

Informe Final

“Diagnóstico sobre contaminación de aguas, suelos y productos hortícolas por el uso de agroquímicos en la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas en Cartago, Costa Rica”.

Elaboración:

**María Luisa Fournier L., Fernando Ramírez M., Clemens Ruepert,
Seiling Vargas V., Silvia Echeverría S.**

**IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas
Universidad Nacional, Heredia.**



Bajo contrato de Prestación de Servicios entre el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional

30 de junio de 2010

Agradecimientos

Al MSc. Carlos Hidalgo Ardón, coordinador del proyecto marco “Mejoramiento de los sistemas de producción agropecuaria con tecnologías compatibles con el ambiente, zona piloto de estudio Plantón-Pacayas en la Subcuenca del río Birrís, Costa Rica” del INTA, ente a través del cual se financió este estudio. Así como a todos los productores de la microcuenca quienes compartieron amablemente su conocimiento, facilitando el acceso a sus propiedades; a Beatriz Molina B. y Enrique Brenes G. de la Agencia de Servicios Agropecuarios de Pacayas por mostrarnos el área y contactarnos con los agricultores y; a Liver Montero de la Municipalidad de Alvarado quien nos acompañó en el muestreo de los tanques de agua domiciliaria. También a las funcionarias del IRET Martha Orozco A. y Silvia Berrocal M. por montar las bases de datos sobre uso de plaguicidas, a Leonel Córdoba G. por la medición de caudales en las quebradas y, a Silvia Argüello V. por su colaboración cartográfica.

Contenido

Resumen	4
1. Introducción	5
2. Metodología	5
2.1 Área de estudio	5
2.2 Uso de agroquímicos	6
2.3 Mediciones físicas, químicas y análisis de residuos de plaguicidas	7
2.4 Evaluación biológica	8
3. Resultados y discusión	10
3.1 Uso y manejo de plaguicidas	10
3.2 Características físicas y químicas de las aguas	19
3.3 Residuos de plaguicidas en aguas, suelos y hortalizas	19
3.4 Evaluación biológica de las quebradas	23
4. Conclusiones y recomendaciones	25
5. Referencias bibliográficas	28
Anexo 1. Encuesta de uso de plaguicidas aplicada en la microcuenca Plantón-Pacayas.....	30
Anexo 2. Fichas de los sitios de muestreo de aguas superficiales y subterráneas	32
Anexo 3. Procedimientos analíticos aplicados	39
Anexo 4. Diagnóstico de uso de agroquímicos en Plantón-Pacayas.	42
Anexo 5. Listados de plaguicidas y fertilizantes usados en Plantón Pacayas.....	52
Anexo 6. Fichas técnicas de manejo de cultivos en Plantón Pacayas.....	57
Anexo 7. Sedimentos, nutrientes y plaguicidas en agua en Plantón-Pacayas	60
Anexo 8. Residuos de plaguicidas en suelos y hortalizas en Plantón-Pacayas..	64
Anexo 9. Informes de laboratorio de residuos de plaguicidas en Plantón-Pacayas.	69
Anexo 10. Plaguicidas utilizados en Plantón-Pacayas y analizados en LAREP-IRET	70
Anexo 11. Características ambientales de plaguicidas más usados en Plantón-Pacayas.	74
Anexo 12. Normativa	77
Anexo 13. Lista de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas Plantón-Pacayas.....	79
Anexo 14. Aplicación del modelo PIRI “Pesticide Impact Rating Index” al cultivo de papa	84

Resumen

Se estudió una microcuenca entre las quebradas Pacayas y Plantón, parte alta de la cuenca del río Reventazón en la provincia de Cartago, bajo un uso intensivo del suelo, donde se utilizan 84 plaguicidas y un centenar de fertilizantes con diferentes nombres comerciales. Allí una hectárea puede recibir entre una y cuatro toneladas métricas de fertilizante por año y el uso de plaguicidas varía entre 11 y 163 kilogramos de ingrediente activo por hectárea por año; un uso relativamente alto si se compara con otros cultivos como arroz (18-24 kg ia./ha/año), banano (40), piña (15-20) y melón (70-140).

En la zona se usan plaguicidas restringidos por su alta toxicidad y persistencia, como paraquat, quintozeno, metamidofos, clorpirifos, endosulfan, carbofuran y aldicarb. Solo el 22% de los horticultores realiza un monitoreo de su cultivo para decidir qué aplicar, el resto aplica como práctica rutinaria. El 80% de los desechos no recibe un manejo apropiado y la mitad de los envases plásticos de plaguicidas son quemados.

Se encontró contaminación por fertilizantes, sedimentos y plaguicidas en ambas quebradas estudiadas, en concentraciones que pueden impactar los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad. Asimismo, se detectó vulnerabilidad a la contaminación en las nacientes para agua potable de la microcuenca, por la presencia de nitratos y plaguicidas; se detectaron trazas de clorpirifos, hexaclorobenceno y clorotalonil. En el 17% de las muestras de hortalizas analizadas hay residuos de plaguicidas que exceden los valores máximos aceptados por la normativa vigente.

Una asistencia técnica hacia los productores enfocada al seguimiento adecuado de plagas, a más criterios para la protección de sus cultivos y la incorporación de mejores prácticas agrícolas puede contribuir a un uso reducido de plaguicidas. Es recomendable fortalecer las actividades de extensión agrícola calificada en las zonas horticolas del norte de Cartago, para que los agricultores no tengan como única asesoría a las empresas comercializadoras de agroquímicos. Además se requiere restaurar la vegetación riparia de las quebradas cumpliendo con la legislación vigente; en varios tramos se siembran hortalizas hasta el borde y los contaminantes pasan directamente a los cursos de agua afectando la calidad del ecosistema.

1. Introducción

El alto consumo de plaguicidas sintéticos en la producción mundial de alimentos causa gran impacto en el ambiente y en la salud humana. En Costa Rica desde mediados de la década de los años 90 se registró un fuerte incremento en el consumo de plaguicidas, asociado a un aumento del área en cultivos de exportación. Para el periodo 1977-2006 la importación de plaguicidas creció en 4,4 veces, pasando de 2.648 a 11.636 TM de ingrediente activo (i.a.); mientras que el área agrícola solo creció 1,3 veces, de 322.700 a 451.375 ha. Por hectárea cultivada, en 1977 se aplicaban 8,2 kg i.a. en promedio y 25,8 kg i.a. en el 2006; esto por trabajador agrícola se traduce en un incremento promedio de 384%, comprobando el cambio hacia una agricultura intensiva de altos insumos agrícolas (Ramírez *et al* 2009).

La actividad hortícola tiene una participación relevante en la economía costarricense, siendo la papa la más importante. En el 2007 se sembraron 2.807 hectáreas de papa, representando el 34,7% de la producción nacional de hortalizas (SEPSA 2009). Las zonas productoras se encuentran en la parte norte de la provincia de Cartago y en Zarcero en la provincia de Alajuela, con la participación de aproximadamente 1.200 productores y un rendimiento de 12 a 25 toneladas por hectárea. La producción de semilla se realiza cerca del volcán Irazú, en donde por un clima más frío, hay menor presión de plagas y las tierras son muy fértiles. En 1998 se estimó el uso de plaguicidas en papa con base en avios bancarios en 37,3 kg i.a./ha/ciclo y según encuestas a productores de 38,7 kg i.a./ha/ciclo; los fungicidas fueron el grupo más aplicado (75%), seguido por los insecticidas (9%) y los herbicidas (1%) (Chaverri *et al* 2000).

Para otras hortalizas se estimó un área total de siembra de zanahoria de 655 hectáreas con rendimientos de 31,5 toneladas métricas por hectárea y 488 ha (37,7 TM/ha) de repollo. Alrededor de siete mil pequeños y medianos productores se dedican a la horticultura en el país; a esto se suma la participación de mano de obra familiar, los transportistas, los intermediarios y las empresas empacadoras (Arze 1999).

En general la producción de hortalizas esta concentrada en la región oriental del Valle Central, en las faldas de los volcanes Irazú y Turrialba, es altamente dependiente de agroquímicos como fungicidas, insecticidas, herbicidas y fertilizantes. Las aplicaciones excesivas de plaguicidas y las características de las sustancias en cuanto a su nivel de toxicidad, persistencia y movilidad, tienen potencial para impactar los suelos y las aguas (García 1997); también se han detectado residuos en hortalizas (OPS/OMS 2001). En los procesos de erosión, la erodabilidad por precipitación y por factores físicos del suelo no se puede cambiar, aunque si otros que interfieren como la cobertura, el manejo y las prácticas del cultivo. Los residuos de plaguicidas pueden infiltrarse al suelo contaminando el agua subterránea, así como transportarse por la escorrentía hacia las aguas superficiales.

El costo económico, ambiental y de salud es tema de reflexión para los agricultores, usuarios directos de los plaguicidas y para la sociedad en general como consumidora de los productos agrícolas. Este contexto ha motivado durante tres años el trabajo conjunto del INTA y el IRET con los agricultores de la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas, en el diagnóstico del uso de plaguicidas y el efecto de estos en las aguas superficiales, en los suelos y en los productos hortícolas. Esto con la finalidad de detectar problemas, generar recomendaciones y propiciar acciones para un manejo más integral y sostenible de las actividades agrícolas en la zona.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

La zona concentra una parte importante de la producción hortícola nacional; comprende alrededor de 560 ha localizadas en la microcuenca de las quebradas Pacayas y Plantón entre las coordenadas Lambert 211-215 y 552,5-55,3 de la hoja cartográfica Istarú 3445 IV a escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional (1981) y se ubica entre 1.720 y 2.900 m.s.n.m (figura 1). La microcuenca se divide en tres zonas, la parte baja que contempla Llano Grande, Pacayas y Encierrillos, la parte media: Guadalupe/Charcalillo y San Pablo y la parte alta La Piara, Cerro Gurdían, La Pastora y San Juan de Chicué.

Las condiciones climatológicas se rigen bajo una precipitación anual de 1.773 a 2.228 mm, de 14,1 a 16,7 °C de temperatura promedio y 81 a 88% de humedad. La zona de vida es *Bosque Húmedo Montano Bajo* cuyo bioclima favorece la horticultura y *Bosque muy Húmedo Montano*; está deforestada casi en su totalidad, presenta fuertes pendientes de hasta 75% y suelos livianos de origen volcánico altamente erosionados, tanto por sus características físicas como por las prácticas de labranza utilizadas (Gómez 2004).

La mayor parte del área de estudio está cubierta por pastos, cultivos de papa, repollo, brócoli, coliflor, zanahoria y algunos parches pequeños de bosque ripario. Sin embargo, los suelos de vocación agrícola intensiva son el 32,5% de la microcuenca, el 37,6% para cultivos perennes y el 29,9% para áreas de bosque de protección y solo existe un 19,2% de remanentes de bosque. El 37,3% de las tierras están bien utilizadas y alrededor de un 23% están sobreutilizadas (Arroyo *et al.* 2006, Gómez 2004). Además se da un uso intensivo de agroquímicos, como única práctica de los agricultores para garantizar la producción en un clima donde se desarrollan problemas fitosanitarios.

La forma alargada de la cuenca así como la dominancia de pendientes mayores de 30° tiende a retener menos las lluvias y por eso los caudales están relacionados con la precipitación (van Es 2005). Las mediciones promedio a diferentes altitudes y épocas del año para la quebrada Pacayas fueron de 0,5 a 2,2 m de ancho, de 0,06 a 0,75 m de profundidad y de 0,004 a 0,20 m³/s de caudal; mientras en la quebrada Plantón fueron respectivamente de 0,5 a 2,2 m, de 0,04 a 0,20 m y, de 0,001 a 0,15 m³/s.



Ejemplo de la zona de estudio, su forma de cultivar y pendientes.

2.2 Uso de agroquímicos

Para el diagnóstico de uso de agroquímicos y manejo de desechos de envases y remanentes de plaguicida se entrevistó casi la totalidad de los agricultores y ganaderos de la microcuenca Plantón-Pacayas. En tres años se realizaron 136 encuestas a 74 productores, cuyo formato se presenta en el anexo 1, cubriendo los diferentes cultivos durante las estaciones seca y lluviosa, visitando cada año las tres zonas. Algunos agricultores fueron entrevistados más de una vez para diferentes cultivos en la misma estación o en las dos épocas del año, se les preguntó sobre el último ciclo cosechado y las fechas aproximadas de siembra y cosecha. Con base en la información sobre uso de agroquímicos y el tamaño de la parcela se calculó el total del uso de plaguicidas por ingrediente activo aplicado por hectárea y el uso de fertilizantes; la información de las encuestas se recopiló en bases de datos en donde el nombre del productor se indica con un código, pues se ofreció absoluta discreción. A la encuesta del último año, se le adicionó una consulta sobre la producción obtenida para relacionarla con el uso de insumos.



