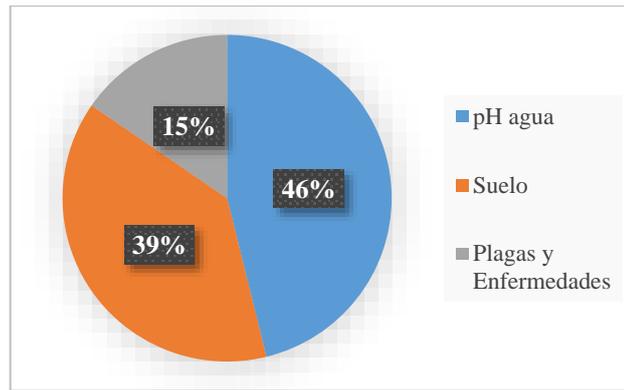


Figura 15. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 1

La segunda pregunta tuvo las siguientes respuestas por parte de los expertos:

2. ¿Cómo se puede manejar el tema de la fertilización con gallinaza cruda?	
RESPUESTAS	
1	Se puede aplicar en conjunto con un activador biológico
2	Aplicación de gallinaza cruda con la posterior aplicación de insecticida enfocados en la mosca
3	Aplicar cantidades necesarias por planta sin sobredosificar
4	Aplicación de la gallinaza en cantidades correctas, evitando días de lluvia o condiciones en la que la misma pueda lavarse
5	Aplicar en conjunto con un entomonemátodo para evitar problemas de otras plagas
6	Aplicar con activador y control biológico
7	Disminuir las cantidades de aplicación hasta encontrar la mínima necesaria por planta
8	Corregir cantidades
9	Gallinaza con activador biológico y control de mosca
10	Cantidades medidas, productos biológicos para activar y controlar la mosca

En la pregunta 2 relacionada con la fertilización con gallinaza cruda, se observan tres estrategias dirigidas a la aplicación de este fertilizante, relacionadas con la aplicación de un activador biológico que acelera el compostaje de la misma en el suelo, aplicación de un control biológico para evitar la proliferación de la mosca doméstica generada por la gallinaza y finalmente, conocer las cantidades exactas de gallinaza necesaria por planta.

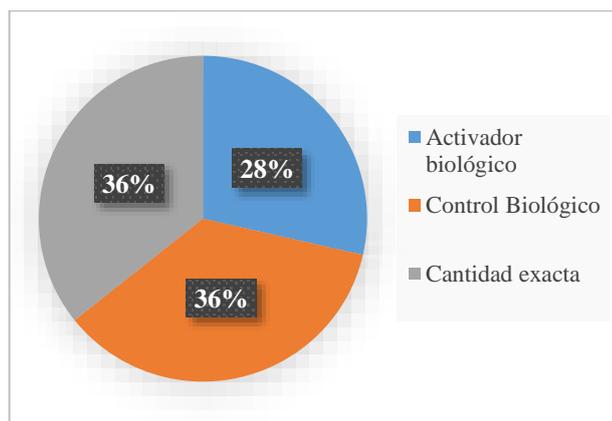


Figura 16. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 2.

En la Figura 16 se muestra un porcentaje equivalente para cada una, por lo que, después de la discusión con los expertos, se llega a la conclusión de dejar las tres estrategias para mejorar la aplicación de la gallinaza en el cultivo.

En la tercera pregunta, se obtuvieron las siguientes preguntas:

3. ¿Qué estrategias de manejo de suelos son las más adecuadas con relación al tema central?

RESPUESTAS

1	Establecimiento de barreras antierosivas
2	Barreras antierosivas con plantas aromáticas que se puedan aprovechar
3	Barreras vivas que eviten la erosión y retengan además elementos no deseados para el agua
4	Instalación de barreras antierosivas
5	Instalación de barreras antierosivas
6	Implementación de barrera para evitar la erosión
7	Barreras para evitar erosión ya sea con plántulas o simplemente barreras de tierra más compacta
8	Barreras antierosivas
9	Barreras antierosivas
10	Barreras antierosivas

Como se observa, en esta pregunta hubo unanimidad en seleccionar las barreras antierosivas como la estrategia más importante en el manejo de los suelos, pues estas barreras evitarían en gran parte que la erosión y la escorrentía lleguen a las fuentes hídricas.

En la pregunta cuatro, las respuestas obtenidas de los expertos fueron:

4. ¿Respecto a la siembra es importante tener en cuenta algunos aspectos? Nombre los que considere más importantes con relación al tema principal.

RESPUESTAS

1	Es importante conocer la procedencia de la semilla (si esta es comprada) porque muchas enfermedades pueden venir implícitas en la misma
2	Preparar el terreno con insumos biológicos para fortalecer el suelo en el manejo de plagas
3	A la hora de la siembra es importante respetar las distancias establecidas para cada plántula
4	Preparar las camas de cultivo, realizando un importante trabajo de labranza en el que se pueden incorporar las mismas arvenses y otros insumos que se puedan compostar adecuadamente
5	Fortalecer el suelo con procesos de biorremediación, que eliminen de entrada elementos patógenos que pueda contener el suelo
6	Realizar procesos de fortalecimiento del suelo para estimular la microbiología del mismo y hacerla más fuerte contra patógenos
7	Realizar una siembra adecuada de plantas con espacios establecidos entre plantas y franjas
8	Sembrar según recomendaciones del cultivo
9	Realizar trabajo sobre el suelo para enriquecerlo
10	Sembrar según protocolos establecidos para el cultivo de cebolla

La pregunta 4 se abrió en cuatro temas expuestos por los expertos. El tema de procedencia de la semilla, explicando que la misma, puede estar infectada desde un inicio con plagas y enfermedades que más adelante pueden afectar el cultivo. Preparar el terreno como otra estrategia, se refiere a las labores de labranza del suelo, que si bien, no es una práctica muy recomendada, en el cultivo se realiza y es difícil dejar esta práctica de lado, por lo que se recomienda incorporar arvenses en esta práctica para no afectar de manera tan drástica el suelo. Preparar el terreno por medio de técnicas de biorremediación, fue una estrategia expuesta por cuatro expertos, argumentando que el fortalecimiento del suelo con microorganismos, lo puede preparar para ser más resistente ante las plagas y enfermedades. La última estrategia, está relacionada con sembrar según los protocolos establecidos para el cultivo, de acuerdo a distancias de siembra.

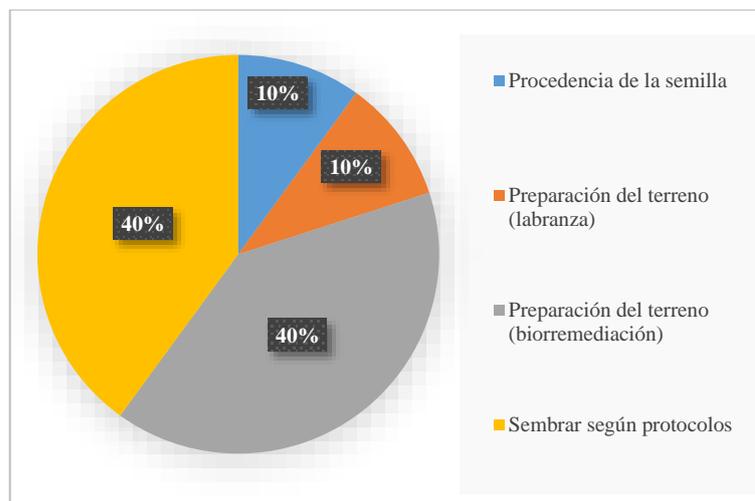


Figura 17. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 4.

En la Figura 17, se observa cómo las estrategias que más expertos expusieron fueron la de preparación de los terrenos con biorremediación y sembrar según protocolos. Después de la discusión con el grupo, se llegó a la conclusión que los productores actualmente, siembran según los protocolos establecidos y que sería una estrategia que ya se cumple, por lo que se retira. El resto de las estrategias, al ser complementarias, serán tenidas en cuenta en la fase propositiva.

La pregunta 5 tuvo las siguientes respuestas:

5. Teniendo en cuenta que: El chinche (*Cyrtomenus bergi*), el minador (*Liriomyza huidobrensis*), el trip (*thrips tabaci*) y el mildew veloso (*Peronospora sp.*) son tan relevantes dentro del cultivo, desde de su conocimiento en el manejo de plagas y enfermedades de la cebolla, ¿qué manejo fitosanitario podría proponer para disminuir el uso de insumos químicos o en su defecto eliminarlo?

RESPUESTAS	
1	Aplicación de hongos patógenos que provoquen mortalidad de plagas
2	Para minador, aplicación de ingredientes disuasivos
3	Aplicación de ciromazina, insecticida ligeramente tóxico, que ataca larvas de minador
4	Aplicación de productos específicos para cada plaga y enfermedad y según dosis recomendadas por expertos técnicos
5	Aplicación de entomopatógenos, controladores biológicos
6	Aplicación de productos biológicos en conjunto con algunos químicos con baja toxicidad en proporciones indicadas
7	Aplicación de insecticidas naturales para el control de plagas
8	Aplicación de productos biológicos en áreas foliares y suelo
9	Aplicación indicada de productos específicos para el cultivo y en dosis recomendadas
10	Aplicar productos con registro ICA para el cultivo en las dosis recomendadas

La pregunta 5 tuvo dos estrategias nombradas por los expertos y están relacionadas con la aplicación de productos biológicos y aplicación de insumos químicos específicos para cada plaga y/o enfermedad en las dosis recomendadas y solamente aquellos que demuestren efectividad y sean de ligeramente a medianamente tóxicos.

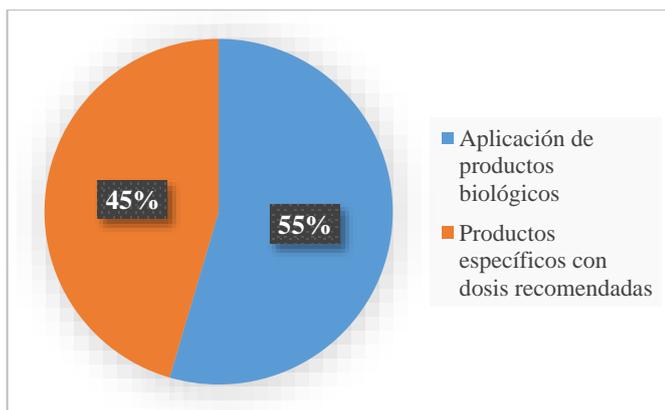


Figura 18. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 5.

En la Figura 18, se muestra que ambas estrategias están casi que igualmente divididas entre los expertos y que son complementarias, por lo que ambas estarán en la fase propositiva.

La última pregunta número 6, tuvo las siguientes respuestas:

6. Otras recomendaciones generales para el cultivo con relación al tema de disminuir la contaminación del agua.

RESPUESTAS	
1	Incorporación de arvenses al suelo, construcción de barbechos
2	Establecimiento de barreras dinámicas, construcción de barbecho y triple lavado de envases químicos
3	Cuidar calidades del agua para riego, cosecha y poscosecha
4	Construcción de barbecho para disposición de aguas residuales de químicos
5	Instalación de barbechos
6	Manejo integrado de plagas
7	Siembra en contra de la pendiente para minimizar la erosión y escorrentía
8	Aplicación de abonos orgánicos y siembra de otros productos para manejar la diversidad biológica
9	Siembra de especies para alelopatía
10	Asistencia técnica para el entrenamiento de los productores en insumos químicos

Se muestran nueve (9) estrategias diferentes, al ser una pregunta muy abierta. Las estrategias están relacionadas con incorporación de arvenses en el suelo; construcción de barbechos para residuos de pesticidas; barreras dinámicas que sirvan como especies alelopáticas y para establecer el control biológico aumentativo de biocontroladores; el triple lavado de envases de pesticidas, con el fin de minimizar el riesgo no sólo de contaminación del agua sino también de riesgo por intoxicaciones de las personas; siembra en contra de la pendiente para disminuir los procesos erosivos; aplicación de abonos y demás insumos orgánicos que no generen impacto en el agua; calidad del agua para riego, cosecha y poscosecha; y por último la asistencia técnica para que los productores conozcan a fondo los productos químicos que utiliza, las dosis e impactos en el ambiente y la salud humana.

En la Figura 19, se muestra que las estrategias referidas a la instalación de barbechos y las barreras dinámicas fueron repetidas en algunos expertos, representando las estrategias principales. Con respecto al tema de la asistencia técnica, se llegó a la conclusión de que ya había sido incorporada en las estrategias propuestas por los productores y que debería ser eliminado de este ejercicio. El tema de siembra en contra de la pendiente, también fue eliminado, después de exponer a los expertos, las dificultades en campo sufridas por los productores al implementar esta práctica. Las demás respuestas, fueron tenidas en cuenta ya que son complementarias.

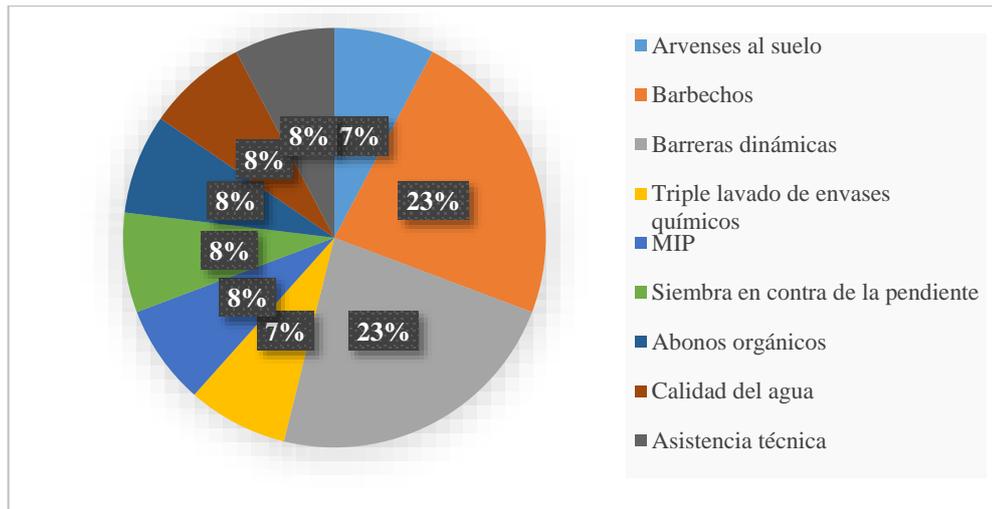


Figura 19. Porcentajes de participación de cada experto en la pregunta 6

- **Fases 6 y 7. Respuesta y análisis segunda ronda**

En esta ronda, se analizaron y discutieron a profundidad las preguntas, donde, por medio de discusión de grupo, se establecieron protocolos, datos y dosis más específicos para las estrategias propuestas, las cuales se amplían en la fase propositiva.

3.3.3. Fase Propositiva

Para el tema técnico, se tomaron como estrategias las respuestas obtenidas en el desarrollo de la metodología Delphi, resultando tres grandes componentes: Agua, Suelo y Prácticas culturales. Las demás estrategias, se establecieron en: Recomendaciones a Instituciones, Recomendaciones a Consumidores y Recomendaciones a Institutos y Centros de Investigación, de acuerdo a las necesidades expresadas por los productores y al contexto territorial.

Se insiste, de manera reiterativa, el hecho de que las estrategias que se formulan a continuación, son el resultado de un trabajo de investigación integral, que ha tenido en cuenta los elementos encontrados en la caracterización de prácticas, en lo relacionado a la pérdida de suelo y la movilidad y toxicidad de los pesticidas utilizados en la cuenca, y al tema de la participación de campesinos y expertos, por lo que puede que no se encuentren en su totalidad todas las herramientas técnicas de un manual para el cultivo de cebolla, pero si muchas consideradas muy relevantes para el caso de estudio.

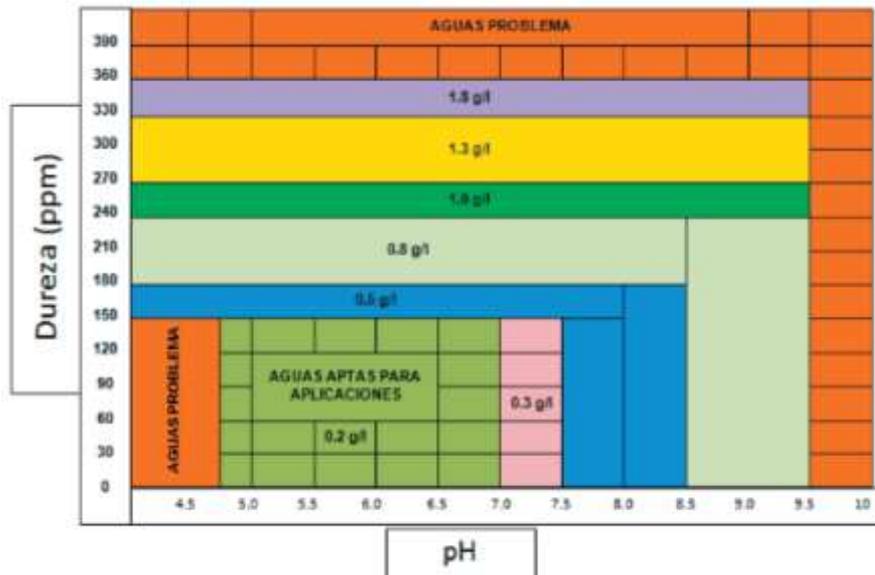
A continuación, se mencionan las estrategias generadas:

- **Estrategias Componente Agua**

[1] Calidad del agua para aplicaciones agrícolas

En los primeros capítulos se encontró gran cantidad de pesticidas utilizados debido a plagas y enfermedades numerosas que atacan el cultivo. Para lograr una mejor eficacia de los productos utilizados para el manejo de plagas y enfermedades se debe determinar el pH y dureza del agua, medida requerida para hacer el acondicionamiento en las aplicaciones agrícolas, y no deteriorar las características de las moléculas químicas por las altas concentraciones de carbonatos de calcio y condiciones de pH.

Tabla 38. Recomendaciones generales para el acondicionamiento del pH y Dureza del agua mediante el uso de acondicionadores.



El no acondicionamiento del agua para aplicaciones agrícolas, conlleva a la pérdida de eficacia de los pesticidas y aumenta el número de aplicaciones, aumentando también la contaminación del suelo, los cuerpos de agua y los alimentos. La Tabla 38 muestra la cantidad requerida de acondicionador de acuerdo a los valores de pH y dureza del agua.

[2] Calidad del agua para riego

Cada unidad productiva debe tener el análisis de calidad físico químico y microbiológico del agua que utiliza para las diferentes actividades de la finca.

El agua para uso agrícola y pecuario debe estar libre de peligros microbiológicos (*Escherichia coli*, *Shigella sp*) y químicos. Para esto debe cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes microbiológicos y químicos establecidos en la legislación nacional vigente (Decreto 1594 de junio de 1984: Usos del agua y residuos líquidos). En el caso de que los resultados de los análisis sobre pasen los límites permisibles, el uso del agua queda condicionada al establecimiento de medidas correctivas necesarias que garanticen su calidad química y microbiológica.

[3] Calidad del agua para poscosecha

Para el manejo de lavado de productos en poscosecha el agua debe ser segura y cumplir con estándares de calidad relacionados con el consumo humano directo del producto.

[4] Instalación de barbecho

La contaminación encontrada en el agua durante los muestreos, apunta a que no sólo por escorrentía y pérdida de suelo, los pesticidas llegan a fuentes hídricas, sino también por residuos líquidos provenientes de lavado de bombas de espalda y residuos de fumigaciones. Es por esto que se propone disponer dichas aguas en un pozo de desactivación ubicado en zona de barbecho (Figura 20) alejado de fuentes de agua, el cual consta de un filtro con carbón activado, arena y gravilla.

