

## AGROQUÍMICOS Y OTROS PELIGROS CONTAMINANTES EN LA MICROCUENCA POTRERO- CAIMITAL, EN GUANACASTE, COSTA RICA: UN ESTUDIO CON PRODUCTORES Y POBLADORES

M.Sc. Rigoberto Rodríguez Quirós<sup>1</sup>  
Julissa Zúñiga Sánchez<sup>2</sup>  
Luis Alejandro Moreno Chavarría<sup>3</sup>

- 
- 1 Master en Agronegocios Internacionales, Coordinador Proyecto Gestión Integral Participativa del Agua, Académico, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional. [rigoberto.rodriguez.quiros@una.cr](mailto:rigoberto.rodriguez.quiros@una.cr)
  - 2 Estudiante de Administración, asistente del Proyecto Gestión Integral Participativa del Agua, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional.
  - 3 Estudiante de Comercio y Negocios Internacionales, asistente del Proyecto Gestión Integral Participativa del Agua, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional.



## Resumen

La contaminación de las aguas de consumo humano por agroquímicos y otros elementos puede producir graves efectos en la salud humana y en el ambiente. La microcuenca Potrero–Caimital en Guanacaste, Costa Rica, abastece de agua a gran parte de los cantones de Nicoya y Hojancha. Por lo tanto, es necesario contar con información referente al impacto que las prácticas productivas pueden estar generando en este ecosistema. El estudio tiene como objetivo analizar el uso de agroquímicos por parte de productores de la microcuenca, así como identificar los posibles peligros de contaminación. Para ello, se aplicó un instrumento tipo cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, con el fin de recolectar información, en seis comunidades aledañas a la microcuenca. Paralelamente, se realizaron visitas de reconocimiento con funcionarios de la Universidad Nacional de Costa Rica y otras instituciones públicas. Los resultados indican que la utilización de agroquímicos puede significar un riesgo, ya que, en ocasiones, se preparan en zonas muy cercanas a los cauces de agua. De igual manera, hay desconocimiento en cuanto a la forma de utilización, lo que crea peligro de contaminación y de afectación a los usuarios. Se concluye que se requiere capacitación de los productores en temas como cantidades, dosis, forma de aplicación, manera de limpiar equipos y desecho de envases agroquímicos.

**Palabras clave:** Riesgo, cuenca hidrográfica, contaminación, agroquímicos.

## Abstract

Water pollution by agrochemicals and other elements are of concern, as it can have important effects on human health and the environment. Potrero–Caimital microbasin in Guanacaste, Costa Rica, supplies water to a large part of Nicoya and Hojancha communities. Therefore, it is necessary to have information about the impact of the productive practices on its waters. This study aims to analyze agrochemical utilization by farmers of the microbasin, as well as to identify other possible contamination hazards. To this end, an instrument was applied in six surrounding communities. At the same time, field visits were made with officials from the National University of Costa Rica and other public institutions. The results indicate that agrochemical utilization can mean risk, since sometimes they are prepared near water channels. Similarly, there is lack of knowledge regarding its use, which creates a danger of contamination and affectation of users. The paper concludes that training is required by farmers on issues such as quantities, dosage, form of application, way of cleaning equipment and disposal of packaging of agrochemicals.

**Key words:** Risk, microbasin, contamination, agrochemical.

## 1. Introducción

La salud de la población es una preocupación que ocupa a pobladores, autoridades y en general a quienes viven o actúan en una región determinada. Son muchas las variables que determinan la salud e indudablemente una de ellas es la calidad del agua que se ingiere. Ante las interrogantes ¿Cómo es el agua que toman los pobladores de Nicoya y Hojancha? ¿Estarán acaso ingiriendo agroquímicos u otros contaminantes? Emerge la preocupación por la calidad de este líquido, ya que, es un tema que no debe tomarse a la ligera, pues de ello depende la salud de las personas. En la Microcuenca Potrero-Caimital, es posible observar en ciertos sectores, cómo algunos cauces de agua sirven como botaderos de basura a cielo abierto. Sin embargo, existen otros peligros, quizás sin identificar aún, que podrían estar poniendo en riesgo la salud pública.

En virtud de esto, el presente trabajo se enmarca en el proyecto Gestión Integral Participativa del Agua (GIPA), el cual, fue apoyado por los estudiantes del curso Ecología y Manejo de Humedales, quienes realizaron un estudio en la cuenca Potrero-Caimital, con el objetivo de recabar información, acerca de aspectos relacionados con el uso de agroquímicos por parte de los pobladores. La información reviste importancia, debido a que, en esta microcuenca se encuentra ubicado el acuífero del mismo nombre, el cual brinda agua a Nicoya y a Hojancha, es decir a unos 25000 pobladores.

Así las cosas, el proyecto GIPA busca determinar los posibles peligros de contaminación que amenazan la microcuenca (o sus aguas en su defecto). También, presenta un análisis en torno a la utilización de agroquímicos en las producciones agropecuarias. En particular, resulta de interés conocer las prácticas generales de los productores, sus conocimientos referentes a los procesos de manipulación de agroquímicos, la manera en que los desechan y los momentos de la aplicación, entre otros. Para la realización del estudio se trabajó en dos etapas básicas:

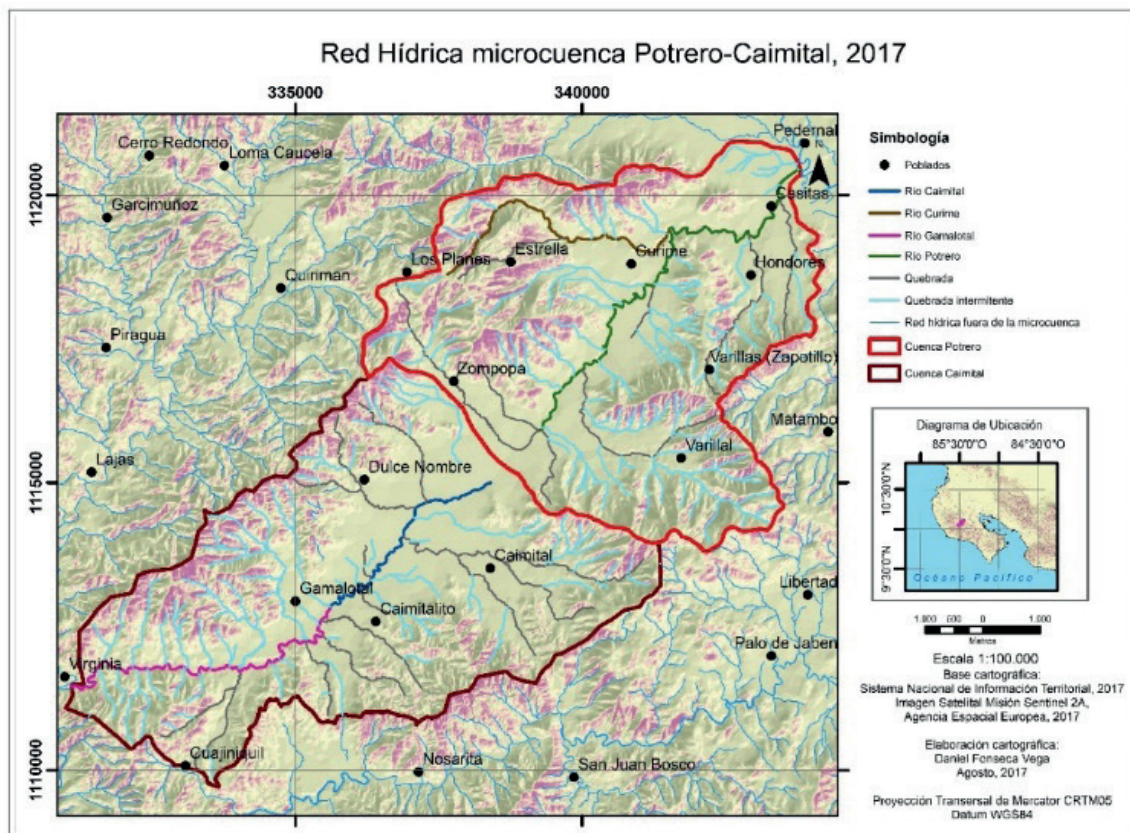
- a) Identificación de los peligros de contaminación mediante visitas a diferentes lugares de la microcuenca.
- b) Aplicación de un cuestionario a productores del área, realizado por los estudiantes del curso Ecología y Manejo de Humedales.