Entrevista a agricultor

2.3 Mediciones físicas, químicas y análisis de residuos de plaguicidas

Durante el periodo de 2006 a 2009 y con una frecuencia trimestral se muestreó en seis sitios el agua superficial a tres niveles dentro de la microcuenca: en la quebrada Pacayas (*Pa-B*) antes del puente “Los Gemelos”, (*Pa-M*) aguas abajo de San Pablo dentro de la Hacienda Plantón y (*Pa-A*) aguas abajo de la naciente dentro de la finca de doña Elizabeth Sancho. La quebrada Plantón se muestreó también (*Pl-B*) antes del puente “Los Gemelos”, (*Pl-M*) en el puente de Encierrillos y (*Pl-A*) aguas abajo de San Pablo dentro de la Hacienda Plantón (figura 1 y anexo 2). Asimismo, se muestreó durante los dos primeros años el agua de un drenaje de varios campos de cultivo colindante con la naciente Tica del Municipio de Alvarado.

El muestreo de agua potable proveniente de fuentes subterráneas se realizó por dos años en el tanque de captación Ivankovich en San Pablo de Oreamuno, el cual recibe aguas de varias fuentes de la parte alta de la microcuenca y por un año en la naciente Tica y en el tanque municipal de Pacayas, donde se mezclan las nacientes María Cristina, Tica, Rubén Montero y Martín Montero. Los parámetros medidos en el campo fueron: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad y en el laboratorio: sólidos suspendidos y totales, nitrato, nitrito, fosfato soluble y total, potasio y residuos de plaguicidas; la metodología de análisis aplicada está en el anexo 3 y los plaguicidas incluidos en el análisis de residuos en el anexo 10.

Además, durante los tres años de estudio se recolectaron 29 muestras de suelo y 29 de vegetales para analizar residuos de plaguicidas; la mayoría de ellas se tomaron en las parcelas agrícolas donde se aplicó plaguicida sobre el promedio de uso calculado, haciendo un muestreo más dirigido a encontrar residuos y aprovechando mejor los recursos disponibles. En el suelo se tomaron de 30 a 40 submuestras con un barreno de 2,5 cm de diámetro y a 15 ± 5 cm de profundidad. En algunos casos se muestreó también el canal de drenaje dentro de la parcela. Las hortalizas se recolectaron en el terreno durante los días de cosecha, se tomaron seis unidades de repollo, brócoli, coliflor o remolacha, un rollo de culantro y alrededor de 1,5 kg de papa o zanahoria por muestra. A lo largo del periodo de estudio se recolectaron entre 1 y 11 muestras por hortaliza, según la frecuencia de siembra.

Algunos extractos de muestras para el análisis de residuos de plaguicidas fueron enviados al exterior con fines confirmatorios, a los laboratorios acreditados Omegam Laboratoria Omegam y Chemistry Laboratory VWA - Food and Consumer Product Safety Authority, ambos en Ámsterdam, Holanda.



Toma de muestras de agua, de suelo y de papa

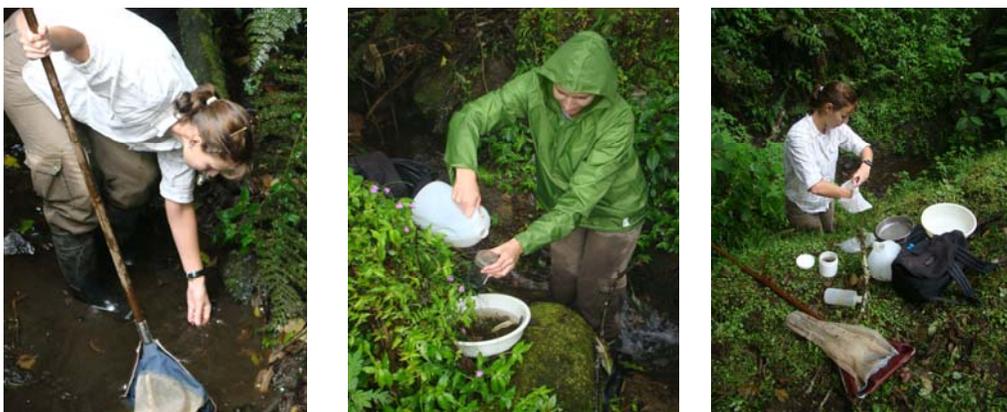
2.4 Evaluación biológica

Cada tres meses durante un el año 2009 se evaluó, en los mismos puntos de las quebradas, las comunidades de macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad de las aguas con el Índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) modificado para Costa Rica. Con este se asignan diferentes puntajes a las familias de macroinvertebrados identificadas, según su sensibilidad a la contaminación orgánica. La sumatoria de los puntajes obtenidos para todas las familias de macroinvertebrados recolectadas en un sitio se compara con los valores del cuadro 1 y así se determina el correspondiente nivel de calidad del agua (Decreto No. 33903-MINAE-SALUD, 2007).

Cuadro 1. Valores del Índice BMWP para familias de macroinvertebrados bentónicos en ríos de Costa Rica.

Nivel de calidad	BMWP	Color representativo
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas	<15	Rojo

Fuente: Decreto ejecutivo No. 33903-MINAE-SALUD. La Gaceta No. 178. 2007.



Toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos

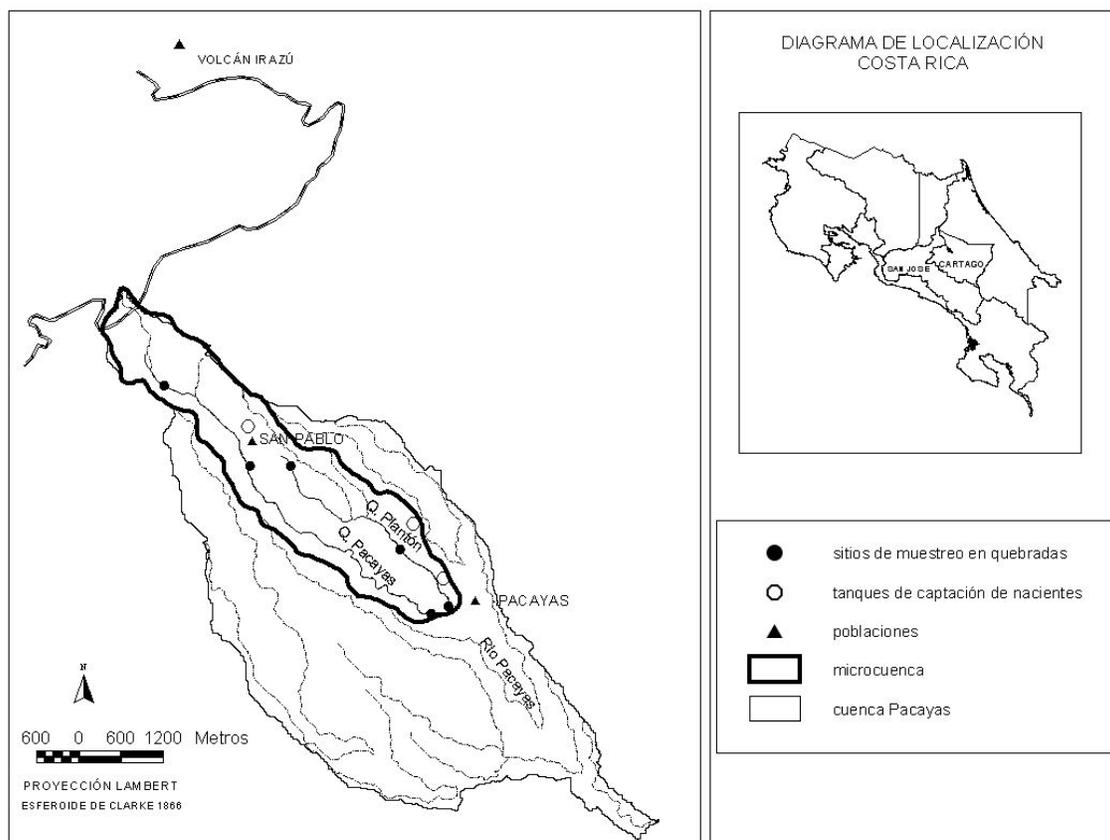


Figura 1. Mapa de la zona de estudio en la microcuenca Plantón-Pacayas, Cartago.

3. Resultados y discusión

3.1 Uso y manejo de plaguicidas

Para el diagnóstico sobre uso de plaguicidas se evaluaron ocho cultivos: papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, culantro, remolacha y pastos; los datos recolectados durante los años 2006 a 2009 se presentan en el anexo 4. El 40% de los productores se localizan en la parte baja de la microcuenca, el 40% en la sección media y el 20% en la alta, camino al volcán Irazú. En la zona alta tres cuartas partes de los consultados siembran papa y el resto pastos y coliflor. En toda el área de estudio la papa es el cultivo más importante representando el 38% de la actividad productiva, seguida por brócoli y zanahoria con 15% cada uno, 7% de coliflor, 7% de repollo, 4% de remolacha y 3% de culantro. Los pastos representan el 12% de los encuestados, pero reúnen una extensión de 380 hectáreas, casi tres veces el área de hortalizas evaluada. No obstante, en pastos casi no se utilizan plaguicidas, aunque sí fertilizantes (cuadro 5) y es mínima la pérdida de suelo por erosión, excepto en aquellas fincas pequeñas donde se sobreexplotan los pastos y los sitios de abrevaje del ganado son directamente sobre el lecho de las quebradas.

En cuanto al uso total de plaguicidas como ingrediente activo por hectárea por cultivo analizado, se encontraron valores dentro de un ámbito muy amplio: en papa las variaciones se dan entre 11 y 88 kg i.a./ha/ciclo de cultivo; en zanahoria de 7 a 55, en brócoli de 0,1 a 33, en coliflor de 0,4 a 56, en repollo de 5 a 28, en remolacha de 17 a 63 y en culantro de 2 a 16 kg i.a. /ha/ciclo (figura 2, cuadro 2). Entre los agricultores que menos plaguicida aplican hay dos productores para las cadenas de súper mercados. Estos por lo general están sometidos a análisis regulares de residuos de plaguicidas y por lo tanto usan más bioplaguicidas y biofertilizantes; el uso total de plaguicida en este grupo de productores está entre 0,1 y 4,1 kg i.a./ha /ciclo de cultivo, logrando en brócoli producciones de 10.000 kg/ha. Algunos de los productos utilizados por estos horticultores de bajo insumo son: compost, boñiga seca molida con cal, Spintor 125C (spinosad), Sililo (silicio como fertilizante, estimulante y protector), Hormovit (ácidos húmicos), Ecotox (bactericida de extracto de semillas de cítricos), ajo con chile picante contra la mosca, extracto acuoso de china como insecticida y extracto de ruda como repelente de la mosca minadora.

Por otro lado, en dos fincas de papa ubicadas en Cerro Gurdían y San Juan de Chicué cubriendo entre ambas una extensión de 46 ha, se aplican entre 86 y 88 kg i.a. /ha/ciclo; siendo sitios importantes de atender pues están en la parte alta de la zona de recarga de las nacientes y cubren una extensión de tierra importante. En ellas se siembra semilla de papa, un ciclo al año, y como no es para consumo humano se aplica en exceso sin consideraciones ambientales ni laborales; contrariamente en esa zona se supone que hay menos virosis y otras plagas.

Además del uso total de plaguicidas es importante notar la frecuencia de uso de las sustancias. Entre los 20 ingredientes activos de mayor aplicación se identificaron de mayor a menor uso: clorotalonil, mancozeb, propineb, paraquat, quintozeno, clorpirifos, carbendazina, cimoxanil, captan, metamidofos, flutolanil, fenamifos, foxim, ziram, glifosato, deltametrina, forate, oxamil, dimetomorf y linuron. Hay diez fungicidas y ocho de los cuales están entre las diez sustancias de mayor uso, así como ocho insecticidas y dos herbicidas (anexo 10).