Esto con el fin de minimizar el riesgo de disponer en campo abierto los residuos. El área debe estar debidamente identificada para tal fin, alejado del paso público, de fuentes de agua y del cultivo.

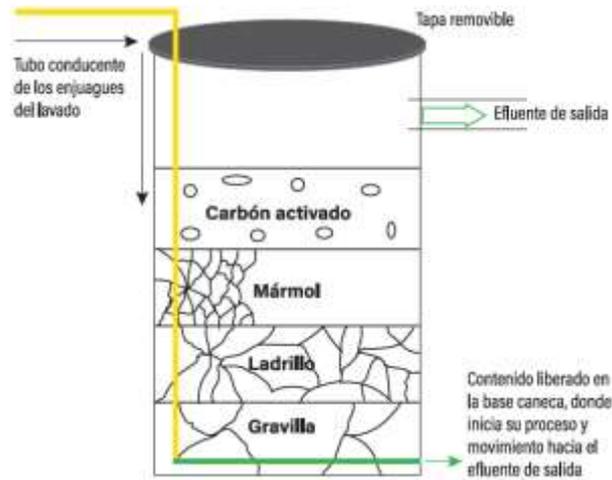


Figura 20. Esquema construcción de un barbecho
Fuente: Elaboración propia

- **Estrategias Componente Suelo**

- [1] **Análisis de suelos**

Se requiere tener análisis de suelos vigente, es decir, con menos de dos años de antigüedad. El propósito del análisis del suelo es corregir la acidez, balancear los nutrientes y mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo para aumentar la disponibilidad de los nutrientes para la planta.

El análisis de suelos, es una herramienta de gran importancia para los agricultores teniendo en cuenta que este le permitirá tener un panorama claro acerca de las necesidades en cuanto nutrientes que pueda tener el suelo, las texturas y propiedades hídricas y así podrá determinar las necesidades de enmiendas. Al contar con un adecuado análisis de suelos, además se puede establecer un plan de abonado para mejorar la rentabilidad de cultivos y cómo proceder de forma adecuada evitando los impactos ambientales negativos (Sola, 2018).

- [2] **Aporte de materia orgánica**

Según lo planteado por los agricultores la gallinaza es un elemento que consideran indispensable para el crecimiento adecuado de la cebolla y la cual se debe aplicar cruda. Teniendo en cuenta su posición, pero también la problemática que genera este fertilizante, los expertos generan la siguiente opción: El cultivo de cebolla requiere aplicación de materia orgánica por ciclo, para lo cual se recomienda que se adicionen 450g de gallinaza cruda, con la posterior inoculación del activador biológico Bacthon en dosis de 1.5 cc/L; debe ser aplicado sobre la cama de siembra para acelerar la compostación de esta en el suelo. La descarga de entomonemátodos *Heterorhabditis sp* es importante para evitar la proliferación de la mosca doméstica en dosis de 25.000 JI por metro cuadrado. De esta forma, se elimina una de las principales problemáticas de la zona relacionadas con la gallinaza como lo es la proliferación de mosca.

La incorporación de materia orgánica en el suelo ha llegado a transformarse en una de las técnicas en las que actualmente se basa el desarrollo de la agricultura. Lo anterior, teniendo en cuenta que la materia orgánica presente en el suelo cuenta con aproximadamente el 5% de Nitrógeno total; contiene además una serie de elementos de vital importancia para los cultivos y plantas, tales como Fósforo, Magnesio, Azufre, entre otros (Julca, 2006).

[3] Establecimiento de barreras antierosivas

De acuerdo a la experiencia de los campesinos, cuando han querido seguir las recomendaciones de cartillas técnicas para la siembra de cebolla, no han tenido éxito en lo que a sembrar en contra de la pendiente se refiere, pues el tallo de la cebolla no crece lo suficiente sumado a que crece torcido y no tiene el mismo valor comercial. La opción de los expertos frente a este tema fue la siguiente:

La longitud de las camas de siembra que se hacen en sentido de la pendiente del terreno debe tener la longitud que se permita, según la tabla de establecimiento de barreras antierosivas.

Tabla 39. Instrucciones para el establecimiento de barreras antierosivas (ICA, 2006)

Pendiente del terreno	Para cultivos transitorios y anuales (cultivos en callejones)	Cultivos permanentes y semipermanentes (Multitemporal)	Sistemas Multiestrata	Silvopastoril
5	20	40	-	50
10	15	30	-	45
15	10	20	-	40
20	9	18	40	35
25	8	16	35	30
30	7	14	30	25
40		12	25	20
50		10	20	15
60		8	15	
> 60			10	

Según la Tabla 39, la cebolla se debería sembrar solo en terrenos con pendientes inferiores al 30%, esto con la finalidad de mitigar las pérdidas del suelo, por ejemplo, si la pendiente del terreno fuera del 20%, cada 9 metros se debería establecer una barrera antierosiva, al igual los surcos de siembra de cebolla tendrían 9 metros de longitud.

La instalación de barreras antierosivas es pertinente para disminuir rapidez de escurrimientos de las aguas lluvias y así poder controlar la erosión, siendo, además, útiles para posibilitar la infiltración de agua en el subsuelo especialmente en áreas con una pendiente considerable y/o con alta pluviosidad incrementando los niveles de erosión. Las barreras antierosivas presentan además los siguientes beneficios:

- Retención de partículas de suelo, estiércol, materia orgánica, entre otros.
- Reducción de ligereza del agua de escorrentía en beneficio de la infiltración.
- Protección del cultivo del viento.
- Sus requerimientos en lo que respecta a mano de obra son escasos.

(Moran, 2018).

- **Estrategias Labores Culturales**

[1] Consecución de la semilla

Práctica	Razón
a. La semilla debe provenir de fincas dedicadas a la producción de ésta, certificadas por el ICA.	Se reduce el riesgo de obtener semilla de mala calidad e infestadas de plagas y enfermedades

[2] Preparación del terreno

La preparación de la cama de siembra se puede hacer de tres formas:

Práctica	Razón
a. Repicada y levantada de la cama de siembra con azadoneta, incorporando a la vez las arvenses.	Labranza de conservación
b. Aplicación de Bacthon + <i>Trichoderma</i> sp en dosis de 1.0 l/ha y 300 g/ha respectivamente.	Hacer una labor de biorremediación del suelo, activar la microbiología del suelo y crear un efecto antagonico contra patógenos del suelo
c. Aplicación de <i>Beauveria</i> sp y <i>Metarhizium</i> sp en dosis de 300 g/ha de cada uno	Mantener el suelo con hongos entomopatógenos, para fortalecer la microbiología del suelo que defienda el cultivo de posibles plagas.

[3] Siembra

Práctica	Razón
Sembrar de 4 a 6 hijuelos sanos y vigorosos por sitios, previamente desinfectados	Iniciar el ciclo productivo con material de propagación sano
Al momento de la incorporación de la materia orgánica se debe hacer inoculación de microorganismos descomponedores de la materia orgánica y solubilizadores de fósforo en el suelo	Acelerar el proceso de compostación y mineralización de la materia orgánica en el suelo, a la vez de mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo para las plantas.
Al momento de la incorporación de la materia orgánica en el suelo, se debe hacer inoculación de entomonemátodos tipo <i>Heterorhabditis</i> sp	Evitar la proliferación de mosca doméstica en áreas cultivadas de cebolla de rama.

[4] Manejo de arvenses

Siempre hacer la incorporación de las arvenses al suelo, con esto se mejora su estructura y se incrementan los contenidos de materia orgánica del mismo, a la vez que se mitiga la pérdida de suelo provocada por la erosión. Esta estrategia comentada con los campesinos, tuvo gran acogida debido a lo que implica para ellos hacer limpieza de suelos, pudiendo incorporarla más fácilmente a la estructura de los mismos.

[5] Manejo fitosanitario

o Manejo del chinche *Cyrtomenus bergi*

Prácticas de manejo		
✓	Monitoreo durante la preparación del terreno	
✓	Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en dosis de 200 g/ha, cada uno.	
✓	Aplicación de entomonemátodos tipo <i>Heterorhabditis</i> sp en dosis de 25.000 juveniles infectivos por m ² .	
Umbral de acción para chinche: Se debe hacer monitoreo de <i>Cyrtomenus bergi</i> en 10 sitios al azar por hectárea, 5 adultos por m ² , podría ser el nivel de daño económico y con base en esta información se establece el umbral de acción		
Grado	Promedio # individuos	Práctica de manejo
0	0	Monitoreo en presiembra o posterior a la cosecha
1	≤ 2	Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i>
2	>2 ≤ 5	Aplicación de entomonemátodos tipo <i>Heterorhabditis</i> sp en dosis de 25.000 juveniles infectivos por m ² .
3	>5	Aplicación de productos químicos permitidos en producción limpia, y compatibles con el control biológico.

o Manejo de Minador *Liriomyza huidobrensis*

Prácticas de manejo	
✓	Monitoreo semanal desde el momento de la siembra
✓	Aplicación de entomonemátodos tipo <i>Heterorhabditis</i> sp dirigidos al área foliar.
✓	Aplicación de productos fitoquímicos como Capsialil que funcionan como repelente.
✓	Aplicación de productos químicos a base de Ciromazina compatible con el control biológico propuesto.

Umbral de acción para minador: Se debe hacer monitoreo permanente en 10 sitios al azar en un área de 500 m², 10 galerías por m², podría ser el nivel de daño económico y con base en esta información se establece el umbral de acción.

Grado	Promedio # individuos	Práctica de manejo
0	0	Monitoreo dos veces por semana desde el establecimiento del cultivo, hasta finalizando ciclo
1	≤ 2	Aplicación de productos fitoquímicos como Capsialil
2	>2 ≤ 5	Aplicación de entomonemátodos tipo <i>Heterorhabditis</i> sp dirigidos al área foliar, en dosis de 15.000 JI por m ² .
3	>5	Aplicación de productos químicos a base de Ciromazina compatible con el control biológico propuesto.

○ Manejo de Trips *Thrips tabaci*

Prácticas de manejo		
✓	Monitoreo permanente dos veces por semana	
✓	Aplicación de entomonemátodos al suelo <i>Steinernema</i> sp y foliar <i>Heterorhabditis</i> sp	
✓	Liberación de <i>Chrysoperla carnea</i>	
✓	Liberación de <i>Orius insidiosus</i>	
Umbral de acción para trips: Se debe hacer monitoreo en hojas fotosintéticamente activas en 10 plantas al azar, 10 individuos entre estados inmaduros y adultos, podría ser el nivel de daño económico y con base en esta información se establece el umbral de acción.		
Grado	Promedio # individuos	Práctica de manejo
0	0	Realizar monitoreo dos veces por semana
1	≤ 2	Aplicación de entomonemátodos al suelo <i>Steinernema</i> sp y foliar <i>Heterorhabditis</i> sp
2	>2 ≤ 5	Aplicación de entomonemátodos al suelo <i>Steinernema</i> sp y foliar <i>Heterorhabditis</i> sp y liberación de <i>Chrysoperla carnea</i> y <i>Orius insidiosus</i>
3	>5	Rotación de productos sugeridos por vía foliar y al suelo como Exalt.

○ Manejo de Mildeo veloso *Peronospora* sp

Promedio # individuos	Práctica de manejo
18 – 30	a. Aplicación de <i>Trichoderma</i> sp en dosis de 1 g/l o 300 g/ha, cada 30 días b. Aplicación de Oasis en dosis de 2 cc/l c. Aplicación de Nutri Phite +Kasumin en dosis de 2 cc/l de cada uno de los productos. d. Aplicación de Forum y Revus en dosis de 0.6 g/l y 3.5 cc/l respectivamente.

[6] Implementación de barreras dinámicas

Una de las principales plagas encontradas durante la caracterización de las prácticas del cultivo de cebolla fueron los trips, por lo que se propone la utilización de barreras que ayudarían a su manejo, minimizando así el uso de insumos químicos, y haciendo más baratos los costos de producción.

Para el manejo de trips se utilizan especies de *Alisum* sp y *Lantana* sp (Figura 21 y Figura 22) para establecer el control biológico aumentativo de biocontroladores. Estas barreras se deben establecer en la periferia de los cultivos de cebolla y funcionan como planta trampa, donde después se hacen liberaciones y/o inoculaciones de biocontroladores. Las barreras dinámicas permiten el establecimiento del control biológico inducido y natural.



Figura 21. *Allisium* sp



Figura 22. *Lantana* sp

[7] Manejo de envases de productos fitosanitarios

Según el Ministerio de Salud, los envases de plaguicidas deben ser sometidos a un proceso de triple lavado y eliminación de los mismos, de acuerdo a un programa aprobado por la autoridad sanitaria, porque de lo contrario, se tratarán como residuos peligrosos. Por esto, teniendo en cuenta que en la zona está el proyecto “Campo Limpio”, aprobado por la autoridad, se propone a los productores (Campo limpio, 2016):

- Vaciar el envase y mantener en posición de descarga por 30 segundos
- Agregar agua al envase hasta $\frac{1}{4}$ de su capacidad
- Cerrar el envase y agitar por 30 segundos
- Verter el enjuague y mantener en posición de descarga por 30 segundos
- Repetir los pasos anteriores tres veces
- Perforar el envase para evitar su reutilización

De esta manera, los envases son llevados a un centro de acopio y no resultarán como residuos en las fuentes hídricas.

● **Recomendación a Instituciones**

A nivel nacional se han establecido directrices para encaminar la política rural del país (Zabala, 2016):

- Implementar un sistema de asistencia técnica integral, que se articule con el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y tenga como punto de partida las necesidades de los productores y las condiciones de los mercados; y
- Fortalecer figuras asociativas que mejoren las capacidades productivas e implementar rutas para el emprendimiento y el desarrollo empresarial.

A partir de lo anterior y retomando la matriz DOFA construida con los productores se establecen las siguientes estrategias:

- **Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona**

Es necesario que tanto la CARDER como secretarías del municipio, conozcan la realidad rural de sus municipios y cuencas, y resalten la importante labor que los campesinos cumplen en la producción de alimentos. Es vital que se dé prioridad a las habitantes rurales que tienen una

historia en sus sistemas de cultivo para sobrevivir, sobre agentes externos que llegan a la zona a establecer sistemas económicos, turísticos y demás.

- **Sistema de asistencia técnica integral para campesinos de la cuenca del Río Otún**

Establecer un órgano adscrito a las unidades municipales que ya existen, para que brinden la asistencia técnica necesaria a los pequeños productores de la zona de la cuenca media-alta del río Otún, donde se visite predio por predio, se identifiquen las necesidades individuales de los productores y se promueva la certificación de los mismos en buenas prácticas agrícolas. Es importante resaltar que el personal técnico debe ser idóneo y estar debidamente capacitado en los temas a tratar. Esta es una obligación de la secretaría de Desarrollo Rural y Gestión Ambiental del Municipio de Pereira y de la UMATA en Santa Rosa de Cabal.

- **Asociatividad**

Dentro de los estudios de caso analizados, la asociatividad se presenta como una estrategia que, a nivel social, permite avanzar en la construcción de escenarios de sustentabilidad ambiental en los territorios y que debe plantearse en el presente trabajo, más aún cuando se sabe que, en la cuenca ya han existido asociaciones de productores y que es un elemento que se puede rescatar.

De esta forma, la asistencia técnica y otras acciones del Estado son más fáciles de implementar, y así mismo es más fácil para los campesinos acceder a los beneficios nacionales que se establecen (Zabala, 2016). Podrían derivarse también otros beneficios, como la compra asegurada de las cosechas, un precio promedio establecido que no genere pérdidas y la eliminación de intermediarios que no pagan justamente los productos agrícolas.

En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) considera la asociatividad como un elemento necesario para la creación de condiciones que mejoren la calidad de vida de las personas alojadas en las áreas rurales del país. Lo anterior bajo la premisa de que la asociatividad propicia a los grupos familiares la posibilidad de organización comunitaria con el propósito de acrecentar y contribuir a la mejora de su productividad y así mismo la disminución de los costos de producción y el camino para entrar a los mercados, aumentando así el poder de negociación.

En Departamento Nacional de Planeación (DNP) busca además la construcción de una política direccionada hacia el reconocimiento y el fomento de la asociatividad, como incentivo a la creación de organizaciones y colectividades en pro del crecimiento de la productividad y la sostenibilidad. Dicha iniciativa se concatena además con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 “Prosperidad para todos” y en el CONPES 3616 de 2009: “Lineamientos de la política de generación de ingresos para la población en situación de pobreza extrema y/o desplazamiento.”

Se destaca el fortalecimiento de negocios asociativos desarrollados en Colombia que han sido catapultados por el Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES) en zonas del país como Tumaco y Bolívar, donde se cuenta con diversos cultivos como teca, tabaco, mango, entre otros.

- **Recolección oportuna de residuos peligrosos**

El programa Campo Limpio, es una iniciativa realizada a nivel de Latinoamérica, donde 18 países participan en la recolección de los residuos peligrosos, para su adecuada disposición final. Es una entidad sin ánimo de lucro que funciona como operador logístico de los programas de posconsumo de plaguicidas. En Colombia, representan a 46 empresas fabricantes o

importadoras de plaguicidas de uso agrícola, 16 empresas miembro que hacen parte de la asamblea general y 30 empresas cliente que representan ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA para desarrollar y ejecutar los Planes de Devolución y Posconsumo de Plaguicidas y dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Cada uno de los participantes en la cadena del uso de plaguicidas cumple una función¹⁵:

- **Responsabilidad del Agricultor:** Realizar el triple lavado de los envases vacíos de agroquímicos y afines lavables. Llevar los envases lavados y tapas por separado, limpios, secos y perforados al Centro de Acopio más cercano.
- **Responsabilidades del Distribuidor:** La red de distribuidores deberá entregar material de difusión para promover el triple lavado y la entrega de los envases por parte de los agricultores, colaborar con la instalación y operación de los centros de acopio temporales y apoyar el traslado de los envases recolectados a su destino final.
- **Responsabilidades de los Transportadores:** Utilizar camiones que cuenten con permisos y autorizaciones para transportar los envases.
- **Responsabilidades de Autoridades municipales, regionales y nacionales:** Las dependencias de las áreas agrícolas, de medio ambiente y salud deberán apoyar la promoción, difusión y capacitación del programa Campo Limpio. Facilitar el trámite de autorizaciones, así como el apoyo económico que se pueda considerar para la implementación de Centros de Acopio Primarios o Temporales.

De acuerdo con las inconformidades expresadas por los campesinos de la inconsistencia en la recogida de los envases en predios alejados, se propone mejorar el funcionamiento de “Campo Limpio” encargado de la recolección de envases de productos químicos, para que los mismos sean recogidos a tiempo y en la zona rural, sin exigir el desplazamiento de los campesinos hasta zonas urbanas para la entrega de los mismos. De esta misma forma, los campesinos se comprometen a realizar los lavados necesarios para que el programa funcione adecuadamente.

- **Proyectos de mejoramiento de la producción rural**

Apoyar propuestas de experimentación en campo de mejoras a la producción de la cebolla, para que centros de investigación y demás entidades, puedan aplicar el conocimiento de forma real, en parcelas de la misma zona. Lo anterior debido a que los campesinos han manifestado estar inconformes con tantos proyectos de recolección de información que se realizan en la cuenca y que ninguno lleve a estrategias reales cuyo funcionamiento sea demostrado en campo.