El análisis en cuestión pretende indagar cómo se está manejando el tema entre los pobladores del área, con el afán de brindarles información que pueda ser de utilidad para los tomadores de decisiones, por ejemplo, a la hora de instaurar programas de capacitación. Ciertamente, los resultados indican la presencia de riesgos de contaminación del agua, dado que, en las ganaderías, las caballerizas y las porquerizas, entre otros sitios se abastecen de estas fuentes. Igualmente, la utilización de agroquímicos genera preocupación; en cuyo caso, se debe alertar, ya que, existe un alto grado de desconocimiento en relación con la forma correcta de emplear estas sustancias. Sin duda, esto constituye un campo fértil de capacitación para los productores, en aras de favorecer una mayor protección de las fuentes de agua, el medio ambiente, así como, la salud pública.

## 2. Ubicación

La microcuenca Potrero-Caimital se encuentra ubicada en la Península de Nicoya, en los distritos de Nicoya y Belén de Nosarita del cantón de Nicoya y, en el cantón de Hojancha, provincia de Guanacaste, Costa Rica. Se localiza entre las coordenadas de proyección CRTM05 330996, 344204 E, 1109713, 1120929 N, y se puede ubicar en la Hoja Matambú y en la Hoja Cerro Brujo, escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional. (Córdoba y Fonseca, 2017)

Figura 1  
Ubicación de la Microcuenca Potrero-Caimital, Guanacaste, Costa Rica



Fuente: Córdoba y Fonseca (2017)

Las dimensiones de la cuenca Potrero-Caimital son de 74,29 Km<sup>2</sup> de extensión, con un perímetro de 46,67 Km. La temperatura promedio es de 26°C (Hernández, 2005). Cabe destacar que, los ríos presentes en el área de estudio están expuestos a la contaminación, no solo por actividades relacionadas con la agricultura, sino también, por otras fuentes de origen humano y animal, que ponen en riesgo, la calidad del agua para el consumo (Córdoba y Fonseca, 2017).

Así mismo, el acuífero existente en estas cuencas es de gran importancia para el desarrollo, tanto para las comunidades y las actividades económicas que se asientan en dichas cuencas, como para las ciudades de Nicoya y Hojancha, las cuales, actualmente, se abastecen de agua potable, ya sea, por medio de captaciones subterráneas (pozos) o bien superficiales (toma del río Potrero) (Córdoba y Fonseca, 2017). En relación con la cobertura de uso de suelo que predomina es bosque y pasto, principalmente. En el área central de la microcuenca se da una intensa actividad agrícola por medio del cultivo del melón y el arroz; además, según IRET (Bravo *et al.*, 2011), el suelo en la cuenca es del tipo alfisol.

## 2. Metodología

El trabajo requirió de varios procesos de búsqueda, recolección y análisis de información. Los conceptos teóricos se obtuvieron mediante la revisión de fuentes secundarias, tanto impresas como digitales, además, se hizo una revisión general de temas relacionados con la contaminación de aguas por agroquímicos, así como, de algunas metodologías para la medición de estos. También, se realizaron reuniones y talleres con Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (Asadas), con el Comité Ambiental y con el Comité Cantonal de Coordinación Institucional de la Municipalidad de Nicoya (CCCI). En estas instancias, se abordó el tema de las actividades productivas, así como de los productos utilizados. Esto permitió iniciar con la creación de un listado de peligros que amenazan la cuenca, dentro de los cuales, está la utilización de agroquímicos, este documento aparece en la sección de revisión de literatura, puesto que, esta información ha sido incluida en un artículo publicado anterior a este.

Para corroborar o validar los peligros identificados en la etapa previa, se realizaron visitas de campo, con el objetivo de reconocer el área de estudio. En estas inspecciones se observaron y registraron los posibles riesgos de contaminación de las aguas. Para ello, se contó con la participación de funcionarios de diferentes instituciones estatales como: el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Acueductos y Alcantarillados (AyA) y la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Posteriormente, en una etapa diseñada específicamente para el tratamiento del tema de los agroquímicos, se recolectó información primaria, utilizando un instrumento previamente diseñado en forma conjunta, entre la academia y el personal del Servicio Fitosanitario del Estado.

En este instrumento se incluyeron preguntas abiertas y cerradas, relacionadas con el tamaño de la finca, el uso de agroquímicos, la utilización de registros y la capacitación, entre otros aspectos. Esta encuesta fue aplicada por los estudiantes del curso Manejo y Ecología de Humedales del Campus Nicoya de la Universidad Nacional, durante el primer semestre del 2018. En este caso, se hicieron subgrupos de estudiantes, quienes se distribuyeron en seis comunidades de la microcuenca, a saber: Caimital, Curime, Gamalotal, La Zompopa, Dulce Nombre y Los Hondores. Ahora, debido a que no se contaba con una lista de la población total del área en estudio, su aplicación se estableció mediante el encuentro al azar con los pobladores, a quienes se les preguntaba, inicialmente, si contaban o no con algún terreno donde cultivar y, a partir de ahí, se les solicitaba responder las preguntas de la encuesta. Así las cosas, en cada comunidad se aplicaron 12 instrumentos, para un total de 72 en toda la

microcuenca. En total, se obtuvieron 60 cuestionarios válidos, y, posteriormente, se procedió con la tabulación de la información y el análisis de los resultados. En este particular, cabe mencionar que los resultados son cuantitativos no probabilísticos.

### 3. Revisión de literatura

Es extendida la preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. Actualmente, ha proliferado la utilización de un abanico de productos que, una vez utilizados, generan gran cantidad de desechos. Así, se pueden mencionar residuos sólidos (vidrio, plástico, cartón, entre otros) y líquidos (aguas grises, negras, de escorrentía). Sin embargo, una de las sustancias que causa más preocupación, por sus efectos ambientales y en la salud de las personas, es la contaminación por residuos químicos, particularmente, aquellos provenientes de la utilización de agroquímicos o plaguicidas en la producción agropecuaria; tal y como lo sugiere, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

[...]cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos[...]. (FAO,1990, p.7)

Cabe destacar que, desde la revolución verde y hasta la actualidad, las formas de producción intensivas en agroquímicos han proliferado y, se ha multiplicado la llegada de estos residuos a los cauces de agua y a las aguas subterráneas. Esto se agrava, debido a que, en muchas ocasiones, los campos de cultivos y actividades pecuarias se ubican en zonas costeras, en las vegas de ríos o en áreas cercanas a estos (Orta, 2002). En este particular, de acuerdo con Romedi, Nassetta, y Córpora (2011): “La contaminación del agua por plaguicidas se produce, al ser arrastrados por el agua de los campos de cultivos hasta los ríos y mares, donde se introducen en la cadena alimenticia” (p.1). Algo similar indican Fournier *et al.* (2010), cuando afirman que: “Los residuos de plaguicidas pueden infiltrarse al suelo contaminando el agua subterránea, así como, al transportarse por la escorrentía hacia las aguas superficiales” (p. 3).

Indudablemente, esta situación conlleva peligros para todo tipo de vida (animal, vegetal, humana) (PNUMA, 2016; Cardona, 2003). Solo a manera de ejemplo, según Mariño (2000), se estima que entre seis y cuatro millones de peces mueren al año, por causa de los plaguicidas. Estos residuos, transportados hasta diferentes lugares, pueden además entrar en contacto con otros organismos, como es el caso de los humanos (Rujana, Andisco y Vázquez, s.f.). En esta misma línea de pensamiento Dierksmeier (citado en Orta, 2002) sostiene que: “Los abusos y usos indebidos de los productos químicos agrícolas continúan siendo un grave problema en numerosos países, sobre todo de América Latina, Asia y Europa oriental” (p. 59).