En la microcuenca se utilizan 84 diferentes plaguicidas, algunos de estos tienen restricciones para la venta y uso, entre éstos son de uso importante en los cultivos el paraquat en el 55% de las encuestas y el clorpirifos en el 35%; otros de uso medio son metamidofos y forate (anexo 5). Según su acción biocida los fungicidas son los de mayor aplicación (85,9%), en relación a 11,5% de insecticidas y 2,6 % de herbicidas (figura 3). Algunos de los ingredientes activos se venden bajo diferentes nombres comerciales (anexo 5) y por eso se encontraron agricultores usando en una misma aplicación y en dosis completa hasta 3 fuentes de mancozeb (Curzate + Amarillo + Biozate) y dos de cimoxanil. Con base en la información obtenida de las encuestas se resumió el manejo agronómico de cada cultivo según los aspectos de almacenamiento de semilla, vivero, preparación de suelos, siembra, mantenimiento y precosecha. Los resultados se presentan en el anexo 6.

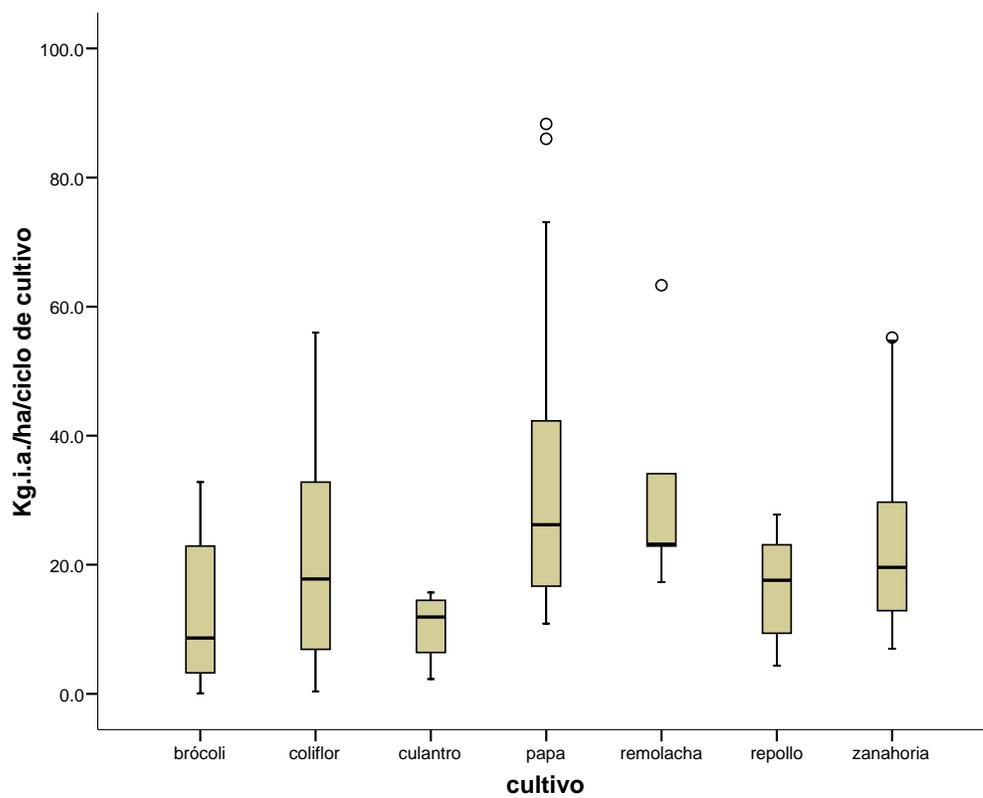


Fig. 2. Uso de plaguicidas en el cultivo de hortalizas en Plantón-Pacayas. 2006-2009.

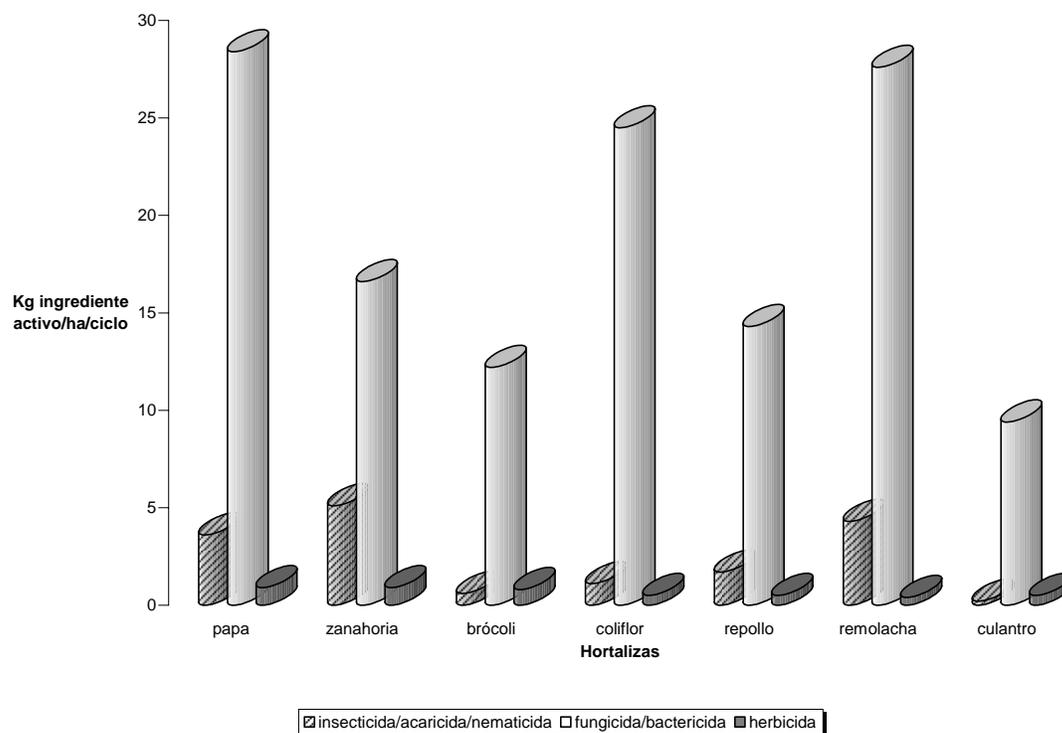


Figura 3. Valores promedio de uso de plaguicida según su acción biocida por ciclo de cultivo de hortalizas en Plantón-Pacayas. 2006-2009.

Cuadro 2. Resumen de uso de plaguicidas en kg de ingrediente activo por ciclo de cultivo y por hectárea en los productores de Plantón-Pacayas. 2006-2009.

PAPA	mínimo	máximo	promedio	% del total	uso real*
fungicidas	8,2	77,4	28,4	85,7	36,5
insecticidas	0,05	12,9	3,6	11,0	4,7
herbicidas	0,1	3,6	0,9	3,3	1,4
Total	10,9	88,3	32,8	100	42,6
ZANAHORIA					
fungicidas	3,0	44,3	18,5	71,6	14,8
insecticidas	0,01	11,9	5,1	24,4	5,1
herbicidas	0,1	1,8	0,9	4,0	0,8
Total	8,0	55,2	24,4	100	20,7
BRÓCOLI					
fungicidas	0,3	32,8	12,2	90,5	6,3
insecticidas	0,02	3,1	0,6	4,9	0,3
herbicidas	0,05	3,3	0,8	4,6	0,3
Total	0,1	32,9	12,1	100	7,0
COLIFLOR					
fungicidas	5,7	54,8	24,5	92,4	12,5
insecticidas	0,01	3,8	1,1	5,9	0,8
herbicidas	0,2	0,7	0,5	1,7	0,2
Total	0,4	56,3	23,1	100	13,5
REPOLLO					
fungicidas	4,2	25,1	14,3	88,1	15,1
insecticidas	0,2	3,0	1,6	7,9	1,4
herbicidas	0,1	1,1	0,5	4,0	0,7
Total	5,0	27,8	16,3	100	17,2
REMOLACHA					
fungicidas	16,4	47,8	27,6	87,3	30,0
insecticidas	0,02	14,7	4,3	11,7	4,0
herbicidas	0,2	0,8	0,4	1,1	0,4
Total	17,3	63,3	32,3	100	34,4
CULANTRO					
fungicidas	0,9	14,7	9,8	92,1	11,7
insecticidas	0,1	0,6	0,2	0,8	0,1
herbicidas	0,3	1,0	0,7	7,0	0,9
Total	2,4	15,7	10,5	100	12,7
PASTOS**					
fungicidas	0	0	0	0	0
insecticidas	0,01	0,45	0,2	26,1	0,1
herbicidas	0,02	0,61	0,3	73,9	0,2
Total	0,02	1,05	0,35	100	0,3

* El uso real es un valor ponderado por área encuestada, se calculó dividiendo la sumatoria del total de plaguicida usado en una hortaliza entre la sumatoria de las áreas de cultivo de esa hortaliza, el valor indica el uso real/ha cultivada. Es por lo general un valor menor al promedio de uso por hortaliza encuestada, con algunas excepciones como en papa donde las fincas con mayor área son las que más aplican.

** Ciclo anual

Por contar con el cultivo de papa como el de mayor importancia y disponibilidad de datos, se realizó un análisis sobre el uso de plaguicidas según tamaño de finca y uso de acuerdo a las condiciones climáticas. Entre los productores de papa se pueden identificar dos tipos: los grandes con áreas de siembra entre 3 y 25 ha de extensión, dedicados principalmente a producir semilla y localizados en la parte más alta de la microcuenca y los pequeños con explotaciones entre 0,18 y 2,1 ha por ciclo y ubicados en las partes media y baja. Tal como se mencionó antes, las fincas grandes son las que más plaguicida aplican, entre 86 y 88 kg i.a./ha/ciclo.

Los productores grandes de papa siembran en total 50,6 ha y utilizan en promedio de 50,6 kg i.a./ha/ciclo con un uso real estimado de 54,7 kg i.a./ha/ciclo. Usan 31 ingredientes activos diferentes, 15 insecticidas: cartap (3,3% del total de plaguicidas), endosulfan (1,4%) y tiociclam (1,3%); 13 fungicidas: mancozeb (32%), propineb (22%), fosetil aluminio (14%) y clorotalonil (12%) y; 3 herbicidas: paraquat (1,4%) y linuron (1,1%). Por el contrario, los productores pequeños representados en 40,4 ha utilizan relativamente menores cantidades de plaguicida por ciclo, un total de 30,5 kg y un uso real de 27,4 kg i.a./ha/ciclo. Estos utilizan un total de 58 plaguicidas distintos, 25 insecticidas: clorpirifos (4,2%), forato (1,5%) y metamidofos (0,9%); 29 fungicidas: mancozeb (29,3%), clorotalonil (22,7%), propineb (18,7%) y PCNB (5%) y 4 herbicidas: paraquat (2,7%) y glifosato (0,5%). En cuanto a fertilizantes, se encontró que los productores grandes aplican alrededor de 3.040 kg de producto formulado/ha/ciclo, en tanto los pequeños 1.825 kg/ha/ciclo.

Además, se encontraron diferencias en cuanto al uso de plaguicidas y fertilizantes según la época climática. En la estación lluviosa, de mayo a diciembre, se aplica en promedio 34,6 kg i.a./ha/ciclo y un uso real estimado de 51,8 kg i.a./ha/ciclo; mientras que en la estación de menor precipitación, de enero a abril, en promedio se usa 28,3 y el uso real es de 20,3 kg i.a./ha/ciclo (cuadros 3 y 4). Es decir, la cantidad de plaguicida aplicada por hectárea cultivada es dos y media veces más en el periodo de mayor precipitación. La mayoría de los productores grandes cultivan en la época lluviosa usando grandes cantidades de plaguicidas en áreas relativamente extensas, esto explica en parte las diferencias entre estaciones.

Sin embargo, en cuanto al uso de fertilizantes en papa no se detectaron diferencias importantes entre las estaciones, durante las lluvias es de 1.330 kg/ha y en el verano de 1.230 kg/ha. Aunque sí se destaca en general el alto uso de fertilizantes en toda la microcuenca Plantón-Pacayas, en donde sin contar pastos, el uso real en una hectárea varía entre 1 y 4 toneladas métricas de fertilizante por año, según sea el tipo de hortaliza cultivada (cuadro 5).

Cuadro 3. Uso total de plaguicidas en papa por estación climática y acción biocida. 2006-2009.

	Época seca			Época lluviosa		
	promedio kg/ha/ciclo	uso real kg/ha/ciclo	número i.a.	promedio kg/ha/ciclo	uso real kg/ha/ciclo	número i.a.
Insecticidas	3,87	1,9	19	3,72	5,92	23
Fungicidas	23,62	17,8	20	29,92	44,14	23
Herbicidas	0,81	0,6	3	0,93	1,76	4
Total plaguicidas	28,31	20,3	42	34,58	51,82	50
Fertilizantes	1.938	1.230		1.598	1.330	

Cuadro 4. Principales plaguicidas aplicados en papa por estación climática y acción biocida. 2006-2009.