La zona de estudio y el tema tratado en este trabajo, involucra abastecimiento de agua, protección de zonas de amortiguación de figuras de conservación y desarrollo rural, por lo que los responsables de este tema pueden ser:

- Secretaría de Desarrollo Rural que tiene como misión planificar y gestionar el desarrollo sostenible del sector rural y a quien le interesa de manera directa, el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los campesinos y cuyo presupuesto se puede destinar a desarrollar proyectos de mejora en la zona.
- La Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER quien planifica ambientalmente el territorio y desarrolla proyectos en pro de la sostenibilidad. La Corporación a través de su obligación de incentivar los negocios verdes en el departamento, tiene amplias posibilidades de incorporar a los campesinos de la zona

¹⁵ <https://www.campolimpio.org/#sliderCampo2>. Fecha de consulta: julio de 2019.

en proyectos de mejoramiento de los procesos productivos y buenas prácticas agrícolas.

- Aguas y Aguas de Pereira, institución que adelanta el Plan de Seguridad Hídrica para la cuenca del río Otún, y que obligatoriamente deben tener en cuenta los usos del suelo y las prácticas agropecuarias que tienen impacto en la cuenca.

- **Promoción de certificación de productores en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

Esta estrategia está directamente ligada a la anterior, pues es importante promover la certificación de los productores, pues esto, como estrategia institucional, permite no sólo la disminución de la contaminación de suelo, agua y aire, sino que reduce la probabilidad de enfermedades por uso de agroquímicos en la población rural, además de tener mayor control de los productores y de los insumos químicos que usan.

El ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad responsable de implementar y certificar los predios donde se producen frutas y vegetales para consumo en fresco con destino a los mercados nacionales e internacionales, requiere el apoyo de los entes locales, para que por medio de asistencia técnica (otra estrategia importante) se prepare a los productores para la certificación.

- **Incentivo a productores**

Se debe establecer un régimen de incentivos a los productores que realizan esfuerzos por producir limpio y aportar a la conservación de los ecosistemas, pues estos han evidenciado la disminución en la venta de sus productos que, al ser limpios, cuestan más que otros producidos tradicionalmente. De esta forma, al no existir incentivos económicos, y tampoco cultura de consumo de estos productos, se hace difícil la venta de productos limpios.

El Ministerio de Agricultura, actualmente tiene determinados planes de incentivos para grandes productores, pero debe enfocarse también, en los pequeños y de economía campesina. Un paso para dichos incentivos, es la asociación de productores, pues generalmente, se apoyan asociaciones sólidas y grandes comercializadores.

- **Recomendación a consumidores**

- **Consumo responsable**

Realizar la adecuada promoción de los productos limpios para que las personas de las zonas urbanas, que no están enteradas de las realidades rurales, inicien un proceso de sensibilización hacia estos temas y comprendan su papel dentro del sistema. Actualmente, con la Política de Producción y Consumo Sostenible de 2010, en el país se inicia el proceso de la sensibilización de consumidores en la elección de productos con criterios ambientales, pues actualmente, según la encuesta realizada sobre preferencias de compra de los colombianos, la variable ambiental se encuentra en cuarto lugar, después de: fecha de vencimiento, moda y nacionalidad. Es prácticamente nulo lo que se ha trabajado en este tema, pero es compromiso del Ministerio, apoyado en las autoridades ambientales, iniciar este proceso lo antes posible.

El consumo responsable es una estrategia que se logra principalmente a través de la educación ambiental y que se debe promover a través de PRAES y PROCEDAS y de un adecuado Plan Decenal de Educación Ambiental. Falta, sin embargo, más aporte por parte de las universidades en este tema, pues lo mencionado anteriormente está a nivel comunitario y de educación básica primaria y secundaria.

- **Recomendaciones Academia**

- **Proyectos de investigación rural**

Traspasar la fase de diagnóstico y materializar en acciones tangibles para los campesinos, las investigaciones que se realicen en las zonas agrícolas, para que los conocimientos no se queden en la academia y puedan circular a todos los niveles del sistema productivo. Sin embargo, en este punto es muy importante tener en cuenta el conocimiento tradicional de los campesinos y trabajar de la mano mediante el diálogo y el co-aprendizaje, que permita engranar los conocimientos tradicionales y las nuevas tecnologías, que desde el campo de la academia se puedan generar.

La estrategia se basaría en lo siguiente:

- Priorización de proyectos de desarrollo rural: Entidades como Colciencias, Universidades, pueden incentivar a la inversión e investigación en proyectos que apunten a mejorar las condiciones de la población rural que vive de la producción y que provee de alimento a las ciudades.
- Universidades a través de desarrollo de tesis de grado e investigaciones que se lleven al campo de la experimentación.
- Centros de Investigación que apoyen iniciativas en la zona.
- El SENA a través de sus programas de desarrollo agropecuario.

- **Matriz de priorización IGO**

A continuación, se presentan las matrices de priorización IGO de las estrategias descritas anteriormente, teniendo en cuenta la escala de la estrategia, ámbito de la estrategia, temporalidad de la estrategia, viabilidad técnica, viabilidad financiera y viabilidad jurídico-institucional, basados en la pregunta: ¿Cuánto impacta la estrategia en la armonización de la agricultura con el consumo del agua?

En la Tabla 40, se presenta cada una de las estrategias de acuerdo a escala, ámbito y temporalidad. Las estrategias técnicas y de mejora en las prácticas de cultivo, fueron calificadas como locales, pues dependen netamente de los cambios sobre el cultivo y formas de asociación, mientras que las demás, si bien, impactan los sistemas agrícolas, se realizan desde instancias municipales con el apoyo de actores estatales.

La mayoría de las estrategias están concebidas para implementar en el mediano y largo plazo a excepción de las estrategias de incentivos económicos y consumo responsable. Para la primera, al ser el cultivo de cebolla, de bajas proporciones a comparación de grandes sectores de la economía, no representa para el Estado, una prioridad para el establecimiento de incentivos, pues actualmente se enfocan en grandes monocultivos de arroz, maíz tecnificado, fibra de algodón, yuca, entre otros¹⁶. Y en segunda instancia, el tema del consumo responsable, es una estrategia a largo plazo, debido a que sería necesario un cambio en los patrones de consumo, y hasta ahora, el Estado está apenas empezando a construir las estrategias para llevar a cabo lo establecido en la Política de Producción y Consumo Sostenible (2010).

¹⁶Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Fecha de consulta, agosto de 2019
<https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/quienes-somos/Paginas/Apoyo-incentivo.aspx>.

Tabla 40. Estrategias: escala, ámbito, temporalidad y financiación

#	Estrategias	Escala		Ámbito		Temporalidad			Posibles Fuentes de Financiación
		Municipal	Local	Urbano	Rural	Corto	Mediano	Largo	
1	Estrategias técnicas del cultivo		X		X	X			CARDER Y Secretaría de Desarrollo Rural y Gestión Ambiental (Pereira) UMATA (Santa Rosa de Cabal), en compañía con los productores de la zona
2	Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona	X		X	X		X		Entes territoriales de los municipios de Pereira y Santa Rosa, Universidades, Centros de Investigación y comunidad en general
3	Sistema de asistencia técnica integral		X		X	X			Secretaría de Desarrollo Rural y Gestión Ambiental (Pereira) UMATA (Santa Rosa de Cabal),
4	Asociatividad	X		X	X		X		Ministerio de Agricultura y entes territoriales a través de Planes de Desarrollo
5	Recolección oportuna de residuos		X		X	X			Entes territoriales a través de su operador Campo Limpio
6	Proyectos de mejora de la producción rural	X		X	X		X		Entes territoriales de los municipios de Pereira y Santa Rosa
7	Certificación de productores en BPA	X			X		X		Secretaría de Desarrollo Rural y Gestión Ambiental (Pereira) UMATA (Santa Rosa de Cabal),
8	Incentivo a productores	X			X			X	Estado
9	Consumo responsable	X		X	X			X	Entes territoriales, educativos y población urbana y rural de la zona
10	Proyectos de investigación rural	X		X	X	X			Universidades y Centros de Investigación, Colciencias

En la

Tabla 41 se presenta la priorización en cuanto a importancia y gobernabilidad de la estrategia, basado en los parámetros de la Tabla 40 (escala, ámbito, temporalidad) sumado a la importancia de la solución, la viabilidad técnica, financiera y jurídico-institucional.

Tabla 41. Importancia y Gobernabilidad de las estrategias

#	Estrategias	Importancia de la Solución	Gobernabilidad			Importancia (Ajustada)	Gobernabilidad (Ajustada)
			Viabilidad Técnica	Viabilidad Financiera	Viabilidad Jurídico-Institucional		
1	Estrategias técnicas del cultivo	Muy Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
2	Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona	Media	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
3	Sistema de asistencia técnica integral	Alta	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
4	Asociatividad	Media	Baja	Alta	Alta	Baja	Alta
5	Recolección oportuna de residuos	Muy Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
6	Proyectos de mejora de la producción rural	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja	Alta
7	Certificación de productores en BPA	Media	Baja	Baja	Alta	Baja	Alta
8	Incentivo a productores	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
9	Consumo responsable	Muy Alta	Baja	Media	Alta	Alta	Alta
10	Proyectos de investigación rural	Baja	Alta	Media	Alta	Baja	Alta

Como se observa en la tabla, la mayoría de las estrategias propuestas poseen una alta gobernabilidad, es decir, están las herramientas necesarias tanto técnicas, como financieras y jurídico-institucionales para lograr que éstas se puedan implementar en la zona de estudio. La única de las estrategias establecidas que presenta baja gobernabilidad, es la de incentivos a productores de cebolla, pues este sector, al no tener ficha de incentivos por parte del Estado y de la cual no se sabe cuándo se realizará, se convierte en una propuesta que no es viable actualmente. En la Tabla 42 se especifican las decisiones de la calificación.

Tabla 42. Justificación de la viabilidad de las estrategias propuestas

#	Estrategias	Importancia de la Solución	Justificación	Gobernabilidad		
				Viabilidad Técnica	Viabilidad Financiera	Viabilidad Jurídico-Institucional
				Justificación	Justificación	Justificación

1	Estrategias técnicas del cultivo	Muy Alta	Es una estrategia directa para la disminución de los impactos de la agricultura sobre ecosistemas y en particular, el recurso hídrico	Alta: Los campesinos están en la plena capacidad, de aplicar las medidas propuestas pues se ajustan a sus quehaceres diarios en el cultivo	Alta: Los cambios propuestos no incorporan un aumento significativo de costos en insumos o mano de obra y por el contrario, puede generar mayores ganancias al largo plazo	Alta: Dentro de las obligaciones de los entes territoriales, se encuentra el apoyo a campesinos para mejorar sistemas productivos tanto económica como ambientalmente
2	Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona	Media	Pese a su importancia, fue reconocida como una medida indirecta, por lo que se le da esta calificación	Alta: El reconocimiento de las labores campesinas y su importancia en la seguridad alimentaria es viable en todos los niveles	Alta: No se requiere un significativo esfuerzo económico para lograr la estrategia. Con educación y promoción sería suficiente	Alta: Es deber del Estado reconocer a todos los ciudadanos como parte fundamental de la sociedad
3	Sistema de asistencia técnica integral	Alta	Es una estrategia directa, que materializa los cambios técnicos en el cultivo y la asociatividad	Baja: Esta estrategia requiere un acompañamiento continuo por parte de entes territoriales lo cual resulta en altos requerimientos de personal, que no se tienen.	Baja: Esta estrategia requiere inversión en personal.	Alta: Es una estrategia nacional para el apoyo del sector rural
4	Asociatividad	Media	Es una estrategia indirecta, que puede resultar en importantes beneficios, pero cuya implementación puede esperar	Baja: Requiere apoyo técnico del Estado y voluntad de los campesinos, quienes se encuentran reacios a esta figura en la zona por hechos del pasado	Alta: No requiere mayor inversión financiera	Alta: Es una estrategia nacional para el apoyo del sector rural
5	Recolección oportuna de residuos	Muy Alta	De forma directa, apoya la disminución del impacto sobre las fuentes hídricas	Alta: Actualmente se tiene ya un programa de recolección implementado, con recursos y aliados tanto en lo público como privado	Alta: Actualmente se tiene ya un programa de recolección implementado, con recursos y aliados tanto en lo público como privado	Alta: Actualmente se tiene ya un programa de recolección implementado, con recursos y aliados tanto en lo público como privado
6	Proyectos de mejora de la producción rural	Baja	No es una estrategia directa, pero en el largo plazo podría generarse una eficiencia aún mayor que la conseguida con los cambios técnicos propuestos, basado en nuevas investigaciones	Baja: Actualmente los entes territoriales se enfocan en la solución de problemas más que en el impulso de nuevas actividades de mejora	Alta: Los recursos del Estado están destinados más para el apoyo a grandes proyectos productivos y a la solución de problemáticas del campo	Baja: Como obligaciones de los entes locales, está la solución de problemáticas, antes que el impulso de otro tipo de proyectos

7	Certificación de productores en BPA	Media	Es una estrategia que si bien impacta de manera directa la minimización de la contaminación sobre el recurso hídrico y la salud humana, tiene una etapa inicial antes de la certificación, y es mucho de lo propuesto en la estrategia número 1	Baja: Actualmente los recursos técnicos del Estado están enfocados en otro tipo de problemáticas y/o proyectos rurales	Baja: Actualmente los recursos financieros del Estado están enfocados en otro tipo de problemáticas y/o proyectos rurales	Alta: Se está tomando como prioridad por la CARDER y se tiene establecida una meta en el PGAR
8	Incentivos a productores limpios	Alta	Los incentivos son una estrategia económica que ha rendido importantes frutos en muchos sectores económicos	Baja: El cultivo de cebolla no es un sector priorizado actualmente para este tipo de beneficios	Baja: El cultivo de cebolla no es un sector priorizado actualmente para este tipo de beneficios	Baja: El cultivo de cebolla no es un sector priorizado actualmente para este tipo de beneficios
9	Consumo responsable	Muy Alta	Aunque no impacta de manera directa en la disminución de la contaminación, es una pieza fundamental en el impacto que tendrán los cambios técnicos planteados para el cultivo.	Baja: Actualmente, el Estado no ha establecido esta estrategia como primordial, por lo que no se tienen las suficientes herramientas técnicas para lograrlo	Baja: Actualmente, el Estado no ha establecido esta estrategia como primordial, por lo que no se tienen las suficientes herramientas financieras para lograrlo	Alta: La Política de Producción y Consumo Sostenibles, alineado con uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles, plantean como estrategia la promoción del consumo responsable, por lo que el Estado está en proceso de proveer las herramientas necesarias para que se cumpla
10	Apoyo de la Academia	Baja	Constituye una estrategia indirecta, la cual puede tener importantes frutos en el futuro, pero que no requiere una aplicación inmediata	Alta: Las instituciones educativas locales tienen los suficientes programas académicos para la elaboración de proyectos de grado en pro del desarrollo rural. Colciencias, cada año, presenta convocatorias para realizar proyectos en esta área	Media: Pese a que se tienen las condiciones técnicas, los recursos financieros son escasos y se deben hacer esfuerzos de cooperación internacional	Alta: Está la vía para que las instituciones educativas y los grandes centros de investigación, realicen proyectos de desarrollo rural

De acuerdo a la Tabla 41, las estrategias de mayor jerarquía por tener alta importancia y alta gobernabilidad, y que constituirían la primera fase de la armonización son

- *Estrategias Técnicas,*
- *Asistencia Técnica,*
- *Recolección Oportuna de Residuos y*
- *Consumo Responsable,*

Concuerda con lo encontrado en el primer objetivo del presenta trabajo, el cual, durante la definición de los componentes principales en la tipificación, arrojó que los que tenían mayor impacto en la contaminación del agua era el número de insumos químicos e ingredientes activos para el manejo de plagas y enfermedades y a la asistencia técnica.

Hoy día, los productores son totalmente conscientes de que se requiere un cambio en las prácticas agrícolas, el cual no han realizado, debido a la falta de apoyo institucional y de los consumidores. De esta forma, la aplicación de esta estrategia se considera de fácil aplicación, en términos de que está abonado el terreno con los campesinos pues ellos están dispuestos al cambio. En este orden de ideas, se requieren entonces, en primera medida, acciones que impacten el consumo de residuos químicos, estrategias de manejo y conservación de suelos, y la adecuada disposición de residuos, para mitigar rápidamente la problemática.

El consumo responsable es una estrategia de gran importancia y que tienes las condiciones dadas a nivel de política para que se cumpla, pero que será lento su desarrollo pues implica cambios en los patrones culturales de consumo y la accesibilidad a los nuevos productos, lo cual no se logran en el corto plazo.

Si bien durante los resultados obtenidos en la tipificación, las prácticas certificadas en BPA tuvieron un impacto importante, durante la calificación de la matriz IGO, no resultó ser prioritaria, debido básicamente a que aún sin lograr la certificación, el mero hecho de los productores aplicar las estrategias técnicas (uno de los pasos más importantes para certificarse en BPA) ya estarían logrando un alto impacto en el proceso de armonización, para más adelante si optar por la misma.

Teniendo en cuenta que los productores son conscientes de la problemática y después de aplicar las estrategias técnicas, el segundo paso es iniciar un proceso de gobernanza que involucre la *Asociatividad*, la integración con *proyectos de la región y apoyo de la academia* para posteriores *certificaciones* y muy importante, el *reconocimiento de la importancia que los campesinos* tienen no sólo en la producción de comida, sino como agentes activos de la sociedad. Como lo asegura Brigitte Baptiste (2019)¹⁷ los productores rurales felices son la clave para establecer redes de trabajo y son los principales aliados en la conservación ecosistémica. Así, el hecho de mantener campesinos felices, implica más arraigo familiar al campo y menor contratación de mano de obra externa que se rota con alta frecuencia y significa la pérdida de lo aprendido (esto lo arrojó la tipificación como uno de los factores de impacto en la contaminación). Según la FAO (2018), se necesita una buena gobernanza, así como marcos e incentivos administrativos para facilitar la incorporación de la perspectiva ecosistémica en los procesos productivos.

¹⁷ Conferencia: Territorios y gobernanza: Innovaciones socioecológicas para la sostenibilidad. Universidad Tecnológica de Pereira. 2019

- **Armonización de estrategias con planes regionales y locales**

Teniendo en cuenta que la cuenca en jurisdicción del departamento de Risaralda posee un Plan de Ordenación y Manejo actualizado en 2018 y está bajo el marco del Plan de Gestión Ambiental Regional de Risaralda PGAR, se presenta a continuación un plan para la armonización de estos instrumentos de planificación.

El 30 de octubre de 2019 fue adoptado mediante el Acuerdo No. 012 del Consejo Directivo de la CARDER, el Plan de Gestión Ambiental Regional de Risaralda – PGAR 2020-2039, así mismo, mediante la Ordenanza No. 033 de 2019, el PGAR fue adoptado como la Política Ambiental de Risaralda. Este instrumento fue alineado con las líneas, indicadores y metas de los POMCAS del departamento, para este caso específico para el de la cuenca del río Otún, con un horizonte de 20 años dividido en tres tiempos: corto, mediano y largo plazo (ver Tabla 43).

El PGAR, es el más importante instrumento de planificación de la gestión ambiental en el territorio, y su naturaleza estratégica y de largo plazo, permite articular y armonizar los propósitos, retos y proyectos de todos los demás instrumentos de planeación y gestión ambiental territorial y sectorial, del orden nacional, regional y local, por lo que se incluyeron, entre otros, políticas nacionales como la de “Crecimiento Verde” y “Producción y Consumo”, así como del Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 12 “Producción y Consumo Responsable”.

Tabla 43. Temporalidad y alcances de las metas del PGAR y POMCA

Temporalidad PGAR	Temporalidad POMCA	Descripción
Corto Plazo 2020-2023	Corto Plazo (operativo) 2018-2022	En este período, comprendido entre los primeros 4 años del plan, se tiene previsto el alcance de las metas y acciones inmediatas que responden a las problemáticas relacionadas con la gestión de la corporación y los municipios del departamento y a las problemáticas puntuales que se presentan en el territorio. Es el cumplimiento de los indicadores de producto
Mediano Plazo 2024-2031	Mediano Plazo (táctico) 2023-2027	Para este período se tiene en cuenta el cumplimiento de metas nacionales y regionales y se inicia el proceso hacia el cumplimiento de indicadores de resultado. También se incluyen las acciones que permitirán generar los cambios fundamentales para ir llegando al modelo de ocupación apuesta.
Largo Plazo 2032-2039	Largo Plazo (estratégico) 2028-2037	El largo plazo está formulado para conseguir las metas de impacto y que materializan las acciones y escenarios establecidos en cada uno de los planes.