En el caso de algunos países de Latinoamérica, Benítez y Miranda (2013) señalan aumentos en la contaminación de fuentes de agua, a partir de la implantación de cultivos intensivos en agroquímicos, como es el caso de las flores. En ese estudio, se incluye a Costa Rica como uno de los países que evidencian este problema; ahora bien, según el Programa Estado de la Nación (2007), se muestra que, dentro de los potenciales impactos ambientales del sector agropecuario, se destaca la bioacumulación de insecticidas por efecto de agroquímicos, la sedimentación y la contaminación de los cauces naturales por aguas residuales y fungicidas.

Además de la fuente de contaminación propia de los químicos, los envases en que estos son distribuidos significan también un peligro. En muchas ocasiones, su disposición final no es la apropiada. De ahí que, se hayan desarrollado protocolos internacionales para desecharlos, en un intento de aumentar la seguridad para los humanos y la protección del ambiente. Por ejemplo, Allevato y Pórfido (2002) mencionan medidas específicas previas a la eliminación de los envases, como el triple lavado y el manejo después de la aplicación mediante varias perforaciones en el fondo, así como, llevarlos a un sitio elegido como depósito. Justamente, estos investigadores presentan todo un portafolio de medidas referentes a la eliminación de envases, que incluye reciclado, reutilización térmica o energética, incineración y eliminación, entre otros. Sin embargo, estas prácticas aún no están muy diseminadas ni han sido adoptadas en zonas rurales.

En el caso de Costa Rica, los programas de manejo de agroquímicos y sus envases, iniciaron en el 2002 y, aunque se ha avanzado en su implementación, aún hay bastante camino por recorrer. Fournier *et al.* (2010), en un estudio para la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas en Cartago, Costa Rica, mencionan que el 80% de los desechos no recibe un manejo apropiado, y, que la mitad de los envases plásticos de plaguicidas son quemados; también, concluyen que es recomendable darle seguimiento al tema del manejo de desechos químicos, así como al de los envases, posterior a su uso.

Los cauces de agua son en general vulnerables a la contaminación por residuos, puesto que es el camino natural de líquidos y sólidos disueltos. De acuerdo con Paravani *et al.* (2016), la contaminación de aguas por químicos es alimentada por dos fuentes principales: un aporte difuso debido al escurrimiento o lixiviación de agroquímicos, y otra, es causada por las malas prácticas agrícolas, como el lavado inapropiado de equipos. En relación con, este particular, Fournier *et al.* (2010) señalan que: “Los procesos de contaminación de las aguas son: (i) de manera directa por la entrada de desechos y aguas servidas o (ii) por la escorrentía, mediante la erosión de los suelos, el lavado de fertilizantes y el arrastre de plaguicidas” (p. 10).

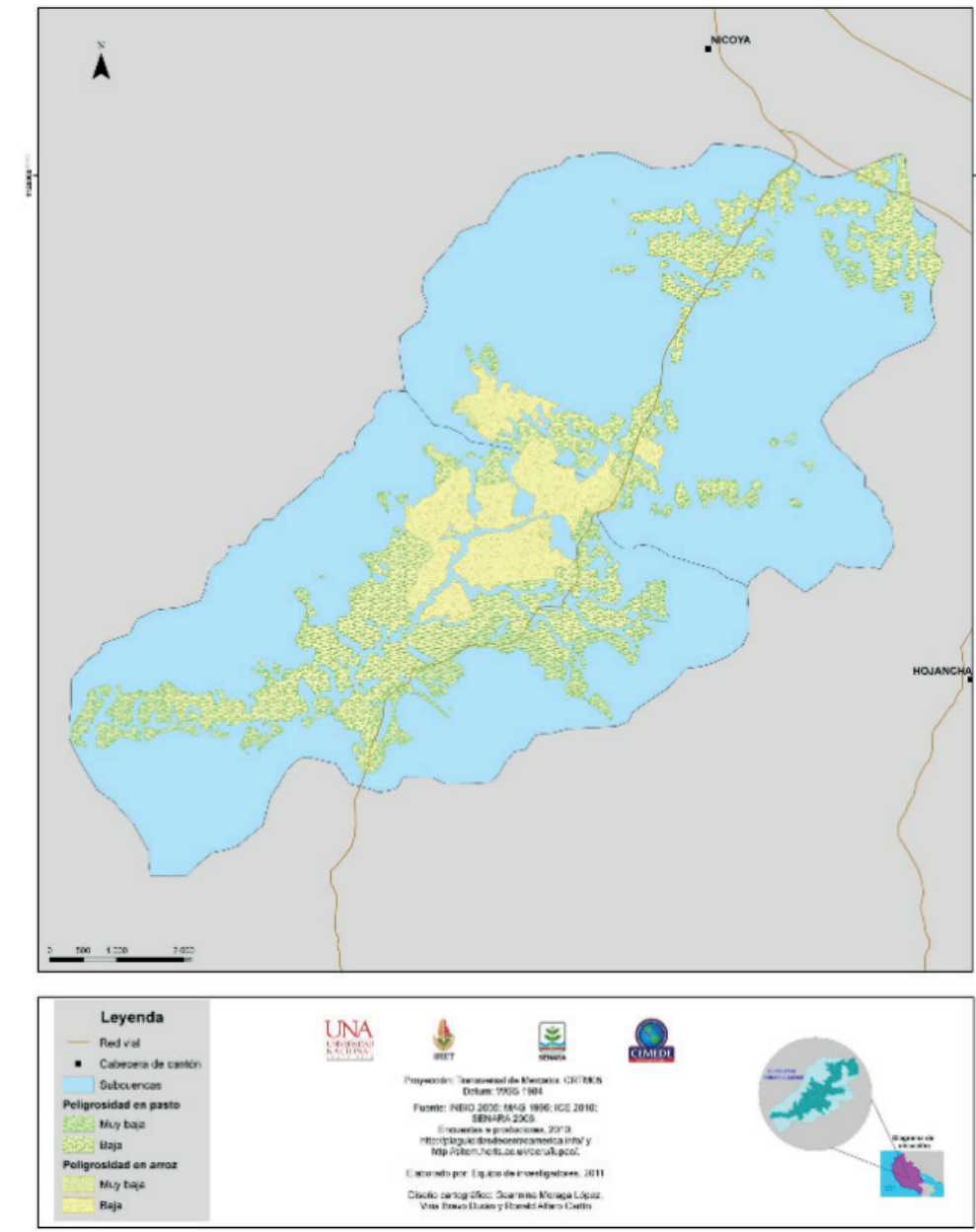
Los estudios de análisis de aguas para determinar la presencia de contaminantes son abundantes, debido a la naturaleza indispensable del líquido para la vida, de ahí que, los proyectos más importantes son aquellos, cuyas metodologías sean similares a las utilizadas en este trabajo. En tal caso, y desde el punto de vista metodológico, la presente investigación coincide con un estudio de la Organización Panamericana de la Salud (2012) realizado en Perú, el cual, buscaba determinar las fuentes de contaminación en aguas de consumo humano en una microcuenca. La metodología de este proyecto implicó realizar reconocimientos de campo con diversos actores, análisis de muestras de agua en diversos puntos y el planteamiento de un plan de monitoreo para protección de las aguas.