	Época seca			Época lluviosa		
	% total de plaguicidas	principales	% del total de plaguicidas	% total de plaguicidas	principales	% del total de plaguicidas
Insecticidas	9,4	clorpirifos metamidofos ciromazina	4,4 1,1 0,5	11,4	cartap clorpirifos endosulfan	2,8 1,6 1,3
Fungicidas	87,6	propineb mancozeb clorotalonil	34 27 17	85,2	mancozeb propineb clorotalonil	30 19 14
Herbicidas	3,0	paraquat glifosato	2,5 0,4	3,4	paraquat linuron	1,6 1,0

En el listado de fertilizantes aplicados incluido en el anexo 5 se puede constatar el uso de casi un centenar de diferentes productos tanto granulados como foliares. Los más utilizados son los granulados para la siembra y aporca, tales como 12-24-12, 10-30-10, 19-4-19, pasto fértil y urea.

Cuadro 5. Fertilizantes aplicados en los cultivos de la microcuenca Plantón-Pacayas. 2006-2009.

	mínimo kg/ha/ciclo	máximo kg/ha/ciclo	promedio kg/ha/ciclo	uso real kg/ha/ciclo
papa	566	4.190	1.700	2.393
zanahoria	360	2.417	1.031	1.120
brócoli	189	2671	900	627
coliflor	336	2171	979	878
repollo	324	1.776	912	867
remolacha	391	1.900	788	718
culantro	179	658	419	360
pastos	16	2.578	906	640

Según se mencionó en el apartado de metodología, en las encuestas realizadas durante el tercer año de estudio se incluyó una consulta sobre la producción obtenida para buscar una relación con el uso de plaguicidas; el análisis comparativo se hizo también para el cultivo de papa pues se dispone de más encuestas (cuadro 6). Sin embargo, no es posible hacer correlaciones entre los datos debido a que existen muchas diferencias entre las parcelas encuestadas en cuanto a las condiciones climáticas dadas durante el ciclo de cultivo, la densidad de siembra, la altitud, la época del año, las características del terreno, la pendiente y el manejo agrícola como conservación de suelos, entre otros. Para esto se requeriría un diseño experimental en parcelas con repeticiones bajo las mismas condiciones de siembra, fertilización y aplicación de plaguicidas.

Cuadro 6. Producción e insumos agrícolas aplicados en papa cultivada en Plantón-Pacayas. 2009.

código de agricultor	plaguicidas kg i.a./ha/ciclo	fertilizantes kg/ha/ciclo	densidad de siembra kg/ha/ciclo	producción kg/ha/ciclo	observaciones
14	58,1	579	3008	28200	sin datos para fertilizantes granulados
36	73	1358	1656	16560	mucha lluvia
33	24,1	1100	2040	14189	mucha lluvia
69	41,1	1376	644	15228	mucha lluvia
34	12,3	680	2820	22381	normal, datos parciales de fertilización granulada
59	16,3	566	sin datos	12981	normal
42	88,3	3763	3021	26857	normal, zona alta
31	34,9	2779	3943	17524	normal, zona alta
73	15,4	966	2820	9400	sequía, cosechó la mitad, usó gallinaza
74	15,3	2741	2417	34714	zona alta, buena cosecha

Los agricultores preparan la mezcla de plaguicidas en su parcela, ya sea en el cultivo o cerca de la bodega, por lo general localizada en un borde. El 33% de los productores dice no tener sobrantes de mezcla de plaguicidas; pero la mitad de ellos con sobrantes acostumbra aplicarlos de nuevo sobre el cultivo y el 12 % directamente sobre el terreno. Esto adiciona una fuente de contaminación sobre los suelos y las aguas. El 86% lava el equipo de aplicación en la zona entre el cultivo y la bodega y el 19% lo hace dentro de la bodega. La disposición de los envases usados de plaguicidas requiere atención, ya que solo el 21,5% lo devuelve al proveedor, mientras que el 24% lo entierra y bota y el 50% lo quema.



Ejemplos de manejo inadecuado de envases de plaguicidas

En relación a la aplicación, solo el 22% lleva a cabo un monitoreo del cultivo antes de decidir qué aplicar. En el resto de las parcelas se aplica por costumbre, experiencia, prevención o recomendación (figura 4). El equipo de aplicación más utilizado es la bomba de espalda manual o con motor; solo unos pocos aplican con chapulín y mangueras sobre el terreno. En general los agricultores no utilizan equipo de protección personal durante de la preparación y la aplicación de plaguicidas.



Ejemplos de manejo inadecuado de plaguicidas

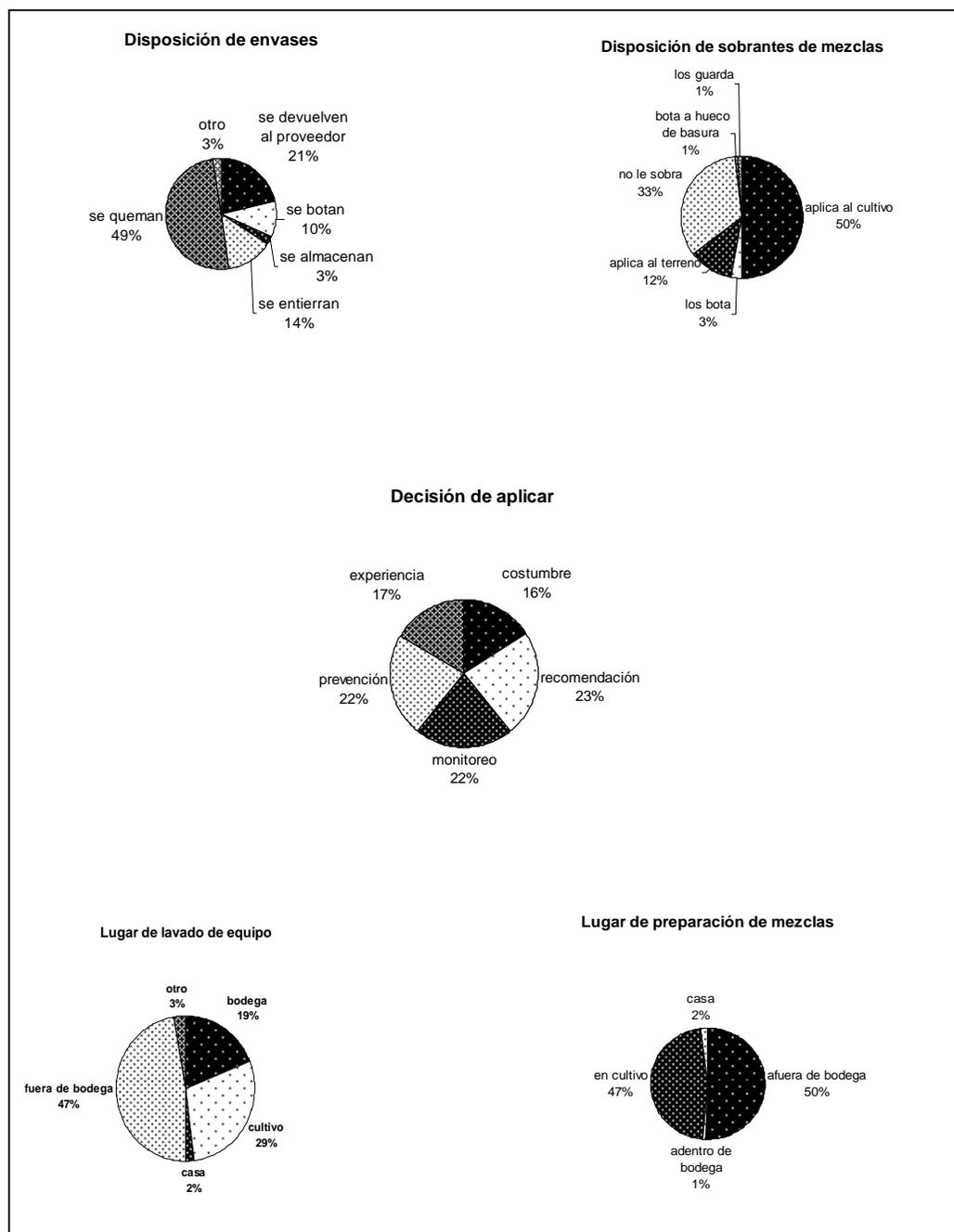


Figura 4. Manejo de plaguicidas en Plantón-Pacayas. 2006-2009.

3.2 Características físicas y químicas de las aguas

En términos generales las aguas muestreadas tienen temperaturas templadas, valores de pH de baja acidez a baja alcalinidad y están bien oxigenadas pues corren en una gradiente importante de altitud con abundantes rápidos. Asociado a la labranza convencional se detectan fuertes diferencias en cuanto a la presencia de sedimentos y nutrientes (cuadro 7); además, las quebradas presentan variaciones diarias y horarias de caudal según la precipitación, aun en plena estación de lluvias se puede observar baja turbidez en periodos entre grandes avenidas. Las concentraciones de nitratos en las quebradas son medias y altas y son altas en las nacientes de suministro de agua potable. En la quebrada Plantón por ejemplo, se llegó a medir en el tramo alto de la quebrada entre 20 y casi 40 mg/L de nitrato y alrededor de 10 mg/L en los sectores medios y bajos, evidenciando la escorrentía de fertilizantes que está ocurriendo hacia los cursos de agua. En la Pacayas también se observan concentraciones mayores de nitratos en la sección alta de la microcuenca, entre 10 y 30 mg/L y cerca de 5 mg/L en el sector bajo (anexo 7).

Según la normativa nacional sobre calidad de agua superficial (anexo 12) los niveles de nitrato tanto para mantener la vida acuática como para el suministro de agua potable tratada con simple desinfección los valores no deberían ser mayores a 22 mg/L. En varias ocasiones las concentraciones de nitrato encontradas en las quebradas superan estos valores. Las concentraciones encontradas en las fuentes para agua de consumo no superan el nivel máximo recomendado de 25 mg/L del reglamento para la calidad de agua potable. Sin embargo, por el alto uso de fertilizantes, las concentraciones de nitrato encontradas en las quebradas y la ubicación de las captaciones, la presencia de niveles por encima del máximo recomendado en el agua de consumo humano no se puede descartar. Así mismo, se evidenció la presencia de sólidos suspendidos totales en ambas quebradas con potencial de impactar el ecosistema acuático, donde se analizaron valores mayores a 25, indicados por la legislación y hasta 924 mg/L (anexo 12).

Cuadro 7. Resumen de las características físicas y químicas de las aguas en la microcuenca Plantón-Pacayas. 2006-2009.

Sitio de muestreo	Temp. °C	pH	conduc-tividad (µS/cm)	oxígeno disuelto mg/L	SST mg/L	sólidos totales mg/L	nitrato mg/L NO ₃	nitrito mg/L NO ₂	fosfato total mg/L	fosfato disuelto mg/L	potasio mg/L
quebrada Pacayas	12,7-18	5,9-8,5	83,9-275	6,2-8,8	0-864	65-924	3,4-30,5	<0,01-0,8	<0,02-4,2	<0,02-0,79	1,76-19,4
quebrada Plantón	12,3-18	6,0-8,0	79-164	6,5-8,8	0-553	89-730	2,9-39,3	<0,01-0,43	0,04-2,05	<0,02-0,88	2,22-14,8
drenaje colindante a naciente Tica	13-17,2	7,2-8,4	115-170	6,6-7,5	0-18	117-162	3-29,9	<0,01-0,04	0,05-8,4	<0,02-0,16	2,74-5,97
naciente Tica	14,4-17,5	5,6-7,2	158-169	6,3-8,4	0-14	155-170	14-18	<0,02	0,06-0,23	0,05-0,06	1,9-9,4
tanque municipal de Pacayas	17-18	6,6-6,9	169-197	7,6-8,6	0	157,5-190	12,8-17,6	<0,02	0,07-0,13	<0,02-0,12	1,8-9
naciente Ivankovich	13,4-19,6	6,7-7,6	103-298	6-7,5	0-24,1	21-233,5	7,2-17,4	<0,01-0,05	<0,02-0,22	<0,02-0,12	3,36-7,6

3.3 Residuos de plaguicidas en aguas, suelos y hortalizas

La presencia de residuos de plaguicidas en las quebradas es alta; en Pacayas se detectaron en un 75% de las muestras y en Plantón en un 95%, aun siendo muestreos puntuales cada tres meses (anexos 7 y 9). En la quebrada Plantón además de frecuentes las concentraciones encontradas son mayores, incluso en una misma muestra se analizaron 13 diferentes plaguicidas. El insecticida clorpirifos se encontró en el 55% de las muestras de agua recolectadas y el 73% de las muestras de suelo, es bastante persistente en los suelos y por lo tanto sujeto a arrastre por escorrentía hacia las quebradas; la concentración máxima encontrada en agua es 1000 veces mayor que la permitida por la norma holandesa para la protección de los organismos acuáticos (cuadro 8).