Fuente: elaboración propia con base en el informe de ejecución del POMCA Otún y el PGAR

En cada uno de estos períodos de tiempo, los planes establecen proyectos, metas e indicadores asociados a las líneas estratégicas de cada uno de los planes. Para la actual investigación, se relacionan únicamente, aquellas relacionadas con los temas agropecuarios y su relación con el ecosistema.

En la Tabla 44, se presenta la primera fase de aplicación de las estrategias, en armonización con los planes.

Tabla 44. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el corto plazo

FASE 1. Estrategias para el corto plazo				
Estrategias Sistemas agrícolas cebolla	Acciones PGAR	Línea Estratégica	Estrategias POMCA Otún	Línea Estratégica
Estrategias técnicas	Número de predios certificados en Buenas Prácticas	Producción sostenible y consumo responsable		

	Agropecuarias Índice de Calidad del Agua (ICA) Proporción de Suelos Degradados por Erosión Demanda de agua sector agrícola			
Asistencia técnica	Número de predios con Extensión rural	Producción sostenible y consumo responsable		
Recolección oportuna de residuos	Tasa de Residuos Sólidos Aprovechados	Producción sostenible y consumo responsable	% de residuos reutilizables	Gestión de la cuenca desde una mirada integral del patrimonio hidrológico como eje fundamental del ordenamiento territorial y saneamiento ambiental
Consumo responsable	Percepción Ciudadana sobre el Ambiente	Gobernanza y Ordenamiento Ambiental		

Como se observa, las estrategias que fueron planteadas por expertos y con la comunidad y priorizadas con la matriz IGO, tienen correspondencia con algunas de las acciones del corto plazo del PGAR y a una de las estrategias del POMCA y podrían ser aplicadas a través de estos instrumentos de planificación. Para las acciones del mediano plazo, tanto el PGAR como el POMCA, se están proyectando estrategias como la certificación en buenas prácticas, el apoyo tanto de la academia como de instituciones públicas y privadas para el mejoramiento de los sistemas agrícolas y el incentivo a productores para la protección de los ecosistemas (Tabla 45).

Tabla 45. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el mediano plazo

FASE 2. Estrategias para el mediano plazo				
Estrategias Sistemas agrícolas cebolla	Acciones PGAR	Línea Estratégica	Estrategias POMCA Otún	Línea Estratégica
Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona				
Asociatividad	Número de sectores productivos con agenda ambiental	Producción sostenible y consumo responsable	No de cadenas de valor de negocios verdes fortalecidas	Gestión del desarrollo rural para el crecimiento verde
Proyectos de mejora de la producción rural	Inversión en gestión ambiental del sector privado	Gobernanza y Ordenamiento Ambiental		
Certificación de productores en Buenas Prácticas Agropecuarias	Número de predios certificados en Buenas Prácticas Agropecuarias	Producción sostenible y consumo responsable		
Incentivo a productores limpios			Número de mecanismos implementados/ Número de beneficiarios	Gestión de la biodiversidad como soporte integral de los servicios ecosistémicos

Apoyo de la academia	Número de proyectos de investigación ambiental ejecutados	Gobernanza y Ordenamiento Ambiental		
----------------------	---	-------------------------------------	--	--

Revisando los componentes estratégicos de los planes ya mencionados, son evidentes estrategias del largo plazo, para su cumplimiento en 15 o 20 años, pero que requiere de acciones desde el corto o el mediano para poder cumplirse, estas estrategias están relacionadas con la reconversión agropecuaria y la diversificación de los sistemas agrícolas. En el POMCA se establece, entre otras acciones:

Suelos:

- *Implementación del árbol en el suelo rural con todos los propósitos (productivo, protector, multipropósito).*
- *Reconversión de sistemas productivos a usos sostenibles de los suelos*
- *Cero presiones del sector productivo en zonas de alta montaña*
- *A futuro sistemas productivos agrícolas diversos, orgánicos y asociados que garanticen la soberanía alimentaria y abastecimiento local (arreglos agroforestales)*
- *Establecimiento de buenas prácticas agrícolas.*
- *En zonas de riesgo, cambió total de la actividad económica*

En el PGAR, se establece:

Implementación de prácticas de sostenibilidad ambiental en los sistemas productivos agropecuario y forestal del departamento que generen valor y mejoren la competitividad de los sectores.

Este proceso deberá desarrollarse con prioridad en los sistemas productivos más impactantes del departamento, entre ellos, la ganadería, para que se incorporen temas de reúso, reciclaje y disminución en el consumo de agua, energía, materiales e insumos químicos que generen de la misma forma, reducción en la carga contaminante de vertimientos y disminución de residuos. Se deben priorizar procesos de reconversión agropecuaria e implementación de sistemas agroforestales, que permitan un desarrollo resiliente y bajo en carbono. De esta forma, los sistemas productivos podrán obtener certificaciones en buenas prácticas y sellos de calidad, que los harán más competitivos, les permitirá crear alianzas productivas e incursionar en nuevos mercados.

Al identificarse estas apuestas en los planes regionales y locales, surge la necesidad de establecer una estrategia para el largo plazo Tabla 46.

Tabla 46. Armonización de estrategias de Sistema agrícola de cebolla con Planes locales y regionales de planificación POMCA Otún y PGAR en el largo plazo

FASE 3. Estrategias para el largo plazo				
Estrategias Sistemas agrícolas cebolla	Acciones PGAR	Línea Estratégica	Estrategias POMCA Otún	Línea Estratégica
Reconversión agrícola	Número de hectáreas con conflicto de uso del suelo, con desmonte gradual de la actividad conflictiva y transición a actividades pertinentes con la	Producción sostenible y consumo responsable	No. de Ha con sistemas agroforestales establecidos /ha en conflictos severo	Gestión del desarrollo rural para el crecimiento verde

	aptitud de uso del suelo (sistemas agroforestales y de reconversión ganadera).			
			No. de Hectáreas con prácticas de agriculturas alternativas	Gestión del desarrollo rural para el crecimiento verde

La **Reconversión agrícola**, como bien está establecida a largo plazo, requiere un proceso de transición que se iniciaría en etapas anteriores y que van a permitir que sea viable dicha reconversión, pues representa un cambio socioecológico, por lo tanto de debe presentarse de forma gradual y progresiva, ser adaptativa, intersectorial teniendo en cuenta los diferentes instrumentos e integral que permita la ejecución de acción de conservación y la producción sostenible.

Según el Instituto Humboldt (2015) es necesario resolver las siguientes preguntas, con el fin de llevar a cabo un proceso exitoso en el sistema agrícola de la cebolla:

- ¿Quiénes están produciendo? y ¿Cómo producen?
- ¿Qué cambios implica el proceso de transición?
- ¿Qué alternativas económicas se plantean?, ¿Cómo financiar el cambio?
- ¿Qué instrumentos económicos, de política e institucionales se tienen?
- ¿Cómo el mercado y el consumo se articulan a la transición?
- ¿Qué instituciones participan? y ¿Qué sectores?

Esta alternativa, debe ir de la mano con estrategias de gobernanza, negocios verdes y esquemas de pago por servicios ambientales, que puedan garantizar no sólo la supervivencia económica, sino también la soberanía alimentaria y el cambio cultural; debido a que la reconversión puede ir en varios sentidos, desde el cambio total de la actividad económica o la transformación de la misma hacia la conservación y el mantenimiento de los medios de vida de la población local, lo que incluiría la diversificación u otras estrategias de mejora.

Para esta estrategia se requiere Humboldt (2015):

1. Visión de largo plazo
2. Articulación de diversas herramientas e instrumentos:
 - a. Económicos y financieros
 - b. Mercado, emprendimiento
 - c. Tributarios,
 - d. Productivos hacia la sostenibilidad
 - e. Institucionales, organizacionales
 - f. Ambientales
3. Articulación intersectorial: Pública y privada

De esta forma, se podría establecer una ruta para la implementación de las estrategias de armonización presentadas, con enfoques de corto, mediano y largo plazo, resumidas en la tabla Tabla 47.

Tabla 47. Estrategias de armonización para el corto, mediano y largo plazo

Estrategias Corto Plazo	Estrategias Mediano Plazo	Estrategias Largo Plazo
Estrategias técnicas	Reconocimiento de la importancia de los campesinos de la zona	Reconversión agrícola
Asistencia técnica (extensión rural)	Asociatividad	Consumo responsable

Recolección oportuna de residuos	Proyectos de mejora de la producción rural	
Consumo responsable	Certificación de productores en Buenas Prácticas Agropecuarias	
	Incentivo a productores limpios	
	Apoyo de la academia	
	Consumo responsable	

El consumo responsable, debe iniciarse de manera inmediata con el apoyo de las instituciones públicas y privadas y debe permanecer en el tiempo para que las acciones finales tengan un propósito claro.

4. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la tipificación obtenida, existen cuatro (4) agrupaciones de sistemas agrícolas, con nivel de impacto diferente en la calidad del agua debido a las características internas de cada grupo, donde varían cantidades de enmiendas orgánicas por planta, categorías toxicológicas, número de productos químicos aplicados, nivel de escolaridad, frecuencia de asistencia técnica, entre otros, y que permitió evidenciar que el apoyo a los habitantes rurales desde las instituciones públicas, son importantes para los campesinos de la zona, pues las capacidades técnicas que podrían desarrollar, los conllevaría generar menor impacto y obtener ganancias económicas, tal como lo demostró el grupo tres (3) obtenido del clúster que son los sistemas certificados en buenas prácticas agrícolas, no usan productos de altas categorías toxicológicas, implementar estrategias de conservación de suelos, dosis controladas de gallinaza y usar productos con registro ICA para el cultivo, obteniendo ganancias sobre la venta, disminuyendo costos de producción y disminuyendo el impacto al recurso hídrico y a la salud.
- El tema de uso de agroquímicos tiene implicaciones directas en la calidad del agua para consumo humano, derivadas de la toma de decisiones de los agricultores, basados en sus limitadas capacidades técnicas (nivel de escolaridad: 64% básica primaria) para la elección de agroquímicos, dosificación de los mismos, establecimiento de barbechos, disposición de residuos sólidos, entre otros; la inestabilidad económica del cultivo que no permite el mantenimiento constante de mano de obra contratada y por lo que no se pueden consolidar procesos para la siembra de la cebolla. Es así como sobresale el uso masivo de productos para el control de plagas y enfermedades, donde más de 10 distintos productos son usados con altas frecuencias en más del 50% de los sistemas. De los 249 usos de los productos comerciales para el control de plagas y enfermedades, el 40% corresponde a la categoría de altamente tóxicos y casi un 48% están clasificados en medianamente tóxicos. Esto alerta acerca del costo ambiental y potencialmente tóxico, que puede significar la producción de cebolla mediante el consumo de estos productos.
- El cultivo de cebolla impacta la calidad del recurso hídrico a través del uso de agroquímicos donde se resalta el uso de un total de 34 diferentes grupos químicos, donde sobresalen los Ditiocarbamatos, los Organofosforados, Triazoles y Piretroides como los grupos químicos más usados. Durante los muestreos de suelo agua y cebolla, se pudieron detectar además de lo reportado en las encuestas, la aplicación de Organoclorados pese a su alto impacto en la salud humana y el ambiente y por lo cual fueron prohibidos en su mayoría, hace más de 40 años. Productos como Endrin, prohibido por sus efectos en la salud humana y el ambiente, fueron encontrados en agua, suelo y cebolla y superando los límites máximos permisibles establecidos en el Codex Alimentario.
- EL Programa PIRI resulta ser una herramienta útil y económica para la toma de decisiones por parte de entes territoriales, pues basado en uso, frecuencia, cantidades de aplicación de productos, condiciones ambientales, pendientes, entre otras variables, analiza el riesgo de movilidad y toxicidad de los mismos para especies acuáticas y salud humana. Permitted establecer el riesgo de contaminación, de gran número de productos químicos para los cuales no se contaba con el presupuesto y las capacidades de técnicas. De acuerdo en lo obtenido en la modelación, El propineb es el producto químico que

más riesgo de impacto por movilidad presenta, con riesgo extremadamente alto en tres de los cuatro sistemas agrícolas analizados y usado ampliamente por los productores de la zona. El Clorpirifós se presenta como el de riesgo extremadamente alto, concordando con lo encontrado en los muestreos de suelo, agua y cebolla. Productos como el Mancozeb, Paraquat, Metamidofos y Clorpirifós, utilizados en los sistemas agrícolas presentan altos impactos por movilidad y toxicidad y han sido reportados por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Centroamérica como los que generan mayor número de intoxicaciones agudas.

- Las altas pendientes favorecen la escorrentía de aguas lluvias y suelos contaminados con pesticidas a las fuentes de agua. La inexistencia de zona buffer o franjas pocos significativas (entre 0,5 y 2 metros, cuando la normatividad habla de entre 15 y 30 metros de retiro, según el tamaño de la corriente) permiten la llegada de contaminantes a al agua de forma más efectiva. Estos factores combinados con el alto uso de pesticidas constituyen variables para el riesgo de contaminación hídrica.
- Las estrategias resultantes de la consulta a expertos y el trabajo realizado con los campesinos deja claro que existen estrategias técnicas que son relevantes para mitigar el impacto sobre el recurso hídrico tales como cambio de insumos químicos, conservación de suelos, la realización de pruebas de suelo y de agua, barreras antierosivas, entre otras, pero que se necesitan de forma urgente, estrategias que integren la realidad de los agricultores y que tengan en cuenta no sólo su entorno productivo y ambiental, sino también familiar, cultural, político y económico. Temas como la asistencia técnica, el apoyo para la certificación, educación y acceso a mayor conocimiento de los productores, los decretos y resoluciones que afectan el desarrollo económico de la cuenca, se consideran de gran importancia para lograr la armonización de la agricultura de la zona con el uso del agua para consumo humano. La reconversión agrícola, se presenta como la estrategia final con visión de largo plazo y que requiere la unificación de esfuerzos de públicos y privados y la combinación de herramientas para su implementación y permitir la conservación y el mantenimiento de los medios de vida de la población local.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Abkhoo, J. 2012. Efficacy of Different Fungicides for the Control of Downy Mildew of Onion. 1:331. doi:10.4172/scientificreports.331.
2. Altieri, M. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? Agroecología y desarrollo, (1), pp. 1-14
3. Altieri, M. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura técnica, 54 (4), pp. 371-386
4. Altieri, M y Nichols, C. 2000. AGROECOLOGÍA. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Volumen 4 de Textos básicos para la formación ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. 250 p.
5. Ángel, A. 1996. El reto de la vida: Ecosistema y Cultura.
6. Awad, M., Sheawy, Z., Omran, A. y Shatla, M. 1978. Cultural practices in relation to purple blotch disease of onion. *Sci. Hortic*, 9:237-243.
7. Baechler, G. 1998. Why Environmental Transformation Causes Violence: A Synthesis. Environmental Change and Security Project Report 4.
8. Barragán, J y Valdes, R. 2011. Lineamientos de participación comunitaria en el manejo de un área protegida, como alternativa de manejo incluyente del territorio: una aproximación desde el conflicto ambiental por la conservación de la naturaleza de la cuenca media del río Otún. Pereira: *Universidad Tecnológica de Pereira* .
9. Benitez-Campo, N., Vivas, D., and E. Rosero. 2009. *Toxicidad de principales plaguicidas utilizados en el municipio de popayán, usando Bacillus subtilis*. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 7(1):15-22.
10. Benites, A. Campo, J. Faustino, J. Villalobos, R. y Madrigal, R. 2007. Identificación de servicios ecosistémicos como base para el manejo participativo de los recursos naturales en la cuenca del río Otún, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 55:83-90
11. Benotti, M., Trenholm, R., Vanderford, B., Holady, J., Stanford, B., and S. Snyder. 2009. *Pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds in US drinking water*. *Environ. Sci. Technol.* 43 (3):597-603.
12. Bickel, U. 2018. Uso de plaguicidas por productores familiares en Bolivia Impactos en la salud, los ecosistemas y la economía campesina. Alternativas agroecológicas y conclusiones para lograr una orientación hacía una mayor sostenibilidad. Masterarbeit Umweltschutz Universität Rostock.
13. Biziuk, M., Przyjazny, A., Czerwmskl, J., y Wiergowski, M. 1996. Occurrence and determination of pesticides in natural and treated Review. *Journal of Chromatography A*, 754:103-123.
14. Borja M. 2000. Estado Sociedad y Ordenamiento Territorial. Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales CEREC. Bogotá.
15. Buckland, K., Reeve, J., Alston, D., Nischwitz C., and Drost, D. 2013. Effects of nitrogen fertility and crop rotation on onion growth and yield, thrips densities, Iris yellow spot virus and soil properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 177: 63–74.
16. Bravo, E y Albelo, E. 2014. Obtención y propagación de semillas botánicas de cebolla (*Allium cepa* L. Var. Caribe 71) bajo condiciones caseras de Topes de Collantes, Cuba. *Desarrollo local sostenible*, 7(19): 45-51.
17. Brondo, K. y Bown, N., 2011. Neoliberal conservation, garifuna territorial rights and resource management in the Cayos Cochinos marine protected area. *Conservat. Soc.* 9: 91-105.

18. Buloviené, V. y Surviliené, E. 2009. Effect of environmental conditions and inoculum concentration on sporulation of *Peronospora destructor*. *Agronomy Research* 4 (Special issue): 147-150.
19. Bulajić, A., Djekić, I., Jović, J., Krnjajić, S., Vučurović, A., and B. Krstić. 2009. Incidence and distribution of Iris yellow spot virus on onion in Serbia. *Plant Dis.* 93:976-982.
20. Burillo-Putze, G., Luzardo, O., Pérez, C., Zumbado, M., Yanes, C., Trujillo-Marín, M., Boada, C. y L. Boada. 2014. Exposición a plaguicidas persistentes y no persistentes en población no expuesta laboralmente de la Isla de Tenerife. *Gac Sanit* 28(4):301-304.
21. Cabero, J. e Infante, A. 2014. Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en Comunicación y Educación. *EDUTECH Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 48, 1-16.
22. Cajigas-Rotundo, J. 2003. Pensamiento Ecológico. Memorias del VI Seminario Internacional del Medioambiente y Desarrollo Sostenible, Ambiente y Hábitat, Entornos de la Calidad de Vida.
23. Cardona, N y Pino L. 2016. Exposición laboral a plaguicidas en una muestra de trabajadores de café y gulupa mediante una matriz de tarea-exposición en el municipio de Jericó, Antioquia entre enero y mayo 2016 Universidad de Antioquia Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez Medellín.
24. Carreras, B. 2011. *Aplicaciones de la bacteria entomopatógena Bacillus thuringiensis en el control de fitopatógenos*. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 12 (2):129-133.
25. Carrieri, R., R. Francesco., Pentangelo, A., and E. Lahoz. 2013. *Fusarium proliferatum and Fusarium tricinctum as causal agents of pink rot of onion bulbs and the effect of soil solarization combined with compost amendment in controlling their infections in field*. Crop Protection 43:31-37.
26. Campos, M. 2016. ¿Cómo probarla eficacia de las prácticas agroecológicas? *Revista de agroecología* 32(3):14-17.
27. Campo Limpio. 2016. Programa de manejo de envases vacíos. Manejo de Envases de Productos Fitosanitarios con Triple Lavado. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas, Afipa A.G.
28. Campbell, D y Fiske, D. 1959. Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56:81-105.
29. Castellanos, C. P. 1999. Manejo integrado del cultivo de cebolla de rama *Allium fistulosum* L., para el departamento de Risaralda. Universidad de Caldas, Pereira.
30. CARDER. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. 2008. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Otún. Pereira, Colombia. 129 p.
31. CARDER, Corporación Autónoma Regional de Risaralda. 2017. Actualización del Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Otún. Pereira, Colombia.
32. Carrizosa, J. 2000. ¿Qué es el Ambientalismo?". IDEA, PNUMA. Colombia.
33. Carpintero O. 2003. Los costes ambientales del sector servicios y la nueva economía: entre la desmaterialización y el «efecto rebote». *Economía industrial*. No 352.
34. Carrión G. 2008. Debilidades del nivel regional en el ordenamiento territorial colombiano. Aproximación desde la normatividad política administrativa y de usos del suelo. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*. 22p.
35. Carrizosa, J. 2000. ¿Qué es el Ambientalismo?". IDEA, PNUMA. Colombia.
36. Castellanos, C. P. 1999. Manejo integrado del cultivo de cebolla de rama *Allium fistulosum* L., para el departamento de Risaralda. Universidad de Caldas, Pereira.
37. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2015. Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe. Serie *Recursos Naturales e Infraestructura* 171: 62p.

38. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. 1992. Políticas de gestión integral de aguas y políticas económicas, LC/R.1207, Santiago de Chile
39. Chatterjee, S., Goswami, R., y Bandyopadhyay, P. 2015. Methodology of Identification and Characterization of Farming Systems in Irrigated Agriculture: Case Study in West Bengal State of India. *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 1127-1140.
40. Choisis, J., Thévenet, C. y Gibon, A. 2012. Analyzing farming systems diversity: a case study in south-western France. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(3): 605-618.
41. CIMAS Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible. 2009. Metodologías participativas. Obra colectiva, Madrid. 91p.
42. Cleves, J. and Jarma, A. 2014. Characterization and typification of citrus production systems in the department of Meta. *Agronomía Colombiana* 32(1), 113-121.
43. Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. 3d. ed., Wiley & Sons, New York
44. Cole, D. y Ostrom, E. 2010. "The Variety of Property Systems and Rights in Natural Resources", Indiana University-Bloomington School of Public & Environmental Affairs *Research Paper*. 2010-08-01.
45. Coronel, M. and Ortuño, S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía* 36 (140): 63-88.
46. Coronado, J. 2007. Escalas de medición. *Paradigmas*, 2(2):104 -125
47. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, y Asociación Hortifrutícola de Colombia, Asohofrucol. 2004. La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo. Bogotá, D. C.: Produmedios.
48. Cortez-Arriola, J., Rossing, W., Massiotti, R., Scholberg, J., Groot, J., and Tittonell, P. 2015. Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 66-76.
49. Creswell, J., y Plano Clark, V. 2011. Designing and conducting mixed methods research (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
50. Crosby, A. 1988. El imperialismo ecológico: la expansión biológica de Europa, 900-1900. Madrid: Crítica.
51. Cubillos, L. ND. Epistemología de las Ciencias Ambientales: Pretensiones Académicas frente al proceso "Fundacional" de una Nueva Área de Conocimiento para Colombia". Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales.
52. DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2013. Encuesta Nacional de Calidad de Vida. On line <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-2013>
53. DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015. La cebolla de rama o cebolla junca (*Allium fistulosum*), una hortaliza de gran importancia en la alimentación humana. Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. No 35: 82p.
54. DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2017. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA-2016. Boletín Técnico.
55. De Francesco, J. 2012. *Pest management strategic plan for dry bulb storage onions in the United States*. USDA NIFA, Washington DC.
56. De Gerónimo, E., Aparicio, V., Bárbaros, S., Portocarrer, R., Jaime, S., and J. Costa. 2014. *Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina*. *Chemosphere* 107: 423-431.

57. Del Puerto, A. Suárez, S. Palacio, D. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 52 (3):372-387
58. Delgado-García, S., Trujillo-González, J. y Torres-Mora. M. 2017. gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. *Luna Azul* 45: 59-70
59. De Silva, P., and L. Samayawardhena. 2002. Low Concentrations of Lorsban in Water Result in Far Reaching Behavioral and Histological Effects in Early Life Stages in Guppy. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 53:248-254.
60. Develash, R. y Suguha, S. 1997. Management of downy mildew (*Peronospora destructor*) of onion (*Allium cepa*). *Crop Protection* 16(1): 63-67.
61. Dourojeanni A. 2002. Gestión del Agua a Nivel de Cuencas. Teoría y Práctica. CEPAL. Chile.
62. Dourojeanni, A., Jouravlev, A. y Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1777-P, Santiago de Chile.
63. Dramiński, W. y Zagorzycki, J. 1984. Evaluación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en granos. Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. *Acta Científica Venezolana*, 35(1).
64. Dourojeanni, A., Jouravlev, A. y Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1777-P, Santiago de Chile.
65. Du Toit, L., and D. Inglis. 2003. *Fusarium proliferatum pathogenic on onion bulbs in Washington*. *Plant Dis.* 87, 750.
66. Echeverri, 2008. Cálculos para la cuenca media y alta. SIG CIEBREG, a partir de uso del suelo CARDER (2005). Citado por Guzmán, S y Palacios, M. 2010. Instrumentos de política para la gestión de servicios ecosistémicos en agroecosistemas cebolleros de la cuenca del río Otún, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 58: 51-58.
67. Ellis, E. y Ramankutty, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Ecol Environ* 6 (8):439-447.
68. EPA (Environmental Protection Agency). 2003. Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas.
69. EPA (Environmental Protection Agency). 1999. Reglamento de la EPA sobre tebuconazol
70. Escobar, A. 1999. El Final del Salvaje. ICAN, CEREC. Colombia. 1999
71. Escobar, A. Álvarez, S. y Dagnino, E. 2001. "Política Cultural y Cultura Política. Una nueva mirada sobre los movimientos sociales latinoamericanos". Colombia.
72. Escobar, G., and Berdegué, J. 1990. *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Chile.
73. Fals, O. 1987. Investigación Participativa . Montevideo: La Banda Oriental.
74. Fargue-Lelièvre, Moraine, Coléno. 2011. Farm typology to manage sustainable blackleg resistance in oilseed rape. *Agronomy for Sustainable Development*, 31 (4):733-743
75. Fatta, D., Canna-Michaelidou, S., Michael, C., Georgious, E., Christodoulidou, M., Achilleos, A., y Vasquez, M. 2007. Organochlorine and organophosphoric insecticides, herbicides and heavy metals residue in industrial wastewaters in Cyprus. *Journal of Hazardous Materials* 145:169–179.
76. Fernández, D., Mancipe, L., and D. Fernández. 2010. *Intoxicación por organofosforados*. *Revista Med.* 18 (1): 84-92.
77. Fontaine, G. 2003. Enfoques conceptuales y metodológicos para una sociología de los conflictos ambientales. escrito "a propósito del petróleo y los grupos étnicos en la región amazónica".

78. Flores-García, M. , Molina-Morales, Y., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P. R., y Miranda-Contreras, L. 2011. Residuos de plaguicidas en aguas para consumo humano en una comunidad agrícola del estado Mérida, Venezuela. *Investigación Clínica*, 52(4).
79. Galofre, M. 2014. Caracterización epidemiológica de intoxicaciones ocupacionales con plaguicidas químicos de uso agrícola, reportadas al centro de información, gestión e investigación en toxicología de la universidad nacional de Colombia en los años 2011 y 2012. *Universidad Nacional de Colombia*.
80. Gamón, M., Lleó, C., Ten, A., y Mocholí, F. 2001. Multiresidue determination of pesticides in fruit and vegetables by gas chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of AOAC International*, 84(4), 1209–1216.
81. Gao, M., Qiu, J., Li, C., Wang, L., Li, H., C. Gao. 2014. Modeling nitrogen loading from a watershed consisting of cropland and livestock farms in China using Manure-DNDC. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 185:88–98
82. Geerdink, R., Niessen, W., and U. Brinkman. 2002. Trace-level determination of pesticides in water by means of liquid and gas chromatography. *Journal of Chromatography* 27:65-93.
83. Gent, D., do Toit, L., Fichtner, S., Keishna Mohan, S., Pappu, H., y Schwartz, H. 2006. Iris yellow spot virus: An Emerging Threat to Onion Bulb and Seed Production. *Plant Disease* 90(12): 1468-1480.
84. Gil, M., Soto, A., Usma, J., and O. Gutiérrez. 2012. *Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos*. Producción + Limpia 7(2):52-73.
85. Girardi, G. 2016. Por que o Rio Grande do Sul é a região com mais suicídios do país. *Revista Galileu*.
86. Girard, N., Duru, M., Hazard, M. y Magda, D. 2008. Categorising farming practices to design sustainable land-use management in mountain areas. *Agron Sustain Dev* 28:333–343.
87. Gitaitis R., Walcott R., Culpepper S., Sanders H., Zolobowska L. y Langston D. 2002. Recovery of *Pantoea ananatis*, causal agent of center rot of onion, from weeds and crops in Georgia, USA. *Crop Protect.* 21: 983–989.
88. Gómez, M y Rave, M. 2009. “Propuesta de Ordenamiento Ambiental Territorial desde la perspectiva de cuencas hidrográficas para Dosquebradas, la ciudad Cuenca”. Pereira. Trabajo de Grado (Administración Ambiental). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales.
89. González, A., Cañejas, S., Puig, I., Russi, D. y Sojo, A. 2010. “El flujo de materiales y el desarrollo económico en España: un análisis sobre desmaterialización (1980-2004)”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 14: 33-51.
90. Goswani, R., Chatterjee, S. and Prasad, B. 2015. Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: study from coastal West Bengal, India. *Agricultural and food economics*. 2(5):24p.
91. Goszczynska, T., Moloto, V., Venter, S. y Coutinho, T. 2006. Isolation and identification of *Pantoea ananatis* from onion seed in South Africa. *Seed Science and Technology*, 34: 677-690.
92. Goujon, E., Chaima, S., Trivella, A., Goupil, P., Richard, C., and G. Ledoigt. 2014. Genotoxicity of sulcotrione pesticide and photoproducts on *Allium cepa* root meristem. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 113:47–54.
93. Guaitero, L. 2010. Propuesta metodológica para la evaluación de riesgo ambiental causado por el uso de plaguicidas en sistemas hortofrutícolas de la sabana de Bogotá. Universidad nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.
94. Guto, S. N., Pypers, P., Vanlauwe, B., de Ridder, N. and Giller, K. E. 2010. Socioecological Niches for Minimum Tillage and Crop-residue Retention in Continuous

- Maize Cropping Systems in Smallholder Farms of Central Kenya. *Agron. J.*, 104:188-198.
95. Gutman, P. 2000. "Economía y Ambiente". En: Leff, E. "Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo". Siglo XXI Editores. México. P 142- 174.
 96. Guzmán, S. 2010. Valoración de un sistema productivo agropecuario priorizado y su relación con los servicios ecosistémicos en cuenca del río Otún. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Departamento de Desarrollo Rural y Regional.
 97. Guzmán, S. and Palacio, M. 2010. Instrumentos de política para la gestión de servicios ecosistémicos en agroecosistemas cebolleros de la cuenca del río Otún, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente* 58: 51-58.
 98. Guzmán, C., González de Molina, N., y Sevilla, G. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, España, 535 p.
 99. Hadad, G y Gómez, C. 2007. Territorio e identidad. Reflexiones sobre la construcción de territorialidad en los movimientos sociales latinoamericanos. IV Jornadas de Jóvenes Investigadores. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
 100. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. 2000. Análisis multivariante. Ed. Prentice Hall, Madrid, Spain. 799 pp.
 101. Havey, J. 1993. Onion: *Allium cepa* L. Genetic improvement of vegetables crops. 35-49.
 102. Henrique, E y Araujo, E. 2009. Factores que determinan el desarrollo de la "raíz rosada" de la cebolla causada por *Pyrenochaeta terrestris*. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, 5 y 6:264-298.
 103. Holvoet, K., Seuntjens, P., y Vanrolleghem, P. 2007. Monitoring and modeling pesticide fate in surface waters at the catchment scale. *Ecological Modelling* 209:53-64.
 104. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada invernal. Recuperado el 26 de 2016 de <http://www.ica.gov.co/getattachment/e16a4b6e-d0fa-49da-a400-dc31e40fe643/-nbspx;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-dehortaliz.aspx>
 105. Instituto Humboldt, 2015. Proyecto páramo: biodiversidad y recursos hídricos en los Andes del Norte. Articulación de PSA, reconversión productiva y negocios verdes en páramos.
 106. Jiménez, W. 2015. Guía de capacitación en temas agrícolas para agricultores familiares. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, Nicaragua.
 107. Júnior, G., Grutzmacher, A., Spagnol, D., Pasini, R., Bonez, C., y Carvalho, D. 2012. Persistência de agrotóxicos utilizados na cultura do milho ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*). *Ciência Rural, Santa Maria* 42(1):17-23.
 108. Klaus, J. and Jänicke, M. 2006. Environmental Governance in Global Perspective: New Approaches to Ecological and Political Modernisation. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=909500>
 109. Kobrich, C., Rehman, T. and Khan, M. 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems* 76:141-157.
 110. Kolpin, D., Barbash, J., and R. Gilliom. 1998. Occurrence of pesticides in shallow groundwater of the United States: Initial results from the National Water Quality Assessment Program. *Environmental Science and Technology*. 32:558-566.

111. Lagares, P. y Puerto, J. 2001. Población y muestra. Técnicas de muestreo. Management Mathematics for European Schools. Universidad de Sevilla
112. Lans, E., Marrugo, J., and B. Díaz. 2008. Estudio de la contaminación por pesticidas organoclorados en aguas de la ciénaga grande del valle bajo del río Sinú. *Temas Agrarios* 13:(1):49 - 56.
113. Larentzaki, E., Shelton, A., Musser, F., Nault, B., and J. Plate. 2007. Overwintering locations and hosts for onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in the onion cropping ecosystem in New York. *J. Econ. Entomol.* 100:1194–1200.
114. Leff, E. 1998. Saber Ambiental, Siglo Veintiuno Editores. México.
115. Leff, E. (2000). Tiempo de sustentabilidad. *Ambiente & sociedad*, (6-7), pp. 5–14.
116. Lenardón, A., De la Sierra, P. y Marino, F. 2001. Persistencia del endosulfán en medio acuoso estático. *Rev. Ecotox. Meio. Amb.* 11, 115-126.
117. León, T. 2007. “Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en Colombia”. *Hombre y Arcilla*. Ideas 8. Ediciones ECOE. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.
118. Li, J., Yu, N., Zhang, B., Jin, L., Li, M., Hu, M., Zhang, X., Wei, S., and H. Yu. .2014. *Occurrence of organophosphate flame retardants in drinking water from China*. water research 54:53-6 1
119. López y Cano. 2004. Cambios ambientales en perspectiva histórica. Proyecto UTP-GTZ. JM Calle editorial. Colombia. 259p.
120. Martínez, E. 2014. Análisis crítico reflexivo sobre complejidad ambiental. *Revista de Postgrado FACE-UC*, (8) 14: 225-232
121. Manahan, S. 2000. *Environmental Chemistry 7 th ed.* Boca Ratón, Florida: Lewis Publisher
122. Martínez-Blanco, J., Rieradevall, J., Antón, A., P. Muñoz. 2014. *Multifunctionality-solving approaches of compost application in crop rotations*. Journal of Cleaner Production 64:384-395.
123. Marulanda, O. 2000. “Cultura y manejo integrado de los recursos en la perspectiva ambiental del desarrollo”. En: Leff, E. “Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo”. Siglo XXI Editores. México. P 255-309.
124. McIntyre A., Scott-Dupree, C., Tolman, J., and R. Harris. 2005. *Resistance of Thrips tabaci to pyrethroid and organophosphorus insecticides in Ontario, Canada*. Pest Manage. Sci. 61:809–815.
125. Medina, R. y Villamizar, F. 1989. Evaluación de pérdidas en la postcosecha de la cebolla junca (*Allium Fistulosum*). *Ing. Inv.*19: 20-27.
126. Mendoza, J. Rodríguez, L. 2015. Corporación Universitaria del Meta Análisis de Políticas y Gobernanza en Sistemas de Agricultura Ecológica en Fincas Familiares, como Mecanismo de Sostenibilidad, Caso Costa Rica. *Revista Guarracuco*, 19: 121-131.
127. Merma, I. y Julca, A. 2012. Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria* 2:149 – 159.
128. Milán, J., Bartolomé, J., Quintanilla, R., García, M., Espejo, M., Herráiz, P., Sánchez-Recio, J. and Piedrafita, J. 2006. Structural characterisation and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (dehesas). *Livestock Science* 99:197-209.
129. Mohan, S., y Schwartz, H. 2000 Diseases of Onion (*Allium cepa L.*). Common Plant Diseases. *The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota*, 67 pp.
130. Mojica, A. y Guerrero, J. 2013. Evaluación del movimiento de plaguicidas hacia la cuenca del Lago de Tota, Colombia. *Rev. Colomb. Quim.* 42(2): 29-38.