En este particular, Bollatti (citado en Di Risio y Bollatti, 2013), a partir de un análisis de metodología mediante un estudio de caso, tipificó, ubicó y determinó la calidad de las fuentes de agua de abastecimiento, localizando espacialmente las posibles fuentes de contaminación (industrias, depósitos de residuos urbanos, transformadores eléctricos). Como parte de su trabajo, se realizaron entrevistas a pobladores de la comunidad, con el fin, de encontrar respuestas concretas respecto a la problemática. Dentro de sus conclusiones señaló que los distintos enfoques metodológicos deben ser complementarios, debido a que el compuesto social es un sistema de relaciones que no se pueden mirar por separado, sino de manera integral.

Como parte del abordaje metodológico para analizar el riesgo de contaminación por plaguicidas y fertilizantes, Morales (2013) realizó un análisis de información secundaria y primaria, con entrevistas a productores, acerca de temas como los tipos de agroquímicos utilizados y los períodos de aplicación, entre otros. Cabe resaltar que, el estudio se realizó en la cuenca del Tempisque, particularmente en la subcuenca del río San Blas, en cuyos alrededores existen plantaciones de melón y arroz, los cuales también se cultivan en la microcuenca Potrero-Caimital. Por su parte, Bravo *et al.* (2011), en su estudio referente a los peligros de contaminación, señalan que, para la microcuenca Potrero-Caimital, los resultados indican que “en arroz y pastos, la categoría de peligrosidad que predomina es baja y se distribuye de manera uniforme sobre el acuífero, pero con mayor intensidad en el centro de este” (p.28). Esta información se refleja en el siguiente mapa.

Figura 2  
 Peligrosidad de aguas subterráneas a contaminación por el uso  
 De 2,4-D en arroz y pasto, Sub Cuenca Potrero-Caimital, Nicoya, Guanacaste



Fuente: Bravo *et al.* (2011)

Si bien el mapa hace referencia al área cultivada de pasto y arroz, que son actividades comunes en la microcuenca, es importante reconocer que, sobre la ubicación propia del acuífero, se da la producción de arroz en invierno y de melón en verano. Considerando que ambos cultivos se realizan utilizando un paquete tecnológico intensivo en agroquímicos, es factible concluir que el peligro de contaminación de aguas subterráneas y superficiales es latente. Además del tema de la utilización de agroquímicos, Rodríguez y Córdoba (2018) señalan algunos peligros identificados para la Microcuenca Potrero-Caimital, relacionados con algunas actividades productivas.

**Cuadro 1**  
**Uso del suelo en la Microcuenca Potrero-Caimital**  
**y peligros relacionados identificados**

Uso del suelo	Peligros relacionados
Bosque	El monocultivo demanda mucha agua y además reduce la biodiversidad presente.
Agrícola	Paquetes tecnológicos pesados, particularmente en melón y arroz. Actividades muy cerca o sobre el acuífero.
Pasto	Algunas actividades ubicadas cerca de cursos de agua, donde los desechos van a dar al cauce.
Pasto con árboles	Algunas actividades ubicadas cerca de cursos de agua, donde los desechos van a dar al cauce.
Urbano	Desecho de aguas grises en cursos de agua. Extracción de agua de pozos ilegales.

Fuente: elaboración propia, adaptado de Rodríguez y Córdoba (2018).

De acuerdo con la información suministrada en el cuadro anterior, se puede inferir que los principales peligros de contaminación provienen de las actividades agrícolas (incluyendo pastos), y de la actividad humana, particularmente, los desechos provenientes de las viviendas, como las aguas grises que se depositan en los cursos de agua.

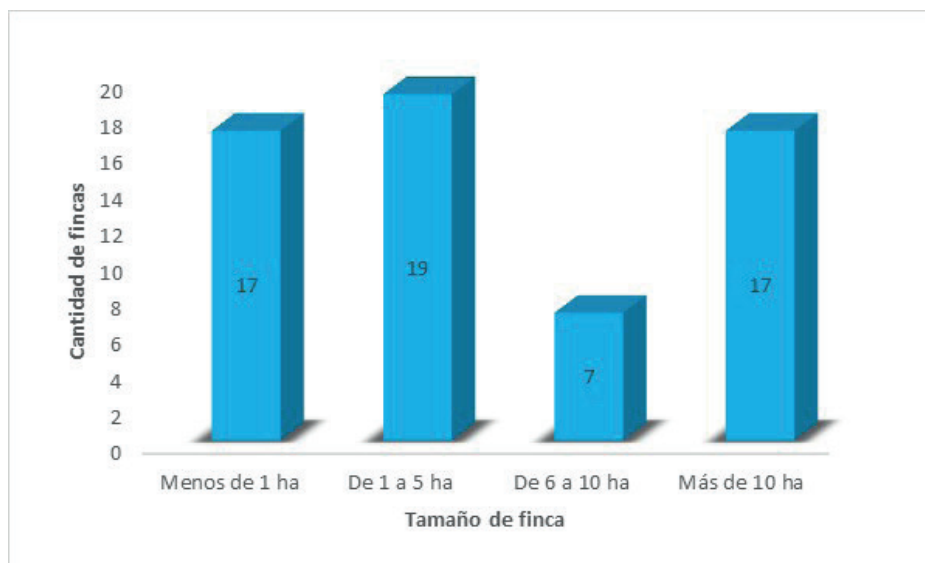
## 5. Desarrollo

Los resultados de los cuestionarios aplicados en seis comunidades muestran respuestas diversas, aunque en muchos casos coincidentes. En este particular, vale mencionar la apreciación de los encuestadores, quienes afirman que los encuestados fueron muy amables, pero, mostraron cierta desconfianza. En algunos casos, incluso hasta manifestaron sentirse molestos, luego de haber participado en procesos similares, en los cuales al final no se resolvió nada al respecto.

### 5.1. Caracterización de las propiedades y las actividades productivas

Al inicio del cuestionario se pregunta al encuestado, cuál es el tamaño de la finca. Para efectos de esta investigación, se definieron cuatro tamaños de finca, a partir de los siguientes parámetros: Pequeñas (menos de una hectárea), medianas (de una a cinco hectáreas), grandes (de seis a 10 hectáreas), y muy grandes (más de 10 hectáreas). En este caso, la mayoría de las fincas tienen por lo general un área total de una a cinco hectáreas aproximadamente, lo que significa que gran parte de las fincas de esta zona son medianas. También, se registran fincas pequeñas y grandes, sin embargo, la tendencia más generalizada son fincas de tamaño pequeñas y medianas, debido a que superan en un 20%, a las fincas de medidas grandes y muy grandes. Sin embargo, de acuerdo con la escala utilizada, se registraron al menos cinco fincas en todas las categorías (Pequeñas-Medianas-Grandes-Muy grandes).