Si bien el clorpirifos tiene un riesgo bajo de lixiviarse, es importante notar que se detectaron trazas en la naciente Tica. En el 90% (7 de 8) de las muestras del drenaje de campos de cultivo colindantes a esta fuente de agua potable se detectó clorpirifos, alertando sobre la vulnerabilidad de la naciente. Al final de la época lluviosa en las nacientes Ivankovich y Tica y en el tanque municipal de Pacayas se identificaron trazas de hexaclorobenceno, asimismo en la primera y en el último se analizaron concentraciones bajas de clorotalonil (anexo 7).

Los fungicidas más detectados en agua fueron flutolanil, clorotalonil y quintozeno, son de persistencia moderada a alta-extrema en el suelo. El quintozeno (PCNB) al igual que el endosulfan es un compuesto candidato a ser incluido en la lista de COPs (Compuestos Orgánicos Persistentes), tiene subproductos persistentes como la pentacloroanilina y el hexaclorobenceno, un COP prohibido y conocido carcinógeno hepático. El quintozeno además de hepatotóxico afecta los glóbulos rojos y la hemoglobina, es muy tóxico para organismos acuáticos causando efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático; así mismo está incluido en la lista de la Fundación Mundial para la Vida Silvestre (WWF) de plaguicidas reportados como disruptores endocrinos y con efectos reproductivos (ATSDR 2002, ESIS 2010, EXTOXNET 1996, FOOTPRINT 2006, IARC 2009, IRET-UNA 1999 y PAN-UK 2009).

La concentración máxima de clorotalonil encontrada es 5,6 veces mayor que la norma holandesa (EQS), generando impactos en la vida acuática como se observará en la sección siguiente. El clorotalonil presenta toxicidad de alta a extrema para peces, crustáceos, algas, plantas y anfibios, es un fungicida moderadamente tóxico, con capacidad irritativa ocular y dérmica (Footprint 2006 y BCPC 2000). Tanto clorpirifos como clorotalonil son de los plaguicidas más aplicados en las dos estaciones climáticas. Por su parte, el fenamifos está presente en cerca del 10% de las muestras de agua, pero en concentraciones máximas que superan más de 1000 veces la norma holandesa, tiene una vida media en el suelo de hasta 4 meses; en Estados Unidos se ha detectado en aguas subterráneas y ha ocasionado altas mortalidades de aves (anexo 11, US EPA 2002).

Cuadro 8. Plaguicidas más detectados en las aguas de Plantón-Pacayas. 2006-2009.

plaguicidas	presencia %	concentración promedio µg/L	concentración máxima µg/L	EQS* µg/L	MAC-EQS* µg/L
clorpirifos	54,7	0,07	0,3	0,003	0,1
pentacloroanilina	48,4	0,03	0,1		
flutolanil	40,0	0,66	18	22	
clorotalonil	35,8	0,70	4,5	0,8	
quintozeno	24,2	0,12	1,0	2,9	
fenamifos	9,5	0,75	2,4	0,0022	0,027
diazinon	5,3	0,04	0,1	0,037	
hexaclorobenceno	4,2	0,01	0,02		0,05
paration metil	3,2	0,08	0,09	0,011	
metalaxil	2,1	0,11	0,17	46	
permetrina	1,1	0,04	0,04	0,003	
tebuconazole	1,1	0,20	0,2	1	

* EQS (Environmental Quality Standard): norma holandesa para la protección de organismos acuáticos.

** Concentración máxima aceptable para aguas superficiales de la norma EQS, 2009.

Con respecto a las muestras de suelo (anexo 8 y cuadro 9) es importante notar la alta presencia de p,p-DDT y su metabolito DDE aun de mayor toxicidad, un compuesto orgánico persistente de uso prohibido en Costa Rica desde hace casi 20 años y todavía presente en el suelo de las parcelas agrícolas, incluso en aquellas de agricultura orgánica. El resto de los plaguicidas detectados son casi los mismos de las muestras de agua, aunque la frecuencia se duplica probablemente por su persistencia en el suelo; un total de 11 plaguicidas distintos se encontraron en las muestras de suelo. La presencia de plaguicidas en algunos drenajes de parcelas de cultivo, corrobora el arrastre de estos que ocurre hacia los cuerpos de agua (cuadro 10).



Ejemplos de arrastre de plaguicidas por erosión del suelo

Cuadro 9. Plaguicidas más detectados en los suelos de la microcuenca Plantón-Pacayas. 2006-2009.

plaguicidas	presencia %	concentración promedio mg/kg	concentración* máxima mg/kg
pentacloroanilina	89,7	0,35	1,1
hexaclorobenceno	75,9	0,06	0,15
clorpirifos	72,7	0,15	0,7
clorotalonil	72,4	0,24	1,1
DDE-pp	58,6	0,09	0,25
quintozeno	48,3	0,17	0,49
flutolanil	41,4	0,89	4,6
protiofos	35,7	0,30	1
DDT-pp	34,5	0,14	0,26
pentaclorobenceno	24,1	0,02	0,03
tecnaceno	10,3	0,04	0,05

* No hay normativa nacional sobre concentraciones máximas permitidas

Cuadro 10. Plaguicidas más detectados en suelos y drenajes de parcelas en Plantón-Pacayas.

cultivo	suelo de parcela mg/kg	drenaje de misma parcela mg/kg
culantro	protiofos 0,3; clorotalonil 0,2; flutolanil 1,1; pentacloroanilina 0,2	DDE-pp sí, DDT-pp 0,12; hexaclorobenceno 0,04; quintozeno 0,06; clorpirifos 0,01; protiofos 0,3; clorotalonil 1,1; flutolanil 4,6; pentacloroanilina 0,7
remolacha y repollo	DDE-pp 0,05; DDT-pp 0,2; hexaclorobenceno 0,1; quintozeno 0,2; protiofos 0,3; permetrina 0,4; clorotalonil 0,1; pentacloroanilina 0,6	DDT-pp 0,2; hexaclorobenceno 0,08; quintozeno 0,5; tecnaceno 0,03; protiofos 0,2; permetrina 0,2; pentacloroanilina 0,5; pentaclorobenceno 0,01
brócoli y coliflor	hexaclorobenceno 0,08; quintozeno 0,43; tecnaceno 0,04; clorpirifos 0,1; clorotalonil 0,09; pentacloroanilina 0,44; pentaclorobenceno 0,02	hexaclorobenceno 0,02; permetrina 7,8; clorotalonil 0,08

En el 50% de las hortalizas analizadas se encontraron residuos de plaguicidas, aunque solo en 5 hortalizas de las 29 analizadas (17%) se encontraron valores por encima de los aceptados por la normativa (cuadro 11). En la mitad de las hortalizas con residuos, el 20% de las muestras son de papa, el 70% de zanahoria y el 80% de brócoli. El hecho de que la papa sea un tubérculo localizado más profundo en el terreno en relación a la zanahoria, parece indicar cierta protección de las aplicaciones de plaguicida. Asimismo, la planta de papa es más alta y por su forma podría tener un efecto de sombrilla a las aplicaciones de plaguicidas, mientras que la zanahoria es pequeña y forma un embudo recolector hacia el vegetal. En total se detectaron 25 diferentes ingredientes activos, entre ellos siete (boscalid, clorfenapir, iprodione, piraclostrobina, fenpiroximate, piridaben, espiroclifofen) no reportados en las encuestas.

Cuadro 11. Residuos de plaguicidas encontrados en hortalizas de Plantón-Pacayas. 2006-2009.

Hortalizas	Residuos de plaguicidas (mg/kg)
culantro	trazas* de clorotalonil, flutolanil 0,2 , trazas de pentacloroanilina, tolclofos-metil 0,15
coliflor	clorotalonil 0,03, metamidofos sí**, carbendazina sí, trazas de carbofuran, triadimenol sí
remolacha	clorotalonil 0,06 ; hexaclorobenceno trazas, pentacloroanilina 0,02; pentaclorobenceno traza, permetrina 0,15 ; pencicuron trazas, carbendazina trazas
repollo	clorotalonil 0,12; boscalid sí, carbendazina trazas, clorfenapir sí, iprodione sí, lambda-cyhalothrin sí, piraclostrobina trazas, indoxacarb sí, tebuconazol trazas
papa	clorpirifos trazas, etofenprox trazas, espiroclifofen trazas hexaclorobenceno 0,01; pentacloroanilina 0,01
brócoli	carbendazina trazas, clorfenapir sí
	trazas de fenpiroximate, piridaben y espiroclifofen
	clorotalonil 0,3 ; pentacloroanilina 0,08 ; hexaclorobenceno 0,02; clorpirifos trazas, demeton-o-sufoxide trazas
	clorotalonil 0,03
zanahoria	clorotalonil traza, hexaclorobenceno 0,04 ; pentacloroanilina 0,03 ; pentaclorobenceno 0,03 ; quintozeno 0,05 ; tecnazeno sí, flutolanil 0,15, boscalid trazas, iprodione sí, linuron trazas
	clorpirifos trazas, pentacloroanilina trazas, hexaclorobenceno trazas, boscalid trazas, etofenprox trazas, espiroclifofen trazas
	clorotalonil 0,2 y trazas de hexaclorobenceno y pentacloroanilina
	hexaclorobenceno 0,01, pentacloroanilina 0,03 , clorpirifos y quintozeno trazas, linuron sí
	flutolanil 0,27 ; hexaclorobenceno trazas, pentacloroanilina 0,07 ; pentaclorobenceno 0,04 ; quintozeno 0,04 ; tecnazeno 0,01

Nota: en negrita **concentraciones que exceden la normativa nacional e internacional** (anexo 12).

* Trazas: por debajo del límite de cuantificación

** Sí: presencia detectada por laboratorio holandés

En el caso de una muestra de remolacha se analizaron valores que superan seis veces la concentración máxima permitida de clorotalonil y tres veces los valores de permetrina aceptados. Los metabolitos de quintozeno superan dos veces la norma en la brócoli de un agricultor y de dos a tres veces en tres muestras de zanahoria. También en zanahoria se detectaron valores que superan de tres a cinco veces la concentración máxima permitida de flutolanil.

La normativa nacional sobre los límites máximos de residuos de plaguicidas en vegetales (Decreto N° 35301-MAG-MEIC-SALUD. La Gaceta N° 129, 06/07/2009) no tiene valores específicos para el país, sino se adoptan los límites establecidos por la Unión Europea, la Agencia de Protección Ambiental de EEUU y el Codex Alimentarius de FAO, OMS.

3.4 Evaluación biológica de las quebradas

Las comunidades biológicas de las quebradas se evaluaron en el tercer año de estudio, durante los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre y en 5 puntos de los cursos de agua. En total se recolectaron 14.322 organismos, pertenecientes al menos a 62 géneros de 43 familias distintas (anexo 13). Se aplicó el Índice BMWP-CR y se observó en todos los puntos que el agua es de calidad “mala, contaminada o muy contaminada”, correspondiente a los colores amarillo y naranja del cuadro 12. Hay incluso una condición de agua de “calidad muy mala, extremadamente contaminada” determinada en agosto en el punto Pacayas Media. Todo lo anterior indica que el estado de estas aguas es crítico y no son aptas para uso del ecosistema ni para las comunidades biológicas.

Cuadro 12. Resultados del Índice BMWP para las quebradas Plantón y Pacayas. 2009.

sitio*	abundancia				riqueza de taxa				BMWP-CR**			
	feb	may	ago	nov	feb	may	ago	nov	feb	may	ago	nov
PaA	575	415	50	778	20	20	7	22	33	61	16	31
PaM	2664	1768	38	520	21	12	7	19	42	36	14	25
PaB	539	1188	31	625	21	19	10	24	43	35	33	63
PIA	2258	259	554	617	21	17	15	22	31	44	28	30
PIM	815	325	66	419	29	13	9	23	45	41	25	35

* PaA: Pacayas Alta; PaB: Pacayas Baja; PaM: Pacayas Media; PIA: Plantón Alta; PIM: Plantón Media. El punto Plantón Bajo no se estudió por la dificultad de acceso al lecho de la quebrada.