131. Mojica, F. J. 2009. Forecasting y Prospectiva, Dos Alternativas Complementarias para Adelantarnos al Futuro. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
132. Mooi, E., Sarstedt, A. 2011. Cluster analysis. En: A concise guide to market research. Berlin: Springer-Verlag.
133. Moreno-Villa, E., Aldana-Madrid, M., Silveira-Gramont, M., Rodríguez-Olibarría, G., Valenzuela-Quintanar, A, y Meza-Montenegro, M. 2012. Análisis de piretroides en suelo y agua de zonas agrícolas y urbanas de los valles del Yaqui y Mayo. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 (4): 303-310.
134. Mukdasi, S., Thomas, C., and S. Srijaranai. 2014. Two-step microextraction combined with high performance liquid chromatographic analysis of pyrethroids in water and vegetable samples. *Talanta* 120:289–296.
135. Murcia, A. y E. Stashenko. 2008. Determinación de plaguicidas organofosforados en vegetales producidos en Colombia. *Agro Sur* 36(2):71-81.
136. Mondragón, H. 2002. La economía rural y la guerra. Mesas Ciudadanas para una Agenda de Paz. Taller agrario y cultivos “ilícitos”. Ponencia.
137. Muchnik, J. 2004. “Identidad Territorial de los Alimentos: Alimentar el cuerpo humano y el cuerpo social”. En Congreso Internacional Agroindustria Rural y Territorio. Toluca, México, Ed. Arte.
138. Naranjo, S., Ellsworth, P. y Frisvold, G. 2015. Economic Value of Biological Control in Integrated Pest Management of Managed Plant Systems. *Annual Review of Entomology*, 60: 621-645.
139. Naqvi, S., and C. Vaishnavi. 1993. *Bioaccumulative potential and toxicity of endosulfan insecticide to non-target animals*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*. 105(3):347-361.
140. Nault, B. y Shelton, A. 2010. Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: a case study of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion. *J. Econ. Entomol.* 103: 1315-1326.
141. Niño, N., Segrelles, J. y Niño, I. 2015. Multifuncionalidad y turismo en el parque natural “El Hondo” de la comunidad Valenciana. *Uaem redalyc.* en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193440418009>
142. Ocampo, I. y Escobedo, J. Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai*, 2 (2): 343-371.
143. Oliver, D. y Kookana R. Pesticide use in the 6th Creek sub-catchment, Mt. Lofty Ranges, S.A. and assessment of risk of offsite movement using Pesticide Impact Rating Index (PIRI). Adelaide: CSIRO Land and Water Technical Report; 2005 on line: <http://www.clw.csiro.au/publications/technical2005/tr11-05.pdf>.
144. OCDE y CAD, 2005. Comité de ayuda al desarrollo (CAD) red sobre conflictos, paz y cooperación para el desarrollo. Organisation for economic cooperation and development En internet: www.oecd.org/dac
145. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Salcedo, S y Guzman, L. (eds). Santiago, Chile. 486p. On line: <http://www.fao.org/3/i3788S/i3788S.pdf>
146. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2017. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva. Roma
147. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO y Banco Mundial, 2001. Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. On line: http://www.fao.org/farmingsystems/cases_es.htm

148. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. 1986. International code of conduct on the distribution and use of pesticides. Roma: FAO. 28 p.
149. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. 2000. Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia. Viale delle Terme di Caracalla, Roma.
150. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2018. Agricultura Sostenible y Biodiversidad. Un vínculo indisociable. Agricultura sostenible y biodiversidad. <http://www.fao.org/3/a-i6602s.pdf>
151. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Salcedo, S y Guzman, L. (eds). Santiago, Chile. 486p. On line: <http://www.fao.org/3/i3788S/i3788S.pdf>
152. Páez, M. Varona, M. Díaz, S. Castro, R. Barbosa, E. Carvajal, N y Londoño, A. 2011. Evaluación de riesgo en humanos por plaguicidas en tomate cultivado con sistemas tradicional y BPA (Buenas Prácticas Agrícolas). *Revista de Ciencias*, 2011; 15:153-66. 2.
153. Palacio, G. 2002. Notas sobre la noción de conflicto ambiental: ¿Un nuevo matiz en el análisis histórico? En Palacio, German y Astrid Ulloa (editores). *Repensando la Naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental*. Colombia. UNAL sede Leticia.
154. Pappua, H., Jones, R., and R. Jaind. 2009. *Global status tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead*. *Virus Research* 141:219–236.
155. Park, S., Marshall, A., Jakku, E., Dowd, A., Howden, S., Mendham, E. y Fleming, A. 2012. Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Envir Chang* 22:115–126
156. Peluso, N. y Watts, M. 2001. *Violent Environments*. Ithaca: Cornell University Press.
157. Pereira, Z. 2011. Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta . *Revista Electrónica Educare Vol. XV, N° 1*.
158. Peres-Neto, P., Keith, J. y Somers, M. 2005. How many principal components? stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. *Computational Statistics & Data Analysis* 49 (4): 974-997
159. Pérez, M. 2014. El mapeo de las injusticias ambientales en Colombia: Un análisis preliminar de 72 casos de conflictos socio-ambientales. CINARA, Universidad del Valle.
160. Pérez, M., Peña, M. y Álvarez, P. 2011. Agroindustria cañera y uso del agua: análisis crítico en el contexto de la política de agrocombustibles en Colombia. *Ambiente & Sociedade campesinas XIV* (2):153-178.
161. Pfeil, R. 2014. *Pesticide Residues: Pyrethroids*. *Encyclopedia Food Safety* 3:31-34.
162. Pierre, F. y Betancourt, P. 2007. Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, Venezuela. *Bioagro* 19 (2): 69-78.
163. Pinzón, R. 2009. Cultivos de cebolla y ajo en Colombia: estado del arte y perspectivas. *Ciencias Hortícolas* 3(1): 45-55.
164. Planas, C. Puig, Al. Rivera, J. y Caizach, J. 2006. Análisis de pesticidas y metabolitos en aguas superficiales españolas mediante el uso de cromatografía de gases/espectrometría de masa con una extracción previa en fase sólido.

165. Polprasert, C. 2007. Organic Waste Recycling: Technology and Management. American elding society. IWA. 536p.
166. Ponce-Herrera, V., García-Espinoza, R., Rodríguez-Guzmán, M., y Zavaleta-Mejía, E. 2008. *Análisis temporal de la pudrición blanca (Sclerotium cepivorum berk.) de la cebolla (Allium cepa l.) bajo tres niveles de inóculo del patógeno.* *Agrociencia* 42:71-83.
167. Proarca (Programa Ambiental Regional para Centroamérica). 2002. Contaminación por plaguicidas en las cuencas hidrográficas que desembocan en el Golfo de Fonseca y oportunidades para su prevención y mitigación. Informe por Gladstone, S.
168. Rahman, M., Uematsu, S., Kimishima, E. y Kanto, T. 2015. Two plant pathogenic species of Phytophthora associated with stem blight of Easter lily and crown rot of lettuce in Japan. *Mycoscience* 19(4): 1010-1016.
169. Ramírez, C. 2012. El problema agrario en Colombia: causas y soluciones. Universidad Nacional De Colombia - RCE, Econografos - Esc. de Admón. y Contaduría Pública.
170. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). 1990. Tipificación de sistemas de producción agrícola
171. Reyes, A. 2009. Matriz DOFA, metodología para su construcción y análisis. Centro Politécnico del Petróleo
172. Reitz, S. 2014. Onion thrips (Thysanoptera: thripidae) and their management in the treasure valley of the pacific northwest. *Florida Entomologist* 97(2): 349-354.
173. Reguant, M. 2016. El Método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 88-89.
174. Righi E., Cittadini, E., Mundet, C., San Martino, L., Sanz, C and Baltuska, N. 2011. Tipología predial del sector productor de cerezas del sur de la Patagonia argentina. *Agroscentia XXVIII*: 85-97
175. Rivera-Méndez, W. 2016. Control microbiológico como experiencia de sostenibilidad local en la agricultura centroamericana. Tecnología en Marcha. Edición Especial *Biocontrol*. Pág 31-40.
176. Ronald, R. Rindfuss, R. Stephen, J. Walsh, Turner, B. Fox, J. y Mishra, V. 2004. Developing a science of land change: Challenges and methodological issues. *PNAS* 101 (39):13976-13981
177. Ruiz, C. ND. Enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. Recuperado de <http://www.scribd.com/doc/2726742/>
178. Sabatini, F. 1997. Conflictos ambientales y desarrollo sustentable de las regiones urbanas. *Revista eure XXII* (68):77-91
179. Sánchez, B. Montoya, I y Montoya L. 2013. Aplicación del enfoque integrado de prospectiva y estrategia para el mejoramiento al proceso de selección docente de la Universidad Nacional de Colombia. *Innovar Journal* 23(48). 43-54.
180. Sanjuán, J. y Moreno, N. 2010. Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Rev. colomb. biotecnol* 12 (1).
181. Sapodini, E. ND Los Conflictos socio-ambientales en el contexto Latinoamericano. Fundación cambio democrático.
182. Schmidt-Soltau, K., 2009. Is the displacement of people from parks only 'purported', or is it real? *Conservat. Soc.* 7, 46-45.
183. Schatz, P. 2010. Revisión de la conflictividad socio-ambiental en América Latina y el Caribe. Factores predisponentes y herramientas para su sistematización,

- Inédito, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
184. Segrelles, J. 2013. Conservación ambiental y aprovechamiento agropecuario: el caso del parque natural agrario «Los Carrizales» (Elche, Alicante). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 62 - B.
 185. Segrelles, J. Castillo, J. Naú, I. Gutiérrez, J. Silverio, N. 2015. Multifuncionalidad y turismo en el Parque Natural “El Hondo” de la comunidad Valenciana. *El Periplo Sustentable* 29: 34-56.
 186. Sharma, P., Shukla, M., Sammis, T., Steiner, R., and J, Mexal. 2012. *Nitrate-nitrogen leaching from three specialty crops of New Mexico underfurrow irrigation system*. *Agroicultura Water Management* 109:71-80.
 187. Sinclair, C. y A. Boxall. 2003. *Assessing the Ecotoxicity of Pesticide Transformation Products*. *Environmental Science and Technology*. 37:4617-4625.
 188. Sintayehu, A., Fininsa, C., Ahmed, S. y Sakhujia, P. 2011. Evaluations of shallot genotypes for resistance against fusarium basal rot (*Fusarium oxysporum f. sp. cepae*) disease. *Crop Protection* 30(9):1210-1215.
 189. Smith, D., 1999. Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *Int J. Epidemiol* 28, 179-188.
 190. Sola, F. 2018. CSR Servicios Laboratorio. Obtenido de http://www.csrservicios.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=133:la-importancia-de-los-analisis-de-suelos-agricolas&catid=36:suelosagr
 191. Solarte, G. 2011. Asociatividad, empresarización y pactos territoriales: claves del desarrollo de los territorios rurales. Ed Ambar Solarte Tobón. Corporación Latinoamericana Misión Rural. Bogotá. 69p. On line http://www.misionrural.net/publicaciones/pactos/empresarizacion_pactos_pdf.pdf
 192. Solanes, M. y Jouravlev, A. 2005. Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.2397-P, Santiago de Chile.
 193. Suárez, A. 2007. El modelo agrícola colombiano y los alimentos en la globalización. Bogotá: Ediciones Aurora.
 194. Tabares, J. y López, Y. 2011. Salud y riesgos ocupacionales por el manejo de plaguicidas en campesinos agricultores, municipio de Marinilla, Antioquia, 2009. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 29(4): 432-444.
 195. Terricabras, R. ND. El parque agrario del Baix Llobregat (Barcelona) una agricultura de futuro en un territorio periurbano de calidad. Territorial Agrario de la Oficina Técnica de Acción Territorial del Área de Espacios Naturales de la Diputación de Barcelona.
 196. Thenail, C. 2002. Relationships between farm characteristics and the variation of the density of hedgerows at the level of a micro-region of bocage landscape. Study case in Brittany, France. *Agr Syst* 71: 207-230.
 197. Therond, O., Duru, M., Roger-Estrade, J. y Richard, G. 2017. A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 21.
 198. Tiftonell, P., Muriuk, A., Shepherd, K., Mugendi, D., Kaizzi, K., Okeyo, J., Verchot, L., Coe, R., Vanlauwe, B. 2010. The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa – A typology of smallholder farms. *Agricultural Systems* 103:83–97.

199. Trejos, C. Isaza, L. y Paredes, D. 2003. Estrategias para disminuir la contaminación por organismos bacterianos patógenos, en la fuente abastecedora de agua del acueducto de la ciudad de Pereira. *Scientia et Technica IX (23)*: 87-92.
200. Tobón, F., López, L. y Paniagua, R. 2010. Contaminación del agua por plaguicidas en un área de Antioquia. *Rev. Salud Pública*. 12 (2) p. 300-307.
201. Tschardtke, T., Klein, A., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. y Thies, C. 2005 Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity– ecosystem service management. *Ecol Lett* 8:857–874
202. Tuesta, O., Otiniano, A., Borjas, R., Rodríguez, Q. y Santistevan, M. 2014. Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río huayabamba, distrito de huicungo (san Martín, Perú) *Ecología Aplicada* 13(2):71-78.
203. Unidad Administrativa Especial Del Sistema De Parques Nacionales Naturales De Colombia UAESPNN. 2007.
204. UAESPNN y MINAMBIENTE. 1998. El Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia-30 años. Espacios estratégicos y sagrados.
205. Usma, J. Villegas, C. y Arrubla, J. 2008. Evaluación del grado de contaminación por pesticidas organoclorados del río otún, mediante gc-ms. *Scientia et Technica XIV (40)*:234-239.
206. U.S. Department of Agriculture. ND. *Chlorpyrifos Pesticide Fact Sheet* . Ventures, Inc.
207. U.S. Geological Survey. 2007. Breakdown Products Of Widely Used Pesticides Are Acutely Lethal To Amphibians, Study Finds. *Science Daily* .
208. Valderrama, J., Baena, P., Palacio, J., and Molina, F. 2012. Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: Una revisión de los procesos de degradación natural. *Gestión y Ambiente* 15:27-37.
209. Van der Heyden, H., Carisse, O. y Brodeur, L. 2012. Comparison of monitoring based indicators for initiating fungicide spray programs to control Botrytis leaf blight of onion. *Crop Protection* 33: 21– 8.
210. Van der Plog, J. D. 2011. Trajetórias do desenvolvimento rural: Pesquisa comparativa internacional. *Sociologias, Porto Alegre*, 13(27):114-140.
211. Varela, M, et al. 2012. Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Revista Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90 - 95.
212. Vedeld, P., Jumane, A., Wapalila, G. y Songorwa, A., 2012. Protected areas, poverty and conflicts: a livelihood case study of Mikumi National Park, Tanzania. *Forest Policy Econ.* 21: 20-31.
213. Vega-Dienstmaier, J. y Arévalo-Flores, J. 2014. Clasificación mediante análisis de conglomerados: un método relevante para la psiquiatría. *Revista de Neuro-Psiquiatría* 77(1): 31
214. Velandia, J., Viteri, S., Rubio, N., and Tovar, F. 2012. Efecto del Fosfito de Potasio en Combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el Control de Mildeo Velloso (*Peronospora destructor* Berk) en Cebolla de Bulbo (*Allium cepa* L.) *Rev. Fac. Nac. Agron.* 65(1):6317-6325.
215. Vélez, I y Vélez, H. 2012. Acaparamiento del agua y despojo de la tierra en el alto Cauca: Estudio crítico sobre (in)justicia hídrica y derecho al agua en Colombia. Proyecto Planeta Azul.
216. Vélez, H. 2014. ¿Dónde está el movimiento ambiental? América Latina en Movimiento.
217. Vergel, M. Martínez, J. Zafra, S. 2016. Cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Ocaña: factores asociados a la productividad y el rendimiento. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 10 (2):333-344.
218. Viales G. 2014. Intoxicación por Paraquat. *Med leg* 31(2):1-7.

219. Wilson, R., Orloff, S., and A. Taylor. 2015. *Evaluation of insecticides and application methods to protect onions from onion maggot, *Delia antiqua*, and seedcorn maggot, *Delia platura*, damage*. *Crop Protection* 67:102-108.
220. Yorobe, J., Rejesus, R., and M. Hammig. 2011. Insecticide use impacts of Integrated Pest Management (IPM) Farmer Field Schools: Evidence from onion farmers in the Philippines. *Agricultural Systems* 104: 580-587.
221. Yunlog, A. y Smith, E. 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Ecosystems and environment* 49: 209 –307.
222. Zabala, H. 2016. *Las políticas de fomento para la economía social y solidaria en Colombia*. 31 Congreso de Ciriec.

6. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo formato diligenciado entrevista



FICHA DE ENTRADA PARA PRODUCTORES DE CEBOLLA, CUENCA MEDIA - ALTA DEL RÍO OTÚN

Finca: La Palmera, Encuesta No: _____
 Coordenadas N: 4° 44.341 W: 75° 36.46' Altura: 1930 msnm
 Municipio: Pereira, Vereda y/o Corregimiento: Manzana Alta La Florida
 Propietario: Carlos Muñoz Urbano, Cédula: 15 812 124, Edad: 49
 Teléfono: 310 841 7569, E-mail: solecito222@hotmail.com
 Encuestado: Carlos Muñoz Urbano, Cédula: 15 812 124
 Teléfono: 310 841 7569, E-mail: solecito222@hotmail.com
 Tipo de relación con el predio: Arrendatario

1. Información general de la familia

Nombres y apellidos*	Sexo	Parentesco	Edad en años	Ocupación	Escolaridad
Carla Alberta Muñoz U	M	Esposa	49	Agricultor	Primaria
Olivera Anadir Jiménez F	F	Esposa	42	Auxiliar de campo	Primaria
Marisol Muñoz Jiménez F	F	Hija	25	Agricultor	Escuela
Carlos Muñoz Jiménez F	F	Hijo	23	Agricultor	Escuela

* Indique con un asterisco quien hace las veces de cabeza de hogar

Número de personas que dependen del cultivo: 4, Viven de la producción. Si: , No:
 %: 100, Contrata mano de obra externa: Si: , No: , Porque?: _____

2. Información general de la unidad productiva

¿Qué servicios públicos tiene el predio? Agua: , Energía eléctrica: , Gas: , Internet:
 Distrito de riego: _____

Disposición de aguas servidas. Sistema séptico: , a cielo abierto: , fuente hídrica: _____

Pozo de absorción: _____, otro: _____, Cuál: _____

Tenencia de la tierra: Propietario: , Arrendatario: , Parcelero: , Otro: _____

Cual: _____

No variable	Variable	Tipo de variable	Área temática
1	Altura (msnm)	Continua	Componente físico
2	Edad del propietario	Continua	Componente socioeconómico
3	Tipo de relación del encuestado con el predio	Categórica	Componente socioeconómico
4	Número de miembros que tiene la Familia	Continua	Componente socioeconómico
5	Sexo cabeza de familia	Categórica	Componente socioeconómico
6	Edad en años por rangos	Continua	Componente socioeconómico
7	Ocupación cabeza de familia	Categórica	Componente socioeconómico
8	Escolaridad cabeza de familia	Categórica	Componente socioeconómico
9	Edad cabeza de familia	Continua	Componente socioeconómico
10	Número de personas que dependen del cultivo	Continua	Componente socioeconómico
11	Viven de la producción	Categórica	Componente socioeconómico
12	En qué %	Continua	Componente socioeconómico
13	Contratan mano de obra	Categórica	Componente socioeconómico
14	Servicio público de acueducto	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
15	Servicio público de energía eléctrica	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
16	Gas	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
17	Internet	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
18	Distrito de riego	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
19	Disposición de aguas servidas	Categórica	Componente ambiental
20	Tenencia de la tierra	Categórica	Componente socioeconómico
21	Vive en la finca	Categórica	Componente socioeconómico
22	Con que frecuencia va a la finca	Categórica	Componente socioeconómico
23	Forma de llegar al predio	Categórica	Componente socioeconómico
24	Área total de la finca	Continua	Componente socioeconómico
25	Área cultivada en cebolla	Continua	Componente socioeconómico
26	No variedades de cebolla	Continua	Tecnología local de producción
27	Procedencia de la semilla	Categórica	Tecnología local de producción
28	Distancia entre plantas	Continua	Tecnología local de producción
29	Distancia entre surcos	Continua	Tecnología local de producción
30	Número de plantas	Continua	Tecnología local de producción
31	Tiene otros cultivos?	Categórica	Tecnología local de producción
32	El predio está certificado en BPA	Categórica	Tecnología local de producción

Anexo 3. Variables tecnología local de la producción

Variables Tecnología Local de la Producción	Estadísticos Relevantes.
Número de variedades de cebolla	Se cultivan, 6 variedades, sobresalen la Pereirana y Beleña, con 18 y 16 predios respectivamente. Las Variedades Bogotana, Agua Azul, Pastusa y Tenerife se cultivan en menor proporción y en sólo 1 o 2 predios a lo sumo cada variedad.
Procedencia de la semilla	Se obtiene en su mayoría de la misma finca (predio) o de la región en el 86% de los predios y sólo en el 14% de los casos se obtiene de otras regiones del país.
Distancia entre plantas	Corresponde en su mayoría (50% de los casos) a 0,30 metros.
Distancia entre surcos	La distancia normal entre surcos corresponde a 0,60 metros, para el 59% de los casos.
Número de plantas	Oscilan entre un mínimo de 1667 y un máximo 134615 con un valor promedio de 44399 plantas por predio.
Tiene otros cultivos?	17 de los 22 predios tiene otros cultivos asociados.
El predio está certificado en BPA?	El 86 % de los predios no tienen certificación BPA
El predio está en proceso de implementación de BPA?	Sólo un predio de los 22 está en proceso de certificación.
El predio está certificado en Global GAP	Solo 2 predios están certificados en GAP.