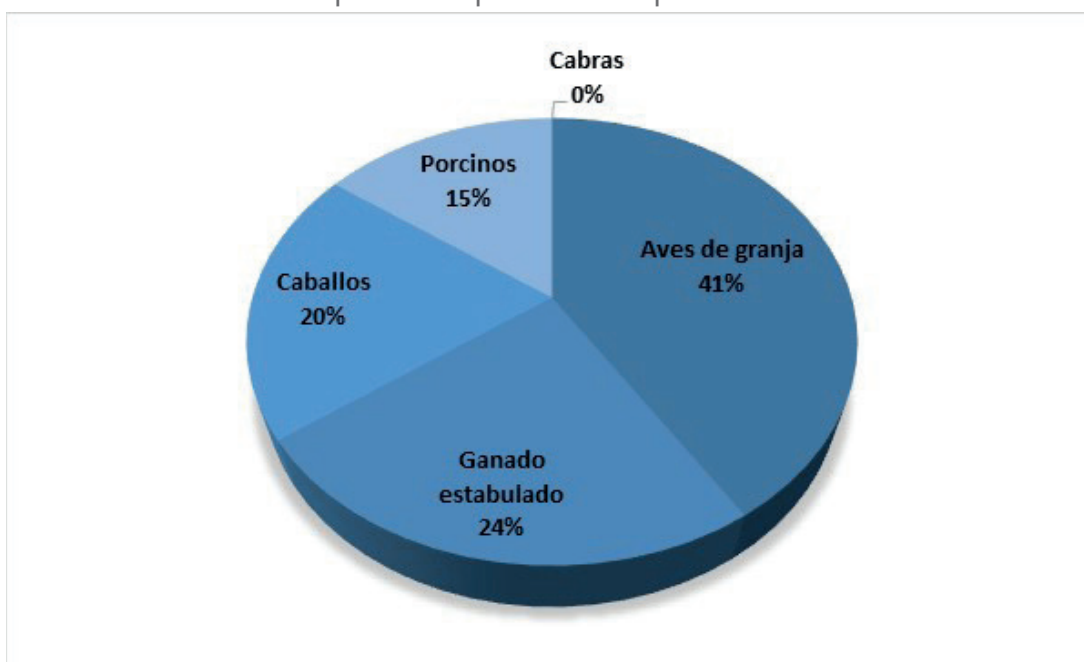
Figura 3  
Área total de la finca



Fuente: Elaboración propia

El rango de hectáreas que es más poco común en la zona es de seis a diez hectáreas, donde únicamente siete de los sesenta encuestados tienen propiedades de esta longitud. Las fincas grandes o muy grandes, normalmente, están dedicadas a la ganadería extensiva, la cual es una actividad de suma relevancia en la provincia de Guanacaste. Quienes tienen terrenos pequeños (menos de una hectárea), poseen actividades productivas como la tenencia de aves de corral, porquerizas y, en algunos casos, la siembra de hortalizas, principalmente. El tipo de actividad que desarrollan los pobladores en el área es relevante puesto que, a partir de ahí, es factible hacer alguna inferencia relacionada con la posible afectación al recurso hídrico. Existen en general algunas actividades que, por su forma de ejecución y la tecnología utilizada, pudiera presentar peligros de contaminación.

Figura 4  
Tipos de explotaciones pecuarias



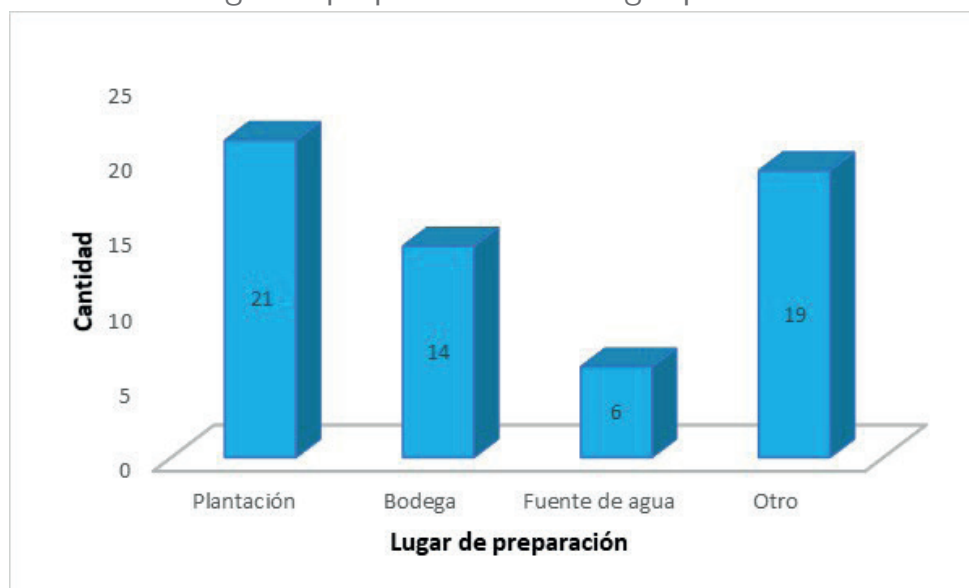
Fuente: elaboración propia.

Es común encontrar aves de granja y ganado estabulado, seguido de caballos y los porcinos, véase que, en un 41% de las fincas se reporta la tenencia de aves de granja, actividad muy común en Guanacaste. También, reviste importancia, el ganado estabulado (24%), los equinos (20%) y los cerdos (15%). Estos últimos tres, por su forma de explotación, puede implicar cierta contaminación en las aguas, debido a que, en reiteradas ocasiones, cuando se lavan las instalaciones, los desechos van a dar a los cauces de agua sin ningún tratamiento previo.

## 5.2. Uso y control de plaguicidas

La manera en que los propietarios y encargados de las fincas manipulan y controlan los plaguicidas que emplean es de sumo interés, pues de eso depende en mucho la seguridad de los trabajadores, sus familias y las fuentes de agua. En algunas ocasiones, estos preparativos se realizan con conocimientos empíricos, y en otras, con conocimientos técnicos. En general, esto brinda referencias fundamentales que servirán para evidenciar la situación que acontece en la microcuenca. Un punto importante es el lugar de preparación de estas sustancias peligrosas, las cuales necesitan de un cuidado particular a la hora de su utilización. Refiriéndose a las fuentes de contaminación, Orta (2002) señala que: “muchos agricultores indebidamente lavan los contenedores y otros medios que utilizan en la aplicación de los plaguicidas en lagos, presas o ríos cercanos” (p.58). Véase que la Figura 5 muestra los números absolutos de los lugares de preparación por parte de los entrevistados.

Figura 5  
Lugar de preparación de los agroquímicos

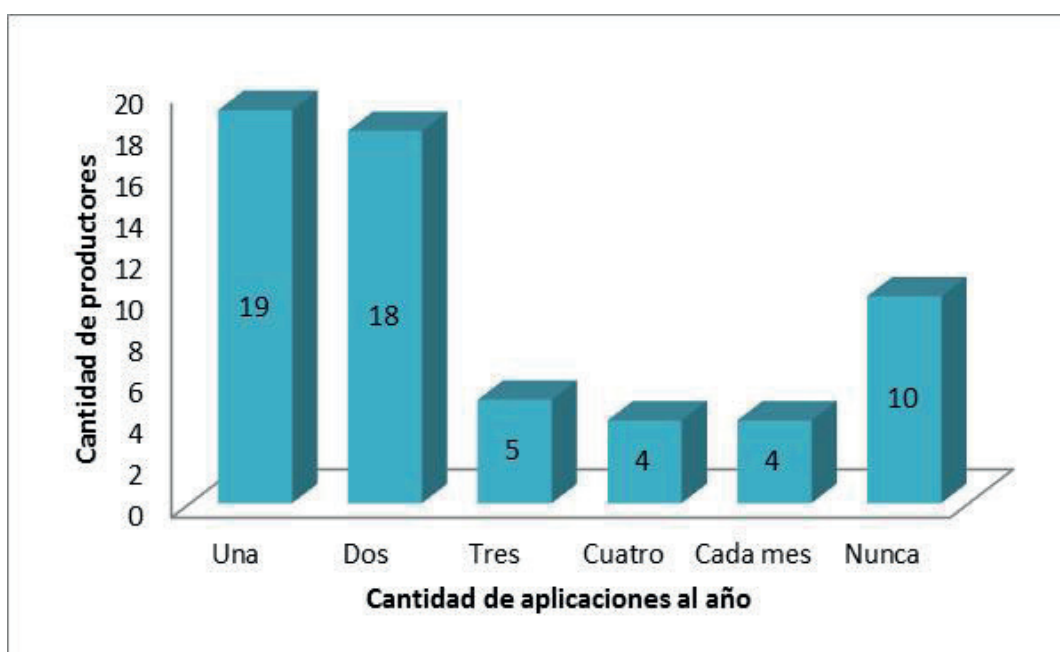


Fuente: elaboración propia.