** Verde: Aguas de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada. Amarillo: Aguas de calidad mala, contaminadas. Naranja: Aguas de calidad mala, muy contaminadas. Rojo: aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas (cuadro 1)

Los datos de estos muestreos son consistentes en el año en cuanto a las malas condiciones de calidad del agua. Los puntajes más altos para estas quebradas apenas llegan a considerarse aguas de calidad regular (verde). A manera de referencia y comparación, se calculó el índice BMWP a una lista de familias de macroinvertebrados reportada por Menezes (2006) para una quebrada dentro del Parque Nacional Volcán Irazú, en el sector Prusia. Este listado suma un puntaje de 106, mucho mayor al valor más alto del presente estudio que fue de 63 (sumatoria de los puntajes obtenidos para todas las familias de macroinvertebrados recolectadas en un sitio), lo que le confiere la categoría Azul de aguas de calidad buena no contaminadas.

Se observa una disminución muy fuerte en el mes de agosto tanto en la riqueza de taxa, como en la abundancia y en el índice BMWP-CR. Esta condición podría ser consecuencia de una crecida fuerte, ya que en los puntos de muestreo se observaron señales recientes de caudales elevados. También puede considerarse la posibilidad de que esto sea producto de diferencias estacionales, ya que durante las lluvias hay mayor inestabilidad hidrológica, que puede generar alta mortalidad (Jacobsen y Encalada 1998).

En general, en sitios impactados el %Chironomidae y el %Diptera aumenta con respecto a sitios limpios, el %Trichoptera disminuye, así como también aumenta el %organismos tolerantes (Prat *et al.* 2008). La presencia de plaguicidas y otros contaminantes como nutrientes y sedimentos en el agua, se puede relacionar con mayor abundancia de algunos organismos, por la explosión de especies tolerantes que colonizan los hábitats degradados en ausencia de competidores más sensibles. Asimismo, se puede observar una menor riqueza de familias como un indicador de la pérdida de las especies más sensibles a estas sustancias químicas o a otros contaminantes propios de las

actividades agropecuarias (cuadro 12). Por ejemplo, familias como Polycentropodidae, Leptoceridae, Odontoceridae (Trichoptera) ó Cordulegastridae (Odonata), que han sido clasificadas como sensibles, no se pudieron encontrar en ninguno de los sitios del presente estudio, mientras que sí se encontraron en el estudio de Menezes (2006) en el PN Volcán Irazú. También, aunque sí se observó en el sitio PaA, sólo se encontró 1 individuo de la familia Hydrobiosidae (Trichoptera), considerada altamente sensible en todo el período de estudio, mientras que en Prusia se encontraron 17 organismos en un solo muestreo.

En el cuadro 13 se puede observar que el porcentaje de organismos tolerantes fue mucho mayor en los sitios de estudio de la microcuenca Plantón-Pacayas que en el sector Prusia. También, en el cuadro 14 se observa que hubo altos porcentajes de Chironomidae y que la mayoría de los organismos comunes en estos sitios fueron Dípteros y oligoquetos (que son organismos tolerantes). Mientras tanto, el porcentaje de otros grupos sensibles fue mucho menor.

Cuadro 13. Comparación de la riqueza de familias y el porcentaje de organismos tolerantes para los cinco sitios de estudio con un sitio de referencia dentro del PN Volcán Irazú (sector Prusia).

	PaA	PaM	PaB	PIA	PIM	Prusia*
Máxima riqueza de familias encontrada	20	20	23	20	26	35
%organismos tolerantes	98,5	48,7	72,2	99,2	90,3	31,5

* Menezes 2006.

Cuadro 14. Grupos de macroinvertebrados más comunes (abundancia relativa >1%) por punto de muestreo en Plantón-Pacayas. 2009.

Orden/ Familia	PaA	PaM	PaB	PIA	PIM
Amphipoda/ Talitridae	1,08	47,81	0,08	0	0
Collembola/fam. indet.	2,61	0,10	0	0,11	0
Collembola/ Isotomidae	1,02	0,44	0,21	0,38	0,57
Diptera/ Chironomidae	34,43	16,95	18,70	40,63	29,99
Diptera/ Empididae	0,40	0,42	0,80	0,19	1,58
Diptera/ Psychodidae	0,28	0,08	0,80	0,66	1,01
Diptera/ Simuliidae	0,28	0,04	43,77	2,17	31,20
Ephemeroptera/ Baetidae	0,06	0	26,71	0,69	9,07
Oligochaeta	56,83	30,23	5,77	53,21	24,16
Trichoptera/ Lepidostomatidae	0,11	2,76	0	0,08	0,38
Trombidiformes/ Hydracarina	0,17	0	1,31	0,19	0,25

4. Conclusiones y recomendaciones

El cultivo de papa es el más importante en la microcuenca Plantón Pacayas, seguido por zanahoria y brócoli. Tanto para estos cultivos como para los de coliflor, repollo, remolacha y culantro es notoria la diferencia entre los agricultores en cuanto al uso de plaguicidas aplicado a la misma hortaliza. Esta disparidad puede indicar una carencia en asesoría técnica en la zona de estudio; los servicios del Estado en este sentido son limitados, hay poco personal a cargo de un área cantonal extensa y la mayoría sin la formación profesional apropiada. De hecho, por falta de conocimiento, algunos agricultores mezclan para una misma aplicación 2 o 3 veces el mismo ingrediente activo como mancozeb, clorotalonil, paraquat o insecticidas bajo diferente nombre comercial. Estas aplicaciones innecesarias representan un gasto económico adicional, el productor aumenta su exposición a las sustancias tóxicas, así como el riesgo de aparición de plagas resistentes y la pérdida de la biodiversidad por el incremento de la contaminación ambiental.

Mediante las 136 encuestas realizadas a los 74 productores, se identificó el uso de 84 ingredientes activos y casi un centenar de fertilizantes distintos. Sin embargo, en los análisis de residuos en vegetales se encontraron otros siete plaguicidas no listados; probablemente los horticultores consultados no recuerdan bien todo lo que usan, en especial cuando los nombres comerciales son difíciles de pronunciar, son productos nuevos y de menor consumo. Los fungicidas son las sustancias más utilizadas y en parte esto explica porque durante la época de lluvias se aplica dos y media veces más plaguicida que en la estación seca. Por otro lado, no se observaron diferencias en la fertilización entre las estaciones climáticas pero sí entre las hortalizas. Una hectárea puede recibir entre 1 y 4 toneladas métricas de fertilizante por año. En un año puede haber solo un ciclo de cultivo si es para semilla de papa, dos ciclos de zanahoria o papa y hasta 3 ciclos de brócoli o coliflor. El uso de plaguicidas en la producción de hortalizas puede variar entre 11 y 163 kg de ingrediente activo por hectárea por año, un uso relativamente alto si se compara con otros cultivos como arroz con un uso de hasta 24 kg ia./ha/año, banano (40), piña (15-20) y melón (70-140) (Ramírez F. 2009. com.pers.).

Las exigencias del mercado imponen controles sobre el uso de plaguicidas. Los productores que venden a las cadenas de supermercados aplican muy poco plaguicida y usan más bioplaguicidas y biofertilizantes, sin afectar su productividad y rentabilidad. Cuando la comercialización se hace en la Feria del Agricultor, los intermediarios no ejercen ningún control, más bien todo lo contrario. El uso de plaguicidas en la producción de semilla de papa es el más alto, pues no es un producto para consumir, se da en fincas grandes en las partes altas de la microcuenca y representan un impacto potencial sobre el recurso hídrico.

En Plantón-Pacayas se usan plaguicidas restringidos por su alta toxicidad y persistencia, entre ellos: paraquat (Gramoxone, Quemante), PCNB o quintozeno un organoclorado, metamidfos (Tamaron), clorpirifos (Lorsban, Solver), endosulfan un organoclorado (Thiodan), carbofuran (Furadan) y aldicarb (Temik). Solo el 22% de los horticultores realiza un monitoreo de su cultivo para decidir qué aplicar, el resto aplica como práctica rutinaria. El 80% de los desechos no recibe un manejo apropiado y la mitad de los envases plásticos de plaguicidas son quemados. Por la presencia de cloro en algunas de las sustancias, esta práctica es muy contaminante pues hay liberación de dioxinas, sustancias cancerígenas, a la atmósfera. Además, los agricultores no utilizan equipo de protección.

Se encontró contaminación por fertilizantes, sedimentos y plaguicidas en ambas quebradas estudiadas, en concentraciones que impactan los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad. Asimismo, se detectó vulnerabilidad a la contaminación en las nacientes para agua potable de la microcuenca, por la presencia de nitratos y plaguicidas; se detectaron trazas de clorpirifos, hexaclorobenceno y clorotalonil. 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. En la mitad de los vegetales analizados se detectaron residuos de 25 plaguicidas diferentes, hasta diez en una misma muestra; aunque solo en el 17% de las hortalizas las concentraciones de plaguicidas superaron los valores aceptados por la normativa nacional. En el caso de residuos en suelos, es importante resaltar que el país no cuenta con una normativa sobre concentraciones máximas permitidas en suelo.

Al revisar las sustancias aplicadas, los residuos en el suelo y en los vegetales para el mismo productor, no se encontró coincidencia en todos los casos como sería de esperar (anexo 8). Es probable que en los suelos se detecten sustancias de cultivos anteriores, o que se usaran sustancias no persistentes en el suelo o se hayan lavado por la pendiente del terreno. También puede ocurrir deriva desde otras parcelas vecinas o que los agricultores no recuerden e informen sobre todos los plaguicidas aplicados. Además, algunas de las sustancias de mayor uso en la microcuenca como mancozeb, captan, carbendazina, cimoxanil, propineb, paraquat y glifosato, entre otras, no se pueden analizar en el laboratorio del IRET (anexo 10).

En el cultivo de papa se aplicó el modelo PIRI "Pesticide Impact Rating Index" para estimar el riesgo de contaminación de las aguas superficiales por la escorrentía y el arrastre de los plaguicidas aplicados durante el ciclo de cultivo. Se crearon dos condiciones diferentes según frecuencia y cantidad de lluvia, pendiente y cercanía del cultivo a la quebrada y se estimó que entre el 65 y 90% de las sustancias aplicadas en papa tienen un *riesgo alto, muy alto y extremadamente alto* de movilidad hacia las quebradas (anexo 14). Con este modelo se pueden detectar los plaguicidas aplicados en una cuenca que son arrastrados hacia los embalses. De acuerdo al uso de la tierra, los plaguicidas aplicados, la cantidad y frecuencia de uso y las condiciones ambientales (pendientes, materia orgánica, lluvia) se infiere el riesgo de contaminación de las aguas superficiales, evaluando el potencial de movilidad o de toxicidad para peces de los plaguicidas (Oliver y Kookana 2005).

Por todo lo mencionado anteriormente, se recomienda lo siguiente:

Se requiere reforzar la asistencia Estatal hacia los productores para el seguimiento de plagas, el criterio para la aplicación de plaguicidas y la incorporación de mejores prácticas agrícolas. Estas prácticas incluyen, entre otras, la forma de arado, el uso de gavetas para retener suelo, la instalación de trampas de insectos, la elaboración de fertilizantes naturales, la aplicación de bioplaguicidas, el uso de sustancias menos tóxicas, la calibración de boquillas, la siembra de cercas vivas como barreras de pérdida de suelo y deriva de plaguicidas y como hábitat de plagas. Además, debe darse un seguimiento al manejo de desechos tanto en envases de plaguicidas como sobrantes de mezclas, los cuales son por lo general reaplicados al cultivo o al suelo directamente. Esta asesoría técnica del Estado más permanente, mediante visitas regulares de profesionales a todos los productores de hortalizas, debería incluir así mismo la posibilidad de evacuar consultas a través de un número telefónico y una dirección electrónica, pues algunos tienen acceso a la red.

Se le debe insistir al productor sobre el equipo de protección personal, al menos el uso de guantes, mascarilla, anteojos, delantal y capa de espalda al preparar y aplicar las mezclas de plaguicidas; así como el lavado aparte de la ropa de trabajo. El paso inicial es lograr efectivamente la transferencia de los resultados de este estudio a instancias superiores dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, abriendo canales de comunicación para hacer notar la urgente necesidad de fortalecer las actividades de extensión agrícola calificada en las zonas hortícolas del norte de Cartago, en donde prácticamente los agricultores dependen de las recomendaciones de las empresas comercializadoras de agroquímicos. La necesidad de consejo se detectó en las conversaciones con los horticultores a lo largo de los tres años de ejecución de esta investigación, quienes estuvieron muy anuentes a colaborar con el trabajo, mostrando interés en optimizar la utilización de plaguicidas, tanto por los costos de los insumos como por los riesgos a la salud.

Además de la reducción en la cantidad de ingrediente activo de plaguicidas y fertilizantes aplicados a los cultivos y la implementación de mejores prácticas de conservación de suelos; se requiere restaurar la vegetación riparia de las quebradas Plantón y Pacayas. Esto con la finalidad de mitigar la contaminación por sedimentos, nutrientes y residuos de plaguicidas en los cursos de agua, simplemente cumpliendo con la legislación vigente; pues en varios tramos de las quebradas se siembran hortalizas hasta el borde. Sin vegetación riparia, los contaminantes pasan directamente a las quebradas, afectando la calidad del ecosistema y los organismos que lo habitan, desde bacterias, hongos e invertebrados, hasta plantas acuáticas y peces (Hamilton y King 1983, Naiman *et al.* 2005). El índice del hábitat fluvial (anexo 2) muestra que los sitios tienen condiciones naturales de medias o casi óptimas para el establecimiento de una comunidad biológica diversa, esto es importante para la recuperación y restauración de la ecología de las quebradas, en caso de que se logre disminuir el impacto agrícola sobre las aguas.

Es recomendable la transferencia de datos sobre la calidad de las nacientes a los municipios de Alvarado y Oreamuno, para que conozcan el riesgo existente sobre las aguas de distribución domiciliar. De esta manera, en conjunto con el Ministerio de Salud y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados se diseñe un plan de monitoreo de las fuentes de agua potable y se implementen mejoras en el tratamiento del agua. Sin embargo, para valorar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas en la zona se requiere un conocimiento más completo de los procesos hídricos, con información sobre los eventos especiales en relación a la precipitación, la profundidad del nivel freático y el flujo del agua freática, los acuíferos en el área, la permeabilidad del suelo y los diferentes tipos del escurrimiento.

En estudios futuros se debería considerar el tema de la contaminación atmosférica, dada la deriva que también ocurre de sustancias tóxicas y la práctica regular de quemar los envases de plaguicidas, incidiendo en la dispersión de contaminantes en el aire. Asimismo, se debería dar un seguimiento a la contaminación por residuos de plaguicidas en las aguas, los suelos y los vegetales incluyendo al menos las 15 o 20 sustancias más utilizadas en la microcuenca, con el apoyo de un laboratorio fuera del país con capacidad analítica para esas sustancias. Finalmente, es conveniente llevar a cabo un ensayo en parcelas con repeticiones y condiciones controladas para levantar datos y convencer al agricultor que el uso de menos insumos en el cultivo de hortalizas no afecta su producción pero sí mejora su rentabilidad al bajar los costos de producción. Es relevante propiciar el intercambio de los productores con los agricultores orgánicos y de bajo insumo presentes en la microcuenca como don Pablo Aguilar en Buenos Aires de Pacayas, don Danilo López y don Jesús Orozco en Encierrillos para que incorporen variantes amigables con el ambiente en sus labores agrícolas.

5. Referencias bibliográficas

- Acosta R., Ríos B., Rieradevall M. y Prat N. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28(1): 35-64.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).1996.Toxicological Profile Information Sheet. Public Health Service. U.S. Department of Health and Human Services (HHS)
- Arroyo L., Ugalde M. y Araya E. 2006. Línea base biofísica y técnico-productiva para la intervención y desarrollo de la actividad productiva en la microcuenca Plantón –Pacayas. Proyecto Plantón-Pacayas, Documento Técnico No.2. INTA Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, MAG. San José. 53 p.
- Arze J.C.1999. Diagnóstico del subsector agrícola de Costa Rica. REDCAHOR/IICA. San José, Costa Rica. 46 p.
- British Crop Protection Council. 2000. The Pesticide Manual. A World Compendium. twelfth ed. Clive Tomlin ed. BCPC. Inglaterra.
- Chaverri F., Soto L., Ramírez F. y Bravo V. 2000. Diagnóstico preliminar del uso de plaguicidas en los cultivos de arroz, banano, café, caña de azúcar, cebolla, melón, naranja, papa, piña, tomate, flores y plantas ornamentales. Informe Final Proyecto Diagnóstico de uso de plaguicidas en Costa Rica. Programa SAREC de investigación en ambiente y salud en Centro América. IRET, Universidad Nacional, Heredia. 46 p.
- Extension Toxicological Network (EXTOXNET). 1996. Pesticide Information Profiles (PIPs). Cornell University, Michigan State University, Oregon State University, University of California at Davis.
- FOOTPRINT. 2006. The FOOTPRINT Pesticide Properties DataBase. Database collated by the University of Hertfordshire as part of the EU-funded FOOTPRINT project (FP6-SSP-022704).
- Gómez, O. 2004. Estudio detallado de suelos de la microcuenca Plantón-Pacayas, Pacayas de Alvarado, Cartago. Proyecto Plantón-Pacayas, Documento Técnico No.1. INTA Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, MAG. San José. 64 p.
- García, J. 1997. Introducción a los plaguicidas. Primera Edición. EUNED. San José, Costa Rica. 476 p.
- Hamilton L.S. y King P.N. 1983. Tropical Forested Watersheds, Hydrologic and soils response to major uses or conversions. Westview Press, Boulder, Colorado. 168 p.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). 2009. Agent reviewed by the IARC monographs. Volumes 1-100.
- IRET-UNA. 1999. Manual de Plaguicidas: Guía para América Central.. Edición. Castillo, L.E., Chavarri, F., Ruepert, C., Astorga, Y., Monge, P., Wesseling, C. (editores). EUNA, Heredia.
- Jacobsen D. y Encalada A. 1998. The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian high-land streams in the wet and dry season. *Arch. Hydrobiol.* 142(1): 53-70.
- Menezes, S. 2006. Desarrollo de nuevas herramientas de evaluación de riesgos ambientales en áreas de cultivos agrícolas. Informe Parcial: Muestreo de macroinvertebrados bentónicos en una quebrada del Parque Nacional Volcán Irazú – sector Prusia (Río Reventado). Mimeografiado. Heredia. 9 p.
- Naiman R.J., Décamps H. y McClain M.E. 2005. Riparia, Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities. Elsevier Academic Press. London. 430 p.
- Oliver D. y Kookana R. 2005. Pesticide use in the 6th Creek sub-catchment, Mt. Lofty Ranges, S.A. and assessment of risk of off-site movement using Pesticide Impact Rating Index (PIRI). CSIRO Land and Water Technical Report 11/05. 45 p.
- OPS-OMS/UCR. 2001. Proyecto PLAGSALUD. Manipulación, consumo y residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas. 112 p.
- Pesticide Action Network-UK. 2009. The list of lists. A catalogue of lists of pesticides identifying those associated with particularly harmful health or environmental impacts. London.
- Prat N., Ríos B., Acosta R. y Rieradevall M. 2008. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En: Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos, E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds). Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina.
- Ramírez F., Chaverri F., de la Cruz E., Wesseling C., Castillo L. y Bravo V. 2009. Importación de plaguicidas en Costa Rica, Periodo 1977-2006. Serie Informes Técnicos IRET No.6. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia. 58 p.
- SEPSA. 2009. Boletín Estadístico Agropecuario N° 18. Área de Estadísticas Económicas e Información. San José, Costa Rica. 122 p.

U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Interim Reregistration Eligibility Decision (IREED). Fenamiphos facts. Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (7508C). EPA 738-F-02-003.

van Es, J. 2005. Caracterización física preliminar de la microcuenca Pacayas y Plantón en Cartago. Informe de Pasantía. IRET, UNA y Universidad de Utrecht, Holanda. 35p.

Anexo 1

Encuesta de uso de plaguicidas aplicada en la microcuenca Plantón-Pacayas.

Fecha _____ Hora inicio _____
 Nombre del encuestador _____ Hora final _____
 Aclaro, que la información que usted aporte es confidencial y que solo se utilizará para los fines de nuestro estudio.

Información general: GPS: _____
 Nombre _____ Edad _____
 Nombre de finca _____ 1. propia _____ 2. alquila _____
 Provincia _____ Cantón _____ Distrito _____

1. Tiene protección contra la erosión: barreras vivas ____, zanjas de ladera ____, siembra en contorno ____, usa coberturas vivas o abonos verdes? _____ Tiene ganado o animales que reciclan productos (desechos de cultivo, incorporan boñiga, composta, lombrices?)

2. Siembra para autoconsumo y cómo lo hace con respecto a plaguicidas (igual, menos o más):

3. Cuando decide aplicar, porqué lo hace? Por costumbre, por recomendación, por monitoreo de plagas, porque el vecino lo hace, otros?

4. Condiciones climáticas al aplicar? Usted toma en cuenta la hora, peligro de lluvia, otros para aplicar?

5. Cuando aplican toman en cuenta los sitios cercanos a quebradas, viviendas, calles, animales, cultivos próximos a cosecha, otros?

- A. Nombre del cultivo _____ Área del cultivo _____ Área de aplicación _____
- B. Fecha inicio siembra: _____ Fecha cosecha: _____
- C. Barbecho: _____

6. Uso de plaguicidas desde etapa de vivero, preparación del terreno, mantenimiento, cosecha, poscosecha, transporte y almacenamiento.

Atomizaciones o actividades por orden cronológico (fecha)	Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	Qué dosis utiliza?	Qué equipo de aplicación utiliza?	Cuántas veces aplica por ciclo de producción o por año?	Cuánto caldo de dilución gasta por hectárea?

Observaciones o dudas:

7. Dónde lava o limpia el equipo de aplicación?

- 1. En la bodega
- 2. En el cultivo donde se aplica
- 3. En la orilla de un río o quebrada cercana
- 4. En la pila de la casa
- 5. Patio fuera de bodega
- 6. Otro lugar _____
- 7. NS/NR

8. ¿Dónde prepara los plaguicidas?

- 1. En la bodega, afuera
- 4. En un río o quebrada cercanos

- 2. En la bodega, adentro
- 3. En el cultivo donde se aplica
- 5. En la pila de la casa
- 6. Otro lugar _____
- 7. NS/NR

9. ¿En qué forma prepara usualmente los caldos de aplicación o dilución de plaguicidas ?
- 1. En un estañón, revolviendo con la mano
 - 2. En un estañón, revolviendo con un palo
 - 3. Vaciando la dosis en la bomba y agitando
 - 4. Tanque especial
 - 5. No se diluyen, se aplican directamente
 - 6. Vaciando la dosis en *boom*, se agita solo
 - 7. Otra forma _____

10. Hay algún plaguicida que se diluya en forma diferente?
- 1. Si
 - 2. No
 - Cómo?

11.

Qué ropa y equipo de protección usa?	Cuándo prepara caldos y mezclas?	Cuándo aplica?
1. Kimono / <i>overall</i>		
2. Delantal de hule		
3. Mascarilla. Tipo _____ Cada cuánto cambia el filtro _____		
4. Anteojos		
5. Guantes		
6. Camisa manga larga		
7. Camisa		
8. Pantalón largo		
9. Pantalón corto		
10. Botas de hule		
11. Otro zapato Tipo _____		
12. Gorra / sombrero		
13. Otro _____		

12. ¿Qué hacen con los envases cuando se acaba el producto?
- 1. Se devuelven al proveedor
 - 2. Se botan, dónde _____
 - 3. Se reutilizan, en qué _____
 - 4. Se almacenan, dónde _____
 - 5. Se entierran, dónde _____
 - 6. Se queman, dónde _____
 - 7. Otro _____

13. ¿Qué hace con los sobrantes de los caldos de aplicación?

14. ¿En el último año, durante alguna aplicación de plaguicidas o hasta un día después, experimentó algún malestar y no visitó el médico? (dolor de cabeza, de estómago, mareos, ardor de ojos o piel, picazón, etc?)

15. Compra de plaguicidas: Cuanto compró en el último año o ciclo, de los plaguicidas que usó: (si no respondió bien la parte de uso cronológico)

Plaguicida	kg o litros	Valor	Donde lo compra, etc. Observaciones.

Observaciones: _____

Anexo 2

Fichas de los sitios de muestreo de aguas superficiales y subterráneas

Quebrada Pacayas: parte baja

Código	Pa-B
Localización GPS	9°9'1634 N y 83°8'1206 W
Altitud	1.720 msnm
Sitio de muestreo	Puente Los Gemelos, sobre la carretera de entrada al poblado de Pacayas
Profundidad	0,75-0,23 m
Ancho de cauce	2,20-0,90 m
Caudal	0,20-0,07 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	60/100 Inicio de alteración importante, calidad intermedia
*Índice de hábitat fluvial	73 Valor casi óptimo para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
** Índice BMWP de diversidad biológica	33-63 en año 2009 Agua de calidad regular a calidad mala y muy contaminada
Fotografías del tramo de río muestreado	

* Acosta et al 2009 ** Decreto ejecutivo No. 33903-MINAE-S, La Gaceta No. 178. 2007 (cuadro 12)

Nota: las quebradas muestreadas en sí mismas tienen potencial para albergar una buena comunidad biológica pero que el impacto de los plaguicidas y sedimentos por las prácticas agrícolas y el mal uso de la tierra resulta en una diversidad muy pobre.

Quebrada Pacayas: parte media

Código	Pa-M
Localización GPS	9°9'33.49 N y 83°8'35.56 W
Altitud	2.305 msnm
Sitio de muestreo	Hacienda Plantón de don Julio Sancho, sector San Pablo, aguas abajo de la catarata.
Profundidad	0,32-0,17 m
Ancho de cauce	1,63-0,50 m
Caudal	0,08-0,03 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	25/100 Alteración fuerte, mala calidad
*Índice de hábitat fluvial	65 año 2009 Valor medio para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
** Índice BMWP de diversidad biológica	14-42 en año 2009 Agua de calidad mala muy contaminada a agua de calidad muy mala extremadamente contaminada.
Fotografías del tramo del río muestreado	

Quebrada Pacayas: parte alta

Código	Pa-A
Localización GPS	9°94282 N y 83°84582 W
Altitud	2.692 msnm
Sitio de muestreo	Finca de doña Elizabeth Sancho, sector San Juan de Chicoá.
Profundidad	0,13-0,06 m
Ancho de cauce	1,53-0,60 m
Caudal	0,17-0,0004 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	95/100 Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena
*Índice de hábitat fluvial	73 Valor casi óptimo para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
** Índice BMWP de diversidad biológica	16-61 en año 2009 Agua de calidad regular contaminación moderada a calidad mala y muy contaminada
Fotografías del tramo del río muestreado	 <p>The photographs show the study site. The top image is a dirt path leading through a forest. The bottom left image shows a stream flowing through dense vegetation. The bottom right image shows a person sampling the water in the stream.</p>

Quebrada Plantón: parte baja

Código	PI-B
Localización GPS	9°9'16.43" N y 83°8'11.87" W
Altitud	1.736 msnm
Sitio de muestreo	Puente Los Gemelos, sobre la carretera de entrada al poblado de Pacayas
Profundidad	0,25 m
Ancho de cauce	0,50 m
Caudal	0,15 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	50/100 Alteración fuerte, mala calidad
*Índice de hábitat fluvial	70 Bueno para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
Fotografías del tramo del río muestreado	

Quebrada Plantón: parte media

Código	PI-M
Localización GPS	9°99254 N y 83°81655 W
Altitud	1.886 msnm
Sitio de muestreo	Puente de Encierrillos
Profundidad	0,29-0,12 m
Ancho de cauce	2,17-0,50 m
Caudal	0,10-0,04 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	55/100 Inicio de alteración importante, calidad intermedia
*Índice de hábitat fluvial	62 Valor medio para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
** Índice BMWP de diversidad biológica	25-45 en año 2009 Agua de calidad mala contaminada a agua de calidad mala muy contaminada
Fotografías del tramo del río muestreado	

Quebrada Plantón: parte alta

Código	PI-A
Localización GPS	9°93337 N y 83°83066 W
Altitud	2.306 msnm
Sitio de muestreo	Hacienda Plantón de don Julio Sancho, sector San Pablo, afluente más occidental de la quebrada
Profundidad	0,12-0,04 m
Ancho de cauce	1,13-0,60 m
Caudal	0,15-0,001 m ³ /seg.
*Índice de calidad de la ribera para comunidades arbóreas	40/100 Alteración fuerte, mala calidad
*Índice de hábitat fluvial	74 Valor casi óptimo para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa
** Índice BMWP de diversidad biológica	28-44 en año 2009 Agua de calidad mala contaminada a agua de calidad mala muy contaminada
Fotografías del tramo del río muestreado	

Nacientes para agua potable

<p>Tanque de captación Ivankovich en San Pablo de Oreamuno, recibe aguas de varias nacientes ubicadas en la parte alta de la microcuenca.</p>	
<p>Naciente Tica en Encierrillos de Alvarado.</p>	
<p>Tanque Municipal de Pacayas en Lourdes de Alvarado, acopia aguas de las nacientes María Cristina, Tica, Rubén Montero y Martín Montero.</p>	

Anexo 3

Procedimientos analíticos aplicados

Determinación de multiresiduos de plaguicidas

muestras de agua

Extracción fase sólida para cromatografía de gases (SPE-GC)

La muestra de agua fue extraída mediante extracción por fase sólida (SPE). Se utilizó un cartucho Isolute ENV+ (200 mg / 6 mL), previamente acondicionado. La muestra se agitó y se hizo pasar a través del cartucho. Al finalizar, se secó el cartucho y se eluyó con acetato de etilo. Cada extracto se concentró con nitrógeno y se cambió a una mezcla acetona/ciclohexano. El volumen final del extracto fue de alrededor 1 mL.

Extracción fase sólida para cromatografía líquida (SPE-LC)

La muestra de agua fue filtrada previamente y después fue extraída mediante extracción por fase sólida (SPE). Se utilizó un cartucho Isolute ENV+ (200 mg / 6 mL), previamente acondicionado. La muestra se agitó y se hizo pasar a través del cartucho. Al finalizar, se secó el cartucho y se eluyó con metanol. Cada extracto se concentró con nitrógeno y se cambió a una mezcla metanol/agua. El volumen final del extracto fue de alrededor 1 mL.

Análisis cromatográfico

El extracto en acetona-ciclohexano fue analizado mediante un cromatógrafo de gases con detector de masas (GCMS) marca Agilent GCMS 7890 / 5975C, con columna capilar e inyección "splitless", en modo de monitoreo selectivo (SIM) y modo escaneo (TIC) y equipo con un automuestreador CTC Combipal. Las sustancias se identificaron en modo SIM mediante el tiempo de retención y la razón entre las masas específicas.

Para la identificación de sustancias no conocidas se utilizó la búsqueda con el programa de manejo de datos (Chemstation) en la biblioteca de espectros NIST 05 (NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, 2005).

El extracto en metanol/agua se analizó mediante cromatografía líquida (HPLC) con detector de arreglo de diodos (PDA) (Shimadzu LC10).

muestras de suelo

Homogeneización de las muestras

Alrededor de un kilogramo de cada muestra de suelo se homogeneizó manualmente. Una parte de la muestra se guardó en bolsas ziploc, envuelta en papel aluminio.

Se tomó una porción de 1 g de la muestra que fue la que se extrajo por duplicado.

Extracción de las muestras

La muestra de suelo (1 g) se extrajo mediante una extracción con disolventes orgánicos asistida por radiación de microondas (MAE) según los procedimientos 3546 de SW846 (EPA 2000) y ASTM D6010. Para ello se utilizó el horno de microondas Mars 5 (CEM Corporation Matthews NC) con 30 mL de acetona/hexano 1:1 (V/V) en los tubos de teflón del fabricante. El horno de microondas se programó para que alcanzara una temperatura de 110°C en 10 minutos y 10 minutos adicionales a la temperatura mencionada. El extracto se separó del sólido remanente, se concentró y se cambió el disolvente a 1 mL de acetona-ciclohexano (1:9) para su respectiva determinación de residuos de plaguicidas por medio de cromatografía de gases.

Análisis cromatográfico

El extracto en acetona-ciclohexano fue analizado mediante cromatografía de gases con detector de masas (GCMS) en modo de monitoreo selectivo (SIM) y modo escaneo (TIC). Para la identificación de sustancias no conocidas se utilizó la búsqueda con el programa de manejo de datos en la biblioteca de espectros NIST 05 (NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, 2005).

Además se analizó el extracto mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD) con un Fisons HRGC Mega 2 (Carlo Erba, Italia), con autoinyector AS200 (CTC-Suiza), acoplado al programa EZstart (Agilent, EEUU) para la adquisición de los datos y una columna capilar.

muestras de hortaliza	<p>Homogeneización de las muestras Entre 2 a 3 kg de cada muestra, se partió en trozos pequeños antes de ser homogenizado por completo en una licuadora. Se tomó una porción (aproximadamente 300 g) representativa de la muestra.</p> <p>Extracción de la muestra Se pesó 15 g de muestra en un tubo de centrifuga de 200 mL, esta se agregó con 30 mL de acetona y se homogenizó en el Ultraturrax durante 30 segundos. Se agregó 30 mL de diclorometano y 30 mL de éter de petróleo, se homogenizó nuevamente con el Ultraturrax por 30 segundos. Se centrifugó por cinco minutos a 3000 r.p.m. Se siguió el procedimiento indicado en la parte I del "Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs" (1996) y mencionando por Hiemstra y de Kok (2007). Para el análisis con GCMS se tomó una alícuota de 10 ml de la fase orgánica (superior) y por último se concentra con una corriente de nitrógeno hasta un volumen final de 2 ml de acetona/ciclohexano (1:9). Para el análisis con GC-ECD se tomó una alícuota de 200 µL de la fase orgánica y se llevó a un volumen final de 1 ml de acetona / ciclohexano (1:9).</p>
Cuantificación	<p>Análisis cromatográfico El extracto GCMS fue analizado mediante cromatografía de gases con detector de masas (GCMS) en modo de monitoreo selectivo (SIM) y modo escaneo (TIC). Para la identificación de sustancias no conocidas se utilizó la búsqueda con el programa de manejo datos en la biblioteca de espectros NIST 05 (NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, 2005).</p> <p>El otro extracto fue analizado mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD).</p> <p>Patrones y curvas de calibración, los límites de detección La cuantificación de los plaguicidas incluidos en los análisis tanto en GC como en LC se realizó por medio de curvas de calibración de estándares externos por interpolación en un ajuste de mínimos cuadrados. En general se trabajó con curvas de calibración de cinco o seis niveles. Las muestras se inyectaban en grupos de seis y entre dos grupos se intercala la curva de calibración. Cuando fue necesario, los extractos fueron inyectados en forma diluida, para que estuvieran dentro del ámbito de trabajo. Las curvas de calibración se prepararon con disolventes de calidad adecuada para el análisis de residuos. Los patrones se prepararon a partir de diluciones de materiales de referencia de las sustancias de interés. Los límites de detección aplicados se indican en el anexo de los plaguicidas incluidos en el análisis.</p>
Control de calidad	<p>Uso blanco y estándar interno Con cada procedimiento se realizaron ensayos en blanco de laboratorio (reactivos). A todas las muestras, se agregaron etión como estándar interno. Además se hicieron pruebas de recuperación con los diferentes matrices.</p> <p>Análisis confirmatorios Para fines de confirmatorios y para hacer un barrido mas amplio con GCMS y LCMS algunos extractos de muestras fueron analizados por laboratorios acreditados para análisis de residuos de plaguicidas en el exterior:</p> <ul style="list-style-type: none">- El laboratorio "Omegam Laboratoria", Ámsterdam, Holanda (RvA, accreditation certificate L086)- El laboratorio "Chemistry Laboratory, VWA - Food and Consumer Product Safety Authority", Ámsterdam, Holanda. <p>En los informes de análisis se indican cuales sustancias fueron confirmadas por estos laboratorios, en el caso de que el laboratorio encontró otras sustancias solamente se indica su presencia ("Sí") no se cuantifica la concentración.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none">• UNE-EN ISO 11369, junio 1998. <i>Determinación de ciertos agentes para el tratamiento de las plantas. Método por cromatografía líquida de alta resolución con detección UV tras extracción sólido-líquido.</i>• <i>Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs</i>, (1996), Part I. 6th edition, General Inspectorate for Health Protection, Ministry of Health, Welfare and Sports, The Hague, The Netherlands.• Hiemstra M, de Kok A. (2007) <i>Comprehensive multi-residue method for the target analysis of pesticides in crops, using liquid chromatography-tandem mass spectrometry</i>, J. Chromatogr. A, 1154, 3-25.• ASTM. D6010-96. (1996) <i>Closed vessel microwave solvent