Ha recibido información y/o acompañamiento en PL?	En el 50% de los casos los predios han recibido información en producción más limpia.
Nombre comercial de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Se aplican 70 diferentes tipos de productos, para un total de 249 usos según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios; donde sobresalen Dithane 5,6%; Lorsban 5,6%; Fitoraz 5,2%; Antracol 5,2% y Pyrinex como los de mayor frecuencia de uso.
Dosis (g y/o cc/l) de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Promedio de aplicación 2,5 gramos o cm ³ /Litro; con un rango de variación entre 1 y 15. Siendo 1,0 el valor de mayor frecuencia de aplicación.
Categoría toxicológica de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Casi un 40% están clasificados dentro de la categoría II (altamente tóxicos) y casi un 48% en la categoría III (Medianamente tóxicos).
Grupo químico de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Sobresalen por su mayor frecuencia de uso: 53 usos de Ditiocarbamatos, 38 de Organofosforados y 25 tipo Avermectina.
Registro ICA de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Todos los productos poseen registro ICA.
Registro cultivo de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	52,2%, de los productos tienen registro en los cultivos para su uso.
Ingrediente activo de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Los tres más usados son en su orden: Clorpirifos 27 veces, (10,8%); Abamectina 25 veces, (10,0%); Mancozeb_Manganeso_Zinc 14 veces, (5,6%).
Frecuencia de aplicación (en días) de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	22,8 días como valor promedio, variando entre valores de 7 y 360 días. Siendo cada 15 y 20 días las frecuencias más usadas.
Periodo de carencia de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Los días de periodo de carencia tienen un valor promedio de 8,6; variando entre 0 y un máximo de 30 días. El valor de mayor frecuencia corresponde a 7 días.
Volumen de aplicación (litros) de Productos para el manejo de plagas y enfermedades	Tienen una variabilidad considerable; con un valor promedio de 1122, 6 Litros y con valores mínimos y máximos de 0 y 4600 litros respectivamente.
Uso del producto para el manejo de plagas y enfermedades (Objetivo específico)	Básicamente para el control de Minador, Ceniza y Alternaría en 51,50 y 36 de las veces respectivamente.
Nombre comercial de productos para el manejo de arvenses	Se usan 14 diferentes tipos de productos para un total de 40 usos, según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios. El producto Karmex es el más utilizado, 13 veces (32,5%).
Dosis (g y/o cc/l) de productos para el manejo de arvenses	Con un valor promedio de 6,1 Litros y un valor de mayor frecuencia de aplicación de 10 Litros.
Categoría toxicológica de productos para el manejo de arvenses	De los 40 usos de productos, el 45% son medianamente tóxicos, el 37,5% son altamente tóxicos el 17,5% ligeramente tóxicos.
Grupo químico de productos para el manejo de arvenses	Sobresalen los Bipiridilos 30 % y las Fenilureas 35%.
Registro ICA de productos para el manejo de arvenses	Todos los productos para el manejo de Arvenses tienen registro ICA.
Registro cultivo de productos para el manejo de arvenses	Ninguno de los cultivos tiene registro para el manejo, en relación al uso de productos para el control de Arvenses.
Ingrediente activo de productos para el manejo de arvenses	Los ingredientes activos más usados el Diuron 35% y el glifosato 20%.
Frecuencia de aplicación (en días) de productos para el manejo de arvenses	86,6 días; con frecuencias que oscilan entre 8 y 210 días; siendo el valor más frecuente 90 días.
Periodo de carencia de productos para el manejo de arvenses	No hay información disponible.
Volumen de aplicación (Litros) de productos para el manejo de arvenses	197 Litros en promedio y 200 Litros como valor de aplicación de mayor frecuencia. Variaciones entre 40 y 1125 Litros de aplicación.
Uso del producto de productos para el manejo de arvenses (Objetivo específico)	De las 40 aplicaciones, 35% de usos como herbicida de contacto; 42,5% como Postemergencia, son los usos más relevantes.
Nombre comercial de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	Se usan 9 diferentes tipos de productos para un total de 22 usos, según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios Sobre sale el Mixel Top y el Redux con usos del 27 % y el 18 %.

Dosis (g y/o cc/l) de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	1,05 gramos y/o cm ³ /Litro; con un valor de mayor frecuencia de aplicación de 1,0 gramos y/o cm ³ /Litro y dosis de variación entre 0,25 y 2,5.
Categoría toxicológica de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	22 productos usados en el total de los predios; 18% Altamente Tóxicos; 32 % Medianamente Tóxicos y 50% Ligeramente Tóxicos.
Registro ICA de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	Todos los productos acondicionadores de aguas poseen registro ICA.
Ingrediente activo de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	Sobresalen dentro de los 22 productos usados, los ingredientes activos Alquil-Aril-Polieter-Alcohol 27% y el Alquil Poliglicol Éter 18%.
Frecuencia de aplicación (en días) de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	11,7 días en promedio; Siendo cada 15 días el valor más frecuente.
Uso del producto de acondicionadores de aguas y coadyuvantes (objetivo específico).	Un 86% se usan como coadyuvantes y reguladores de pH.
Volumen de aplicación (Litros) de acondicionadores de aguas y coadyuvantes	Un volumen promedio de 1110,7 Litros. Con volúmenes muy variables entre 200 y 2000 Litros.
Producto comercial de fertilizantes granulados	Se usan 5 diferentes tipos de productos para un total de 8 usos, según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios. DAP y triple 15 los más usados (37,5% y 25%).
Dosis (g/planta) de fertilizantes granulados	Valor Promedio 18,1 g/planta; aplicaciones entre 5 y 50 g/planta.
Frecuencia de aplicación en días de fertilizantes granulados	Cada 65,7 días como valor promedio; frecuencias que fluctúan entre 8 y 90 días.
Producto comercial de fertilizantes solubles	Se usan 17 diferentes tipos de productos para un total de 29 usos, según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios, sobresale el mayor uso del Nitrato de Potasio y el DAP; con frecuencia de uso de 8 y 4 veces respectivamente.
Dosis (g y/o cc/l) de fertilizantes solubles	15,4 g y/o cm ³ /Litro como promedio, dosis variables entre 1,25 y 50 g y/o cm ³ /Litro.
Frecuencia de aplicación en días de fertilizantes solubles.	78,1 días; aplicaciones entre cada 7 y 90 días.
Volumen de descarga (Litros) de fertilizantes solubles	1556,2 Litros; volúmenes que fluctúan entre 300 y 4912 Litros de aplicación.
Producto comercial de fertilizantes foliares y activadores fisiológicos	Se usan 22 diferentes tipos de productos para un total de 39 usos, según frecuencias de aplicación en la totalidad de los predios; el de mayor uso el Terra Sorb Foliar 25% de las veces.
Dosis (g y/o cc/l) de fertilizantes foliares y activadores fisiológicos	3,5 g y/o cm ³ /Litro como promedio de aplicación; aplicaciones entre 1,5 y 10 g y/o cm ³ /Litro.
Frecuencia de aplicación (en días) de fertilizantes foliares y activadores fisiológicos	Cada 64 días como promedio; variaciones entre 7 y 180 días.
Volumen de descarga (Litros) de fertilizantes foliares y activadores fisiológicos	1461 Litros promedio, aplicaciones entre 150 y 3750 Litros.
Producto comercial de enmiendas minerales	Solo se usa dos tipos Cal Agrícola y Cal Dolomita en un total de tres usos 3 en los 22 predios.
Dosis (g /planta sitio) de enmiendas minerales	73 gramos/planta como promedio; aplicaciones entre 50 y 100 gramos/planta
Frecuencia de aplicación (en días) de enmiendas minerales	Cada 180 días como promedio; frecuencias entre 90 y 360 días.
Producto comercial de enmiendas orgánicas	Se usa gallinaza en todos los predios.
Dosis (g/sitio) de enmiendas orgánicas	453,6 gramos/sitio; aplicaciones entre 100 y 1000 gramos/sitio.
Frecuencia de aplicación de enmiendas (en días) orgánicas	Cada 81 días como promedio; aplicaciones entre cada 7 y 90 días.

Tipo de abono (C, SC, S) de enmiendas orgánicas	Se usan abonos en todos los predios , siendo el de mayor uso el tipo SC en el 50 % de los predios.
Siembran en sentido de la pendiente	100% de los predios siembran así.
Siembran a través de la pendiente	100% no lo hacen.
Cada que fumiga calibra la máquina?	Solamente en el 50% de los predios encuestados calibran las máquinas antes de fumigar. La aplicación de herbicidas, plaguicidas, fungicidas y fertilizantes foliares ,normalmente se efectúa con boquillas de descarga 0,5 o tipo graduable
El predio cuenta con sistema de riego	Sólo el 22,7% cuenta con sistema de riego.
Tipo de riego	No hay información disponible.

Anexo 4. Resultados del uso de insumos químicos en los predios encuestados

Resumen de estadísticos de dosis, frecuencias, periodos de carencia y volúmenes de aplicación de los Productos Utilizados.

PRODUCTOS APLICADOS		Media	Máximo	Mínimo	Moda	Desviación estándar
DOSIS DE PRODUCTOS (g o cm ³ /L); (g/Planta/Sitio); (g/Sitio)	Plagas y Enfermedades	2,5	15,0	1,0	1,0	2,5
	Manejo de Arvenses	6,1	10,0	1,0	10,0	3,5
	Acondicionadores de Aguas y Coadyuvantes	1,05	2,50	0,25	1,00	0,55
	Fertilizantes Granulados	18,1	50,0	5,0	5,0	15,6
	Fertilizantes Cristales Solubles o Líquidos	15,41	50,00	1,25	2,50	14,23
	Foliares y Activadores	3,5	10,0	1,5	2,5	2,4
	Enmiendas Minerales (g/planta/sitio)	73,3	100,0	50,0	50,0	25,2
	Enmiendas Orgánicas (g/sitio)	453,6	1000,0	100,0	500,0	300,0
FRECUENCIAS DE APLICACIÓN (Días)	Manejo Plagas y Enfermedades	22,8	360,0	7,0	15,0	29,3
	Manejo de Arvenses	87	210	8	90	30
	Acondicionadores de Aguas y Coadyuvantes	11,7	15,0	7,0	15,0	3,7
	Fertilizantes Granulados	65,8	90,0	8,0	90,0	37,1
	Cristales Solubles o Líquidos	78	90	7	90	26
	Foliares y Activadores Fisiológicos	63,9	180,0	7,0	90,0	51,6
	Enmiendas Orgánicas	81,1	90,0	7,0	90,0	24,8
	Enmiendas Minerales	180,0	360,0	90,0	90,0	155,9
PERIODOS DE CARENIA (Días)	Manejo Plagas y Enfermedades	9	30	0	7	6
	Manejo de Arvenses					
VOLUMENES APLICADOS (Litros)	Manejo Plagas y Enfermedades	1122,7	4600,0	0,0	300,0	880,0
	Manejo de Arvenses	197,1	1125,0	40,0	200,0	201,8
	Acondicionadores de Aguas y Coadyuvantes	1110,7	2000,0	200,0	300,0	695,2
	Cristales Solubles o Líquidos	1556,2	4912,5	300,0	800,0	1034,5
	Foliares y Activadores Fisiológicos	1461,2	3750,0	150,0	800,0	1001,9

Productos Utilizados para el manejo de Plagas y Enfermedades

Productos	Frecuencias de Uso	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Abafed	9	3,6	3,6
Abasac	1	0,4	4,0
Acaramik	3	1,2	5,2
Actara	1	0,4	5,6
Aguila	3	1,2	6,8
Amistar	11	4,4	11,2
Amistar Top	1	0,4	11,6
Antracol	13	5,2	16,9
Brestanid	1	0,4	17,3
Brigada	1	0,4	17,7
Cantus	1	0,4	18,1

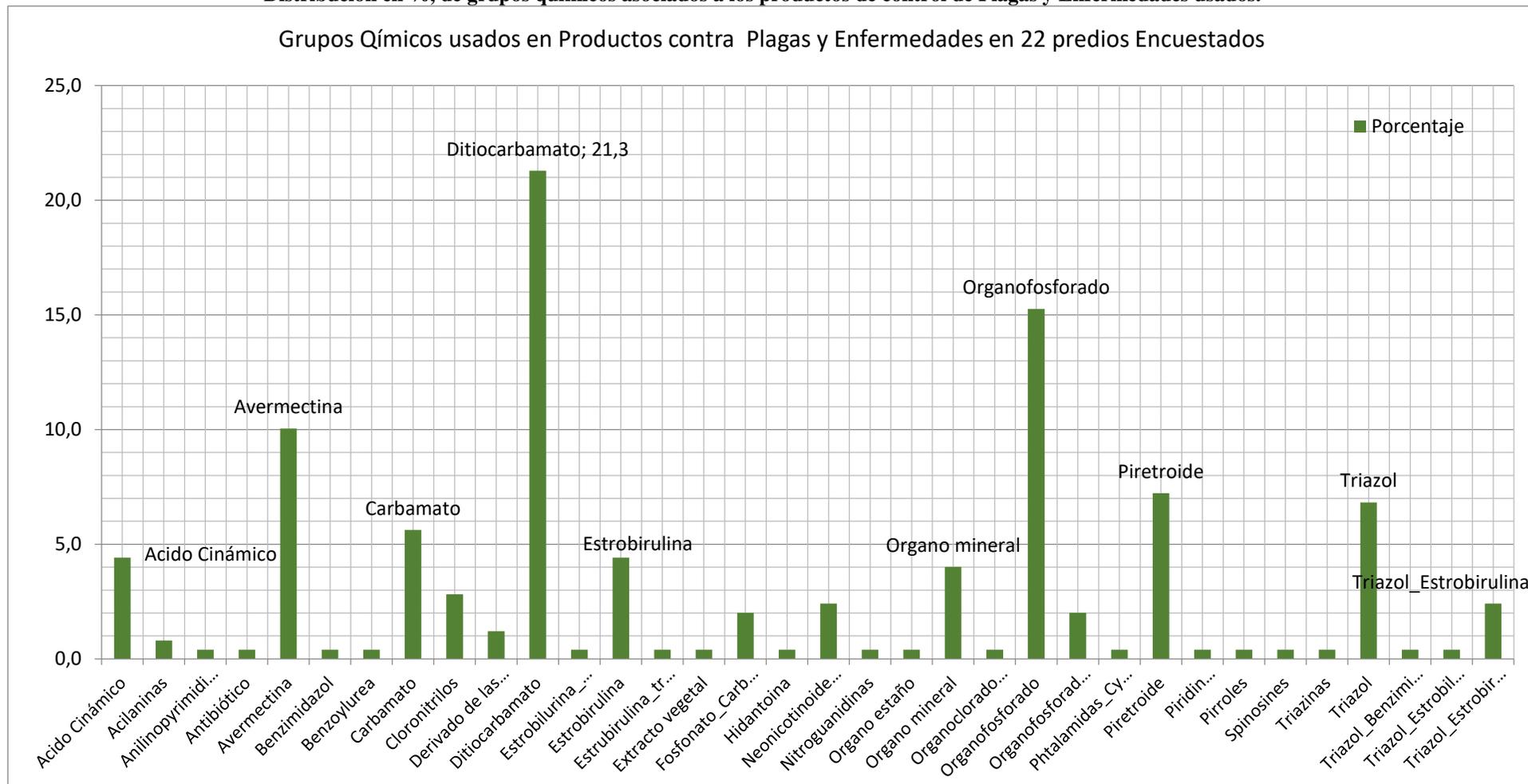
Capsialil	1	0,4	18,5
Carbendazim	1	0,4	18,9
Cipermetrina	4	1,6	20,5
Cipertrin	1	0,4	20,9
Clorpirifos	1	0,4	21,3
Cobrethane	2	0,8	22,1
Connect Duo	2	0,8	22,9
Curacron	3	1,2	24,1
Cyromex	1	0,4	24,5
Daconil	7	2,8	27,3
Decis Fluxx	8	3,2	30,5
Diligent	2	0,8	31,3
Dithane	14	5,6	36,9
Divino	1	0,4	37,3
Elosal	7	2,8	40,2
Emeral	1	0,4	40,6
Engeo	2	0,8	41,4
Estocada	3	1,2	42,6
Evomax	1	0,4	43,0
Exalt	1	0,4	43,4
Fitoraz	13	5,2	48,6
Forum	10	4,0	52,6
Fulminator	3	1,2	53,8
Geminis	1	0,4	54,2
Karate	2	0,8	55,0
Kasumin	1	0,4	55,4
Lannate	2	0,8	56,2
Latigo	2	0,8	57,0
Lorsban	14	5,6	62,7
Lufenuron	1	0,4	63,1
Malathion	2	0,8	63,9
Mancozeb	2	0,8	64,7
Manzate	3	1,2	65,9
Mectin	1	0,4	66,3
Mertec	1	0,4	66,7
Monitor	3	1,2	67,9
Nativo	8	3,2	71,1
Nilo	1	0,4	71,5
Opera	1	0,4	71,9
Oxicloruro de cobre	1	0,4	72,3
Padam	2	0,8	73,1
Pilarmate	3	1,2	74,3
Pronto	1	0,4	74,7
Pyrinex	12	4,8	79,5
Rally	4	1,6	81,1
Rambler	2	0,8	81,9
Revus	1	0,4	82,3
Rhodax	5	2,0	84,3
Rovral	1	0,4	84,7
Roxión	3	1,2	85,9
Score	5	2,0	88,0
Siganex	1	0,4	88,4
Silvacur	4	1,6	90,0
Sunfire	1	0,4	90,4
Top Gun	1	0,4	90,8
Trigard	3	1,2	92,0
Trivia	7	2,8	94,8
Vertimec	11	4,4	99,2

Yodo Agrícola	2	0,8	100,0
Total: 70 Productos	249	100,0	

Categorías toxicológicas de los productos utilizados

Categoría	Frecuencias de Uso	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Altamente Tóxicos	99	39,8	39,8
Extremadamente Tóxicos	17	6,8	46,6
Ligeramente Tóxicos	14	5,6	52,2
Medianamente Tóxicos	119	47,8	100,0
Total	249	100,0	

Distribución en %, de grupos químicos asociados a los productos de control de Plagas y Enfermedades usados.



Anexo 5. Tablas de contingencia, predios vs grupos químicos de los productos contra plagas y enfermedades vs categorías toxicológicas i y ii.

Distribución de Frecuencias del Uso de Grupos Químicos de Categoría toxicológica I (Extremadamente Tóxicos), de productos usados para Plagas y Enfermedades con respecto a los predios encuestados

PREDIOS	Grupos Químicos de Productos Usados						TOTAL
	Carbamato	Ditiocarbamato	Estrobinulina	Organofosforado	Organofosforado Piretroide	Piretroide	
Alto Bonito	0	0	0	0	0	1	1
El Jardín	0	0	1	0	0	0	1
El Manzano	0	1	0	1	0	0	2
El Porvenir	0	0	0	1	0	0	1
Guayabito	0	0	0	0	1	0	1
La Carmela_2	0	0	0	1	0	0	1
La Esmeralda	1	0	0	0	0	0	1
La Insula	1	0	0	0	1	1	3
La Palma_1	2	0	0	0	1	0	3
La Palma_2	1	1	0	0	0	0	2
La Palmera	1	0	0	0	0	0	1
Total	6	2	1	3	3	2	17

Distribución de Frecuencias del Uso de Grupos Químicos de Categoría toxicológica II (Altamente Tóxicos), de productos usados para Plagas y Enfermedades con respecto a los predios encuestados

PREDIOS	Grupos Químicos de Productos Usados											Total
	Acido Cnámico	Avermectina	Cloronitros	Estrobinulina Morfolina	Estrobinulina triazol	Neonicotinoides Piretroide	Organofosforado	Organofosforado Piretroide	Piretroide	Piroles	Triazol	
Alto Bonito	1	1	1	0	0	0	2	0	1	1	2	9
Castillo	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
Cedralito	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	5
El Jardín	1	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	6
El Manzano	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	5
El Porvenir	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6
Guayabito	1	2	1	0	0	1	4	1	1	0	1	12
La Carmela_1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
La Carmela_2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
La Carmela_3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
La Cristalina	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	4
La Divisa	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	5
La Esmeralda	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
La Insula	1	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	6
La Isabel	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
La Marina	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
La Palma_1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
La Palma_2	1	2	1	1	1	0	2	0	0	0	1	9
La Palmera	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	4
La Rosa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
El Edén	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	1	6
San Martín	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	10	16	7	1	1	6	33	2	14	1	8	99

Anexo 6. Resultados obtenidos para el grupo químico de Organoclorados.