La información suministrada en la figura 5. muestra que el 35% (21 personas) de los encuestados, preparan los agroquímicos directamente en las plantaciones, mientras que, la preparación en bodega es llevada a cabo por un 23%. Por su parte, preocupa que un 10% prepara los productos cerca o directamente sobre una fuente de agua. Si bien la cifra puede parecer pequeña, reviste importancia, debido a que, los productos utilizados, según lo evidenciado en el trabajo de Bravo *et al.* (2011), pueden ser tóxicos y residuales. Cabe destacar que, existe una cantidad de encuestados (16,7%) que no están haciendo uso de agroquímicos, por lo que

no contestaron a esta pregunta. Estos casos, se dan principalmente en aquellas propiedades pequeñas, tal como se observa en la figura 5 que contempla esta cifra en la categoría “Otro”. En relación con la siguiente figura, esta representa la cantidad de aplicaciones de sustancias al año, según cada productor; de manera que, el 31,6% realiza solo una aplicación al año, un 30% realiza dos, y un 15% realiza entre tres y cuatro aplicaciones, mientras que un 16,7% no realiza aplicaciones.

Figura 6  
Cantidad de aplicaciones al año



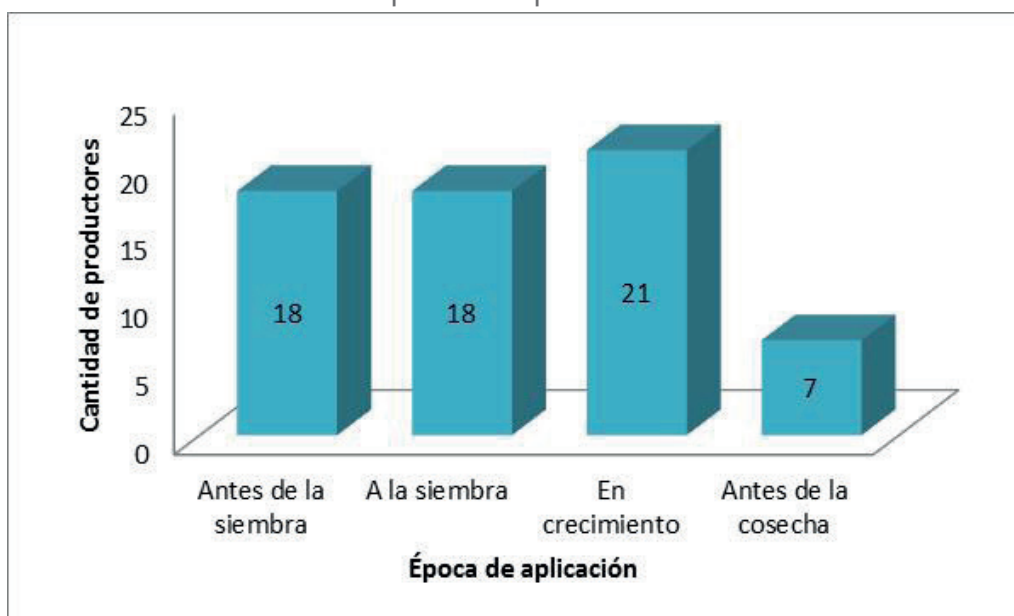
Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que, las dosis de preparación según el cultivo y la época del año, no forman parte de este estudio. Sin embargo, pueden brindar información relevante respecto a la cantidad de agroquímicos (ingrediente activo) que se utiliza, razón por la cual, sería recomendable tratar este tema con mayor profundidad en otro estudio. Ahora bien, la cantidad de aplicaciones está directamente relacionada con las épocas del año en que se aplican los productos, y con el tipo de actividad que se lleve a cabo. Las etapas incluidas como posibles respuestas son: a) Antes de la siembra, b) A la siembra, c) En crecimiento, d) Antes de la cosecha.

Según la información suministrada por los encuestados, las aplicaciones se realizan principalmente en etapas tempranas de la actividad, y en forma más reducida, en momentos cercanos a la cosecha. Nótese que, treinta y seis encuestados (60%) aplican antes de la siembra o, al momento de la siembra y, un 35% en etapas de crecimiento, mientras que un

11,7% antes de la cosecha (la sumatoria de los porcentajes es mayor a 100 debido a que, en algunos casos, un productor refirió utilizar agroquímicos en más de una de las opciones, por ejemplo, a la siembra y antes de la cosecha). Estos datos se ilustran a continuación.

Figura 7  
Época de aplicación

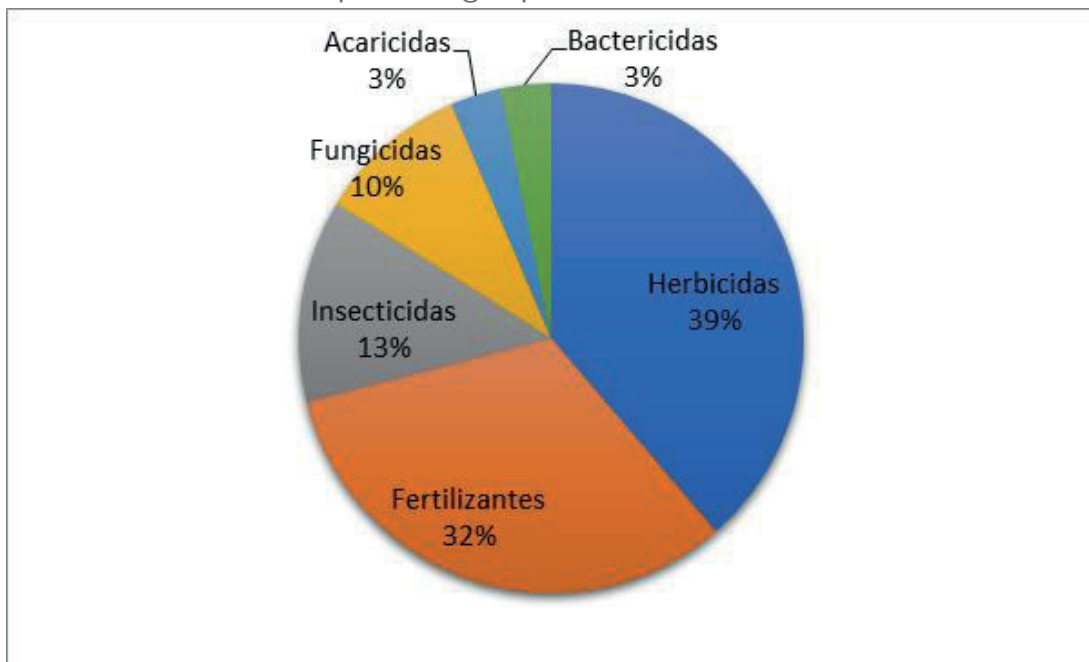


Fuente: elaboración propia.

Con referencia al uso de herbicidas, casi el 40% de los productores lo utiliza; esto se debe, a que su uso responde a aplicaciones que se realizan en cultivos como el arroz, el melón, los pastos y algunas hortalizas. El porcentaje es importante, y sería recomendable ahondar en el tipo específico de herbicida, para conocer más acerca de su acción biocida, la remanencia en el suelo y el agua. Estos tópicos no fueron parte del alcance de este estudio.



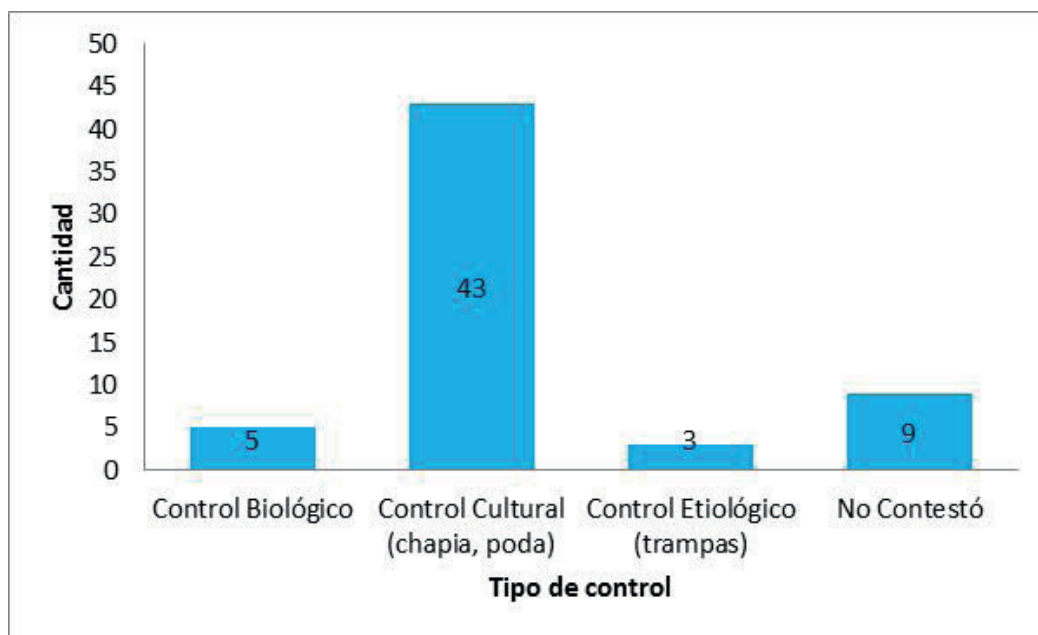
Figura 8  
Tipos de agroquímicos utilizados



Fuente: elaboración propia.

Ciertamente, hay que destacar el hecho de que un 32% de los encuestados utiliza algún tipo de fertilizante. En tal caso, el uso de fungicidas e insecticidas significan un 23% entre ambos, mientras que el uso de acaricidas y bactericidas es limitado (6%). Como complemento o alternativa al uso de agroquímicos, se preguntó respecto a las prácticas culturales que realizan los productores. Entre estos, y particularmente aquellos que utilizan poco o ninguna dosis de agroquímicos, se realizan prácticas culturales diversas. El mantenimiento de cultivo por medio de chapas, podas y zanjeo representa un 72%. Por su parte, controles menos comunes son el biológico y el etiológico, que entre ambos representan un 13%. La siguiente figura presenta los datos en números absolutos.

Figura 9  
Tipos de control utilizados



Fuente: elaboración propia.

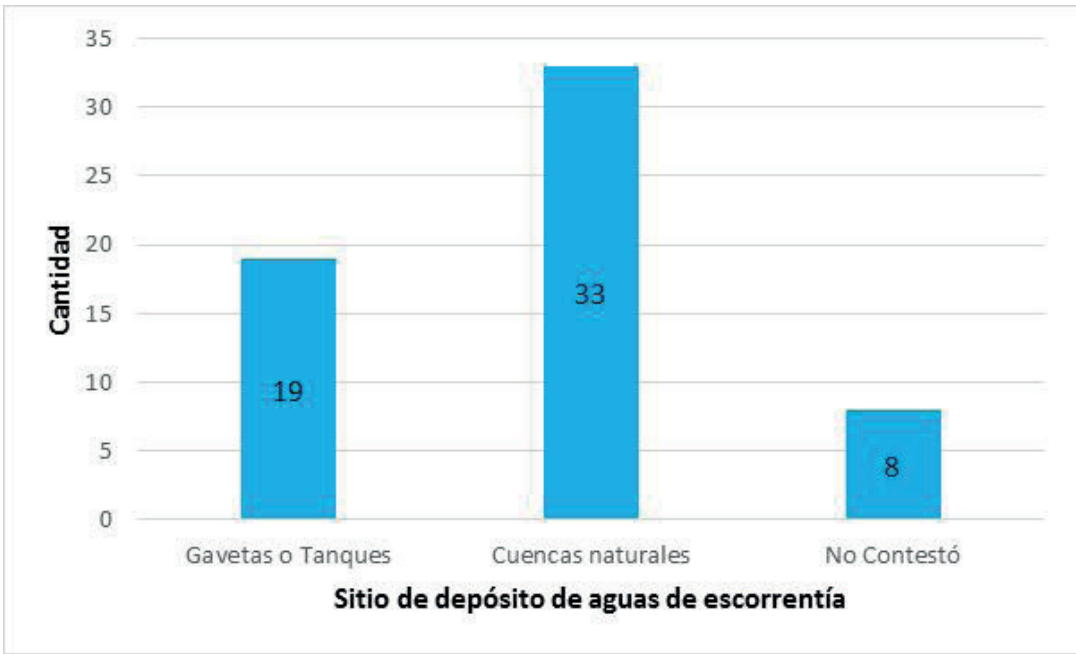
Considerando la importancia de la protección ambiental, particularmente de las fuentes de agua, y específicamente de aquellas que se utilizan para el consumo humano, se cree conveniente promover capacitaciones a los productores referente a la utilización de medidas alternativas al uso de agroquímicos. Por ejemplo, se puede ampliar el espectro de uso de controles culturales, como el biológico y el uso de trampas para insectos. Esto puede ayudar considerablemente en la disminución de la cantidad de agroquímicos que se utilizan, de hecho, el tema de la capacitación respecto al uso correcto de agroquímicos, está directamente relacionado con la seguridad del productor, de las familias y de la población en general; ya que, el mal uso de estas sustancias puede desembocar en la contaminación de fuentes de agua, lo que posteriormente podría implicar algún tipo de intoxicación entre los pobladores.

Sólo un 28% de los entrevistados dice haber recibido algún tipo de capacitación relacionada con el uso de agroquímicos. El restante 72% no la ha recibido, y lo hacen de forma empírica. Sin duda, este es un aspecto preocupante, pues, la utilización de agroquímicos en hogares y fincas debe ser cauteloso; por eso, se requiere de conocimiento técnico básico en este tema, a fin de evitar, que las personas que los utilicen tengan accidentes directos, además, de la contaminación que genera en las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Una variable relacionada con lo anterior, es utilizar registros de aplicación de productos en todas las actividades agropecuarias (y en general de todas las actividades de la economía), ya que, difícilmente tiene argumentos en contra. Sin embargo, el manejo de estos instrumentos no es algo muy generalizado en algunas comunidades nacionales, quizás debido a la falta de conocimiento de cómo hacerlo.

Indudablemente, llevar registros permite tener un orden adecuado que puede significar la diferencia entre una actividad exitosa en términos económicos. El caso de los registros por uso de agroquímicos va más allá de una cuestión económica, ya que puede tener incidencia directa en la salud pública. En ese sentido, el uso de registros entre los pobladores de la cuenca Potrero-Caimital es un elemento que requiere atención. Nótese que, solamente el 22% dice llevar algún registro de lo que han utilizado, mientras que el 78% (39 de los 50 entrevistados que sí utilizan agroquímicos), revelan que nunca han recibido una capacitación de cómo utilizar estos productos. Dentro de las respuestas, se indica que lo hacen según lo que les han contado (familiares, amigos), pero que no obedece a capacitaciones formales.

También, reviste importancia, el manejo de las aguas de escorrentía en producciones agropecuarias, puesto que, el mal uso de estas puede provocar problemas de contaminación. Alrededor de un 32% de los encuestados utiliza gavetas o tanques diseñados para tal fin, mientras que un 55% deposita las aguas en cuencas naturales. Esto implica que, si esas aguas transportan algún tipo de contaminante, al final llegarán a los cauces de agua de la microcuenca. La siguiente figura muestra con números absolutos esta situación.

Figura 11  
Sitio de depósito de aguas de escorrentía



Fuente: elaboración propia.

## 6. Conclusiones

La revisión de la literatura revela que existe una peligrosidad baja de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales debido a los cultivos de arroz y pastos en la microcuenca Potrero Caimital (Bravo *et al.*, 2011). Sin embargo, en la microcuenca existe predominancia de explotaciones de aves de corral, aunque también son de importancia el ganado estabulado, los equinos y los cerdos; y, debido a que, es común destinar los desechos de estas actividades a las aguas de escorrentía, estas se convierten en otro peligro más de contaminación de las aguas. Por lo tanto, la preparación de agroquímicos debe ser motivo de atención, ya que, un porcentaje considerable (35%) lo hacen directamente en las plantaciones, no obstante, es preocupante que un 10% lo realizan directamente sobre una fuente de agua. Esto es causa directa de contaminación y, por ende, de afectación al ambiente y a la salud de los pobladores.

La forma de preparación de agroquímicos está relacionada con el conocimiento que se tenga referente al tema. En este particular, preocupa que un 72% de los entrevistados que utilizan agroquímicos no han recibido ninguna capacitación. Esto se convierte en un espacio fértil de trabajo para las agencias de extensión, mediante la implementación de programas dirigidos a mejorar los conocimientos en preparación de pesticidas. En este caso, Benítez y Miranda (2013), concuerdan con este planteamiento al manifestar que: “Es evidente la carencia de un asesoramiento técnico de alto nivel, que tome en cuenta tanto las necesidades del agricultor como el impacto que ocasionan los plaguicidas en la salud pública y el ambiente” (p.20); y, aunque esta afirmación hace referencia a algunos países de Latinoamérica, Costa Rica no es una excepción.

También, es necesario brindar capacitación a los productores referente a la importancia y a la forma de llevar registros agropecuarios, particularmente del uso de agroquímicos. Este tema es una debilidad entre los productores, pues, un alto porcentaje (78%) de quienes utilizan agroquímicos no llevan registros. Además, los agroquímicos más utilizados en la microcuenca son los herbicidas, ya que, un 40% de los productores dice utilizarlos; de manera que, su peligrosidad y lo residual de los ingredientes activos que los componen, así como, la forma en que los preparan son un peligro inminente de contaminación para los cursos de agua. En relación con el uso de los fertilizantes que, si bien son menos contaminantes que los herbicidas, estos no dejan de ser importantes, ya que, también contienen sustancias nocivas que pueden incrementar el peligro.

Relacionado con lo anterior, es recomendable promover la utilización de medidas alternativas de control de plagas, hierbas competidoras y otros elementos en las producciones, con el fin de lograr una reducción en la utilización de agroquímicos. Por ejemplo, se pueden impulsar controles biológicos y etiológicos, los cuales no son muy difundidos entre los productores. Consecuentemente, con los resultados de este estudio, no se puede concluir que las aguas de la cuenca estén siendo contaminadas por agroquímicos u otros desechos sólidos y líquidos. No obstante, sí es posible indicar que existe peligro de contaminación, debido a la manera de cómo los productores manejan los productos y los sistemas productivos, como, por ejemplo, los porcinos y los equinos.

Así mismo, y aunque no constituye un resultado directo del estudio, es posible concluir que se requiere un proceso de educación continua entre los pobladores aledaños a la microcuenca en términos de la utilización apropiada y mesurada de los productos químicos, la cual contemple, la escogencia del producto según el cultivo, la dosis, el manejo adecuado, así como el uso de registros y desecho de envases. En este particular, Benítez y Miranda (2013) afirman que: “El problema de la contaminación de los recursos hídricos requiere de particular atención en los países en desarrollo” (p. 9). Esto implica realizar un trabajo continuo con los productores en temas de capacitación, además de involucrarlos en procesos de mantenimiento y conservación del ambiente, así como, en agrupaciones locales como ASADAS y Comités de Desarrollo, donde se sientan parte integrante y activa, y con ello se desarrollen sinergias de trabajo conjunto.

Para concluir, cabe destacar que, particularmente, en este estudio la participación de estudiantes fue de gran relevancia, al demostrar que el trabajo académico se fortalece con la inclusión de estudiantes. Al mismo tiempo, se consolida la formación de éstos mediante la asignación de tareas específicas, por medio del trabajo de campo y el contacto con las personas.

## Agradecimientos

Un especial agradecimiento a los estudiantes del grupo Ecología y Manejo de Humedales (Grupo 79, NRC 42912; I Ciclo, 2018), quienes se identificaron con la temática de estudio e hicieron el trabajo de campo (aplicación de instrumento) que arrojaron los datos para este estudio.

## 7. Referencias bibliográficas

- Allevato, H. y Pórfido, D. (2002). *Manejo Ambiental de Envases Residuales de Agroquímicos. Revisión y análisis de las acciones y experiencias, en cinco aspectos claves, que se llevan a cabo en los países integrantes de la REPAMAR*. Buenos Aires: Red Argentina de Manejo Ambiental de Residuos.
- Benítez, P. y Miranda, L. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 7-23.
- Bollatti M. B. (2007). *Gestión del agua para prevenir problemas de salud estudio del caso Carcarañá (Santa Fe-Argentina)* (Tesis de Maestría). Universidad de Buenos Aires, Argentina.

- Bravo, V., Moraga, G., de la Cruz, E., Herrera, G., Ramírez, F., Ruedert, C., ... y Romero, C. (2011). *Vigilancia del uso de plaguicidas en actividades agropecuarias, con énfasis en el herbicida 2,4-D, por peligro de contaminación de aguas subterráneas y superficiales en la Península de Nicoya, Guanacaste*. (Informe final del proyecto 022216-00.). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional.
- Cardona, A. J. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras* (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), San José, Costa Rica.
- Córdoba, L. y Fonseca, D. (2017). *Informe condiciones físico-geográficas microcuenca Potrero-Caimital* (Sin publicar). San José, Costa Rica.
- Di Risio, C., Bollatti, M. (2013). Aspectos metodológicos relevantes referidos a la gestión de agua ante problemas de salud. El caso de Carcarañá, Santa Fe, Argentina. *AUGM DOMUS*, 5,120-129.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1990). *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*. Roma, Italia.
- Fournier, M.L., Ramírez, F., Ruedert, C., Vargas y S., Echeverría, S. (2010). *Agroquímicos en ecosistemas hortícolas y pecuarios en la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas en Cartago, Costa Rica* (Documento técnico No. 16 Área: Diagnóstico de Agroquímicos). Costa Rica, Universidad Nacional.
- De Romedi, A., Nassetta, M., Córpora, R. (2011). Validación de la metodología para análisis de residuos de plaguicidas en agua para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, (XV) 2, 27-35.
- Hernández, G. (2005). *Atlas climatológico de Costa Rica*. Escuela de Ciencias Geográficas. Heredia, Costa Rica: Editorial de la EUNA.
- Ricardo Mariño, C. (2000). *Métodos de análisis de residuos de plaguicidas*. La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica.
- Morales, R. (2013). Metodología de análisis del riesgo por contaminación de agroquímicos: cuenca del Río San Blas, Costa Rica. *Revista Costarricense Salud Pública*, 22(1): 35-44.
- Organización Panamericana de la Salud (2012). *Estudio de calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco*. (Informe final, Contrato No.PE/CNT/1100260.001). Lima, Perú: OPS.
- Orta, L. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos. *FITOSANIDAD*, 6 (3), p. 55-62.

- Paravani, E., Sasal, M., Sione, S., Gabioud, E., Oszust, J. Wilson, M., Demonte, L., Repetti, M. (2016). Determinación de la concentración de glifosato en agua mediante la técnica de inmunoabsorción ligada a enzimas (ELISA). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 399-406.
- Programa Estado de la Nación (2007). *Decimotercer informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible*. San José, C.R.
- Programa de las Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA). (2016). Situación de los recursos naturales en América Latina (en línea). [https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/estado\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_los\\_recursos\\_naturales\\_en\\_america\\_latina\\_y\\_el\\_caribe.pdf](https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/estado_de_la_gestion_de_los_recursos_naturales_en_america_latina_y_el_caribe.pdf)
- Rodríguez, R., Córdoba, L. (2018). *Participación de organizaciones en la protección del agua en la cuenca Potrero-Caimital*. Sin publicar.
- Rujana, M., Andisco, C., y Vázquez, F. (2014). *Indicadores de calidad de aguas vinculados con la actividad arrocerá en cuencas hídricas de la provincia de Corrientes*. Buenos Aires, Argentina.