Código	Organoclorados Detectados	Muestreo 1_Ug/L (03/01/2017)	Muestreo 2_Ug/L (03/04/2017)	Muestreo 3_Ug/L (30/05/2017)	Muestreo 4_Ug/L (26/06/2017)	Muestreo 5_Ug/L (04/07/2017)	Muestreo 6_Ug/L (01/08/2017)
P01	Alpha-BHC	0,0111			0,0073		
P01	Cis-Chlordane		0,1103			0,1096	
P01	Endrin aldehyde	0,0697			0,0697		
P01	Endrin ketone	0,0563	2,6871		0,0563	2,6337	0,2460
P02	4,4-DDT	0,0032					
P02	Endosulfan sulfate	0,0057					0,0074
P02	Endrin aldehyde	0,0074					
P02	Endrin ketone	0,0050					0,0034
P02	Gamma-BHC (Lindane)	0,0016					
P02	Herptachlor epoxide (isomer B)	0,2215					
P03	Endrin aldehyde	0,0075			0,0080		0,0249
P03	Herptachlor epoxide (isomer B)	0,2075			0,3125		
P03	Methoxychlor	0,0044			0,0052		
P04	Endosulfan sulfate	0,3851			0,3851		
P04	Endrin	0,0955			0,0665		
P04	Endrin aldehyde	0,0549			0,0549		
P04	Herptachlor epoxide (isomer B)	0,2083					
P04	Methoxychlor	0,0950					
P05	Alpha-BHC	1,0249					
P05	Cis-Chlordane	0,2201					
P05	Endosulfan sulfate	0,6388					
P05	Endrin ketone	0,1245		0,0713			
P05	Herptachlor epoxide (isomer B)	0,4162					
P05	Methoxychlor	0,6734					

Anexo 7. Resultados obtenidos para el grupo químico de Organofosforados.

Código	Organofosforados Detectados	Muestreo 1_Ug/L (03/01/2017)	Muestreo 2_Ug/L (03/04/2017)	Muestreo 3_Ug/L (30/05/2017)	Muestreo 4_Ug/L (26/06/2017)	Muestreo 5_Ug/L (04/07/2017)	Muestreo 6_Ug/L (01/08/2017)
P01	Azinphos methyl		0,3776	0,2427		0,3776	
P01	Chlorpyrifos	1,1360	0,2739	0,2795	2,0112	0,2793	2,1275
P01	Diazinone			0,3144			
P01	Dichlorvos (DDVO)	0,3959	0,3273		0,4166	0,3273	0,2577
P01	Ethoprophos	0,1507			0,0161		0,2577
P01	Fensulfotion	0,2404		0,1139	0,1936		0,2810
P01	Merphos	0,4447			0,3447		0,5340
P01	Methyl Paration			0,4422			
P01	Naled			0,3237			
P01	Stirofos	0,5447		0,1054			0,6797
P01	sulprofos			0,2686	0,2853		
P01	Thricloronate			0,1262			
P02	Azinphos methyl		0,4569			0,4569	0,1945
P02	Chlorpyrifos	8,7880	0,2358			0,2368	3,2880
P02	Coumaphos					0,2948	0,0098
P02	Diazinone		0,2578			0,2578	
P02	Dichlorvos (DDVO)	5,9025					
P02	Disulfoton		0,2420			0,2430	
P02	Ethoprophos	1,4093					
P02	Fensulfotion	0,4235	0,1480			0,1487	0,1527
P02	Merphos	0,8211					0,0721
P02	Phorate	0,1366					
P02	Stirofos	1,4031	0,1609			0,1610	
P02	sulprofos		0,2161			0,2161	0,2100
P02	Thricloronate		0,1935			0,1908	
P03	Chlorpyrifos	0,9650			0,9762		
P03	Dichlorvos (DDVO)	0,6141			0,5277		0,6380
P03	Ethoprophos	0,3001			0,2405		0,1512
P03	Fensulfotion	0,4286					
P03	Merphos	0,5566					
P03	Stirofos	1,0615			0,5189		
P04	Chlorpyrifos	1,5065			1,6467		2,8565
P04	Demeton O y S			13,3189			
P04	Dichlorvos (DDVO)	0,6380					
P04	Disulfoton			12,2968			
P04	Ethoprophos	0,1512					
P04	Fensulfotion	0,2134					0,2134
P04	Merphos	0,5908			0,7940		0,0291
P04	Naled			19,6071			0,3702
P04	Stirofos	1,2525			1,4900		0,1233
P04	Thricloronate			9,3036			
P05	Coumaphos		0,2468	0,3200		0,2435	0,1544
P05	Fensulfotion	0,1767					0,0246
P05	Merphos	23,0569					
P05	Phorate	7,0147					
P05	Stirofos	0,8554					

Anexo 8. Resultados Obtenidos en Análisis de Suelos para el grupo químico de Organoclorados.

Codigo_Predio	Nombre_Predio	Organoclorados_Detectados	Muestreo 1_µg/Kg (02/03/2017)	Muestreo 2_µg/Kg (03/04/2017)	Muestreo 3_µg/Kg (01/06/2017)	Muestreo 4_µg/Kg (05/07/2017)	Muestreo 5_µg/Kg (02/08/2017)	Muestreo 6_µg/Kg (30/08/2017)
P01	El Edén	4,4-DDT	9,8	5,0	193,5	14,2	5,5	
P01	El Edén	Aldrin	1,5					
P01	El Edén	Alfa-BHC	1,3	5,7	5,7			
P01	El Edén	Beta-BHC	74,4	25,5	16,6		35,7	
P01	El Edén	Dieldrin	9,1	5,4	4,7		3,3	
P01	El Edén	Endosulfan II	58,1		12,5	6,5		
P01	El Edén	Endosulfan sulfato	5,5					
P01	El Edén	Endrin			130,6	41,8		
P01	El Edén	Endrin Aldehyde	28,9	44,3	70,5	50,3		
P01	El Edén	Endrin Ketone	101,3	48,6	89,7	315,5	53,5	
P01	El Edén	Gama-BHC	40,0					
P01	El Edén	Methoxychlor			2,6		1,5	
P03	Alto Bonito	4,4-DDT	6,4	5,0	193,8	11,1	228,8	
P03	Alto Bonito	Aldrin			7,3			
P03	Alto Bonito	Alfa-BHC		5,6	4,4		3,5	
P03	Alto Bonito	Beta-BHC		26,3	104,1		114,1	
P03	Alto Bonito	Dieldrin		5,4				
P03	Alto Bonito	Endosulfan II				16,1		
P03	Alto Bonito	Endosulfan sulfato				5,6		
P03	Alto Bonito	Endrin			133,9	41,4		
P03	Alto Bonito	Endrin Aldehyde	20,0	40,0	57,9	20,3	31,9	
P03	Alto Bonito	Endrin Ketone	14,8	48,1	226,8	53,2	26,8	
P03	Alto Bonito	Gama-BHC	21,6		39,2	27,5	28,2	
P03	Alto Bonito	Heptaclor			7,9		10,2	
P03	Alto Bonito	Methoxychlor	0,7					
P04	El Manzano	4,4-DDT	76,9	4,6	9,0	5,0	3,4	4,0
P04	El Manzano	Aldrin	0,6		2,7			
P04	El Manzano	Alfa-BHC	6,2	1,2		5,1	6,3	
P04	El Manzano	Beta-BHC	3,3	20,7				
P04	El Manzano	Delta-BHC	2,7					
P04	El Manzano	Dieldrin	14,6	1,5	4,4	3,4	2,3	
P04	El Manzano	Endosulfan II	0,8	25,3		1,5	0,6	
P04	El Manzano	Endosulfan sulfato	1,0	8,5				
P04	El Manzano	Endrin	95,1	14,5	3,4	16,7	17,2	
P04	El Manzano	Endrin Aldehyde	0,4	100,4	26,8	12,8	10,3	
P04	El Manzano	Endrin Ketone	45,5		62,0	78,9	72,2	
P04	El Manzano	Heptaclor						23,0
P04	El Manzano	Methoxychlor	0,7			1,09		
P05	La Isabella	4,4-DDT	Sin Muestreo	5,5		5,4	4,9	
P05	La Isabella	Aldrin	Sin Muestreo	0,6				
P05	La Isabella	Alfa-BHC	Sin Muestreo	0,3				
P05	La Isabella	Beta-BHC	Sin Muestreo	51,0			8,3	
P05	La Isabella	Dieldrin	Sin Muestreo	7,0				
P05	La Isabella	Endosulfan II	Sin Muestreo	17,9		18,6		
P05	La Isabella	Endosulfan sulfato	Sin Muestreo	13,8				
P05	La Isabella	Endrin Aldehyde	Sin Muestreo	34,1		37,5	25,9	
P05	La Isabella	Endrin Ketone	Sin Muestreo	155,7	38,1		88,8	
P05	La Isabella	Gama-BHC	Sin Muestreo			40,6		
P05	La Isabella	Heptaclor	Sin Muestreo		3,3	2,4		
P05	La Isabella	Methoxychlor	Sin Muestreo		1,2	2,0	1,1	

Anexo 9. Resultados obtenidos en Análisis de Suelos para el grupo químico de Organofosforados.

Código_Predio	Nombre_Predio	Organofosforados_Detectados	Muestreo 1_µg/Kg (02/03/2017)	Muestreo 2_µg/Kg (03/04/2017)	Muestreo 3_µg/Kg (01/06/2017)	Muestreo 4_µg/Kg (06/07/2017)	Muestreo 5_µg/Kg (02/08/2017)	Muestreo 8_µg/Kg (30/08/2017)
P01	El Edén	Azinphos Methyl		6,8	7,5	7,5		7,0
P01	El Edén	Chlorpyrifos	20,6	11,0	8,8	12,2	14,4	4,5
P01	El Edén	Coumaphos	4,6	4,8			4,7	
P01	El Edén	Demeton O y S			6,2			5,1
P01	El Edén	Diazinone		4,6	5,2	5,1		4,7
P01	El Edén	Dichlorvos		6,9			6,5	6,4
P02	El Edén	Disulfoton	4,8	5,0	5,1	4,7	4,9	4,8
P01	El Edén	Ethoprophos	5,2	5,1	5,2			5,0
P01	El Edén	Fention	4,2	4,1				
P01	El Edén	Merphos	6,2	9,1			6,4	5,1
P01	El Edén	Methyl Paratlon	25,9	48,4	61,6	54,3	24,3	6,7
P01	El Edén	Mevinphos						
P01	El Edén	Phorate				5,1		
P01	El Edén	Ronnel		2,8	3,0	2,7	2,9	2,9
P01	El Edén	Sulprofos				4,1		
P01	El Edén	Tetrachlorvinphos	30,4	6,5	3,8	4,4	10,2	
P01	El Edén	Trichloronato	15,7	12,2	18,7	25,8	12,7	
P03	Alto Bonito	Azinphos Methyl			8,1	7,1	4,5	7,0
P03	Alto Bonito	Chlorpyrifos	5,5	4,5	16,0	17,3	116,0	4,4
P03	Alto Bonito	Coumaphos	4,6		4,7	4,7		
P03	Alto Bonito	Demeton O y S	5,1					5,1
P03	Alto Bonito	Diazinone	4,9	4,7				
P03	Alto Bonito	Dichlorvos		6,4				6,4
P03	Alto Bonito	Disulfoton	5,1	4,9	5,3	4,9	6,3	4,8
P03	Alto Bonito	Ethoprophos						5,0
P03	Alto Bonito	Fention	4,2					
P03	Alto Bonito	Merphos	5,8	5,1		6,1		5,1
P03	Alto Bonito	Methyl Paratlon	30,7	7,9		22,8	37,8	6,9
P03	Alto Bonito	Mevinphos	5,1			5,2		
P03	Alto Bonito	Naled			9,0			
P03	Alto Bonito	Ronnel		2,9	2,9		1,9	2,9
P03	Alto Bonito	Sulprofos	3,8			3,9		
P03	Alto Bonito	Tetrachlorvinphos	33,9	3,9	9,1	8,9	3,6	7,7
P03	Alto Bonito	Trichloronato	6,3	3,5	17,3	13,0	27,4	3,4
P04	El Manzano	Azinphos Methyl	6,8	5,7	7,3			9,1
P04	El Manzano	Chlorpyrifos	6,8	7,8	14,6	12,3	17,0	15,7
P04	El Manzano	Coumaphos				4,7		
P04	El Manzano	Demeton O y S				5,7	5,5	
P04	El Manzano	Diazinone				4,8	3,0	
P04	El Manzano	Dichlorvos			6,6	6,7	7,3	7,6
P04	El Manzano	Disulfoton	4,7	3,5	5,1	5,0	3,5	8,1
P04	El Manzano	Ethoprophos			5,2	5,2	6,1	4,2
P04	El Manzano	Merphos			6,7	6,4		8,6
P04	El Manzano	Methyl Paratlon	19,0	19,6	14,5	13,8	12,5	18,3
P04	El Manzano	Phorate			5,3	5,1		5,4
P04	El Manzano	Ronnel	2,7	4,2	2,9	2,8	5,2	3,9
P04	El Manzano	Sulprofos			4,1			5,1
P04	El Manzano	Tetrachlorvinphos	6,6	8,4	7,6	5,5	4,3	5,6
P04	El Manzano	Trichloronato	15,1	19,0	15,6	14,7	11,2	17,6
P05	La Isabella	Azinphos Methyl	Sin Muestreo				7,5	6,5
P05	La Isabella	Chlorpyrifos	Sin Muestreo	12,5	4,6	10,5	8,3	10,6
P05	La Isabella	Coumaphos	Sin Muestreo			4,8	4,7	
P05	La Isabella	Demeton O y S	Sin Muestreo		5,3			
P05	La Isabella	Diazinone	Sin Muestreo			5,1	4,9	
P05	La Isabella	Dichlorvos	Sin Muestreo		6,5		6,6	7,5
P05	La Isabella	Disulfoton	Sin Muestreo	5,0		4,9	4,9	2,8
P05	La Isabella	Ethoprophos	Sin Muestreo	5,8		5,5		
P05	La Isabella	Fention	Sin Muestreo	4,2	4,3	4,4		
P05	La Isabella	Merphos	Sin Muestreo	6,8	5,3	7,2	8,5	8,0
P05	La Isabella	Methyl Paratlon	Sin Muestreo	13,0	17,0	18,5	13,5	10,3
P05	La Isabella	Mevinphos	Sin Muestreo	5,1	5,2	5,3		
P05	La Isabella	Naled	Sin Muestreo	29,9	10,7			
P05	La Isabella	Phorate	Sin Muestreo	5,2	5,1	5,2		
P05	La Isabella	Ronnel	Sin Muestreo	2,9		3,0	2,9	1,9
P05	La Isabella	Sulprofos	Sin Muestreo			4,1		
P05	La Isabella	Tetrachlorvinphos	Sin Muestreo	5,2	6,6	7,5	3,8	4,7
P05	La Isabella	Trichloronato	Sin Muestreo	15,2	3,9	9,3	11,8	12,2

Anexo 10. Análisis de pesticidas en tejido de cebolla

Resultados obtenidos en análisis de Cebolla para el grupo químico de Organofosforados.

Nombre_Predio	Organoclorados_Detectados	Muestreo 1_µg/Kg (03/04/2017)	Muestreo 2_µg/Kg (01/06/2017)	Muestreo 3_µg/Kg (05/07/2017)	Muestreo 4_µg/Kg (02/08/2017)	Muestreo 5_µg/Kg (30/08/2017)	Muestreo 6_µg/Kg (27/09/2017)
El Edén	4,4'-DDT			91,4	377,0		181,3
El Edén	Alfa-Lindano			14,1		17,0	
El Edén	Dieldrin						117,8
El Edén	Endrin	1618,4	194,5		39,1		738,6
El Edén	Endrin Aldehido	763,7	25,8		22,0	38,4	
El Edén	Endrin Cetona		497,6	1232,0	1443,7	176,1	1526,6
El Edén	Heptacloro	18,8					
El Guayabito	Endrin	3434,6					
El Guayabito	Endrin Aldehido	247,6					
El Guayabito	Heptacloro	39,3					
Alto Bonito	4,4'-DDD						29,8
Alto Bonito	4,4'-DDT	48,8		130,5	333,9		
Alto Bonito	Alfa-Lindano	9,8			21,3		55,9
Alto Bonito	Endosulfán II						503,6
Alto Bonito	Endrin	254,9	173,8	127,7	457,2		
Alto Bonito	Endrin Aldehido	54,2	52,0	40,3	37,9	28,9	
Alto Bonito	Endrin Cetona	84,6	635,5	889,6	1714,1	248,2	
El Manzano	4,4'-DDT			134,2	366,3		252,9
El Manzano	Alfa-Lindano		16,5	18,1			
El Manzano	Dieldrin	9,6					155,2
El Manzano	Endrin	104,9	250,3	212,1			459,4
El Manzano	Endrin Aldehido	48,9	7,7	25,0		13,9	
El Manzano	Endrin Cetona	103,4	572,4	1417,3	980,2	263,3	1442,3
El Manzano	Heptacloro	4,2					
El Manzano	Metoxicloro	9,9					
La Isabella	4,4'-DDT		15,7		438,3		284,2
La Isabella	Alfa-Lindano			20,4	33,0		25,9
La Isabella	Dieldrin	565,6					
La Isabella	Endrin		178,4	141,3		52,1	276,5
La Isabella	Endrin Aldehido	34,4	24,1	57,3	50,6		
La Isabella	Endrin Cetona	120,7	1024,8	1741,5		574,3	2046,0
La Isabella	Heptacloro	5,9					

Resultados obtenidos en análisis de Cebolla para el grupo químico de Organoclorados.

Nombre_Predio	Organofosforados_Detectados	Muestreo 1_µg/Kg (03/04/2017)	Muestreo 2_µg/Kg (01/06/2017)	Muestreo 3_µg/Kg (05/07/2017)	Muestreo 4_µg/Kg (02/08/2017)	Muestreo 5_µg/Kg (30/08/2017)	Muestreo 6_µg/Kg (27/09/2017)
El Edén	Azinfos Metil	16,6					
El Edén	Disulfoton	9,4	9,9			9,8	
El Edén	Etoprofos			16,9			
El Edén	Metil Paratión	13,0					
El Edén	S,S,S-Tributil fosforotritioato		9,9				
El Edén	Tricloronato	7,5			8,6	8,1	
El Guayabito	Clorpirifós	11,1					
El Guayabito	Disulfoton	10,8					
El Guayabito	Metil Paratión	19,1					
El Guayabito	Tricloronato	10,6					
Alto Bonito	Clorpirifós						22,3
Alto Bonito	Metil Paratión			14,7			
Alto Bonito	S,S,S-Tributil fosforotritioato	11,9					
Alto Bonito	Tricloronato		7,6		8,8		239,1
El Manzano	Disulfoton	50,9					
El Manzano	S,S,S-Tributil fosforotritioato	15,0			11,7	11,1	
El Manzano	Tricloronato				8,7	7,7	
La Isabella	Azinfos Metil	14,8					
La Isabella	Clorpirifós	9,2					
La Isabella	Coumafós	9,5					
La Isabella	Metil Paratión				12,9		
La Isabella	Protiofós				8,4		
La Isabella	S,S,S-Tributil fosforotritioato	10,7			11,2		
La Isabella	Tricloronato			7,8	8,9	8,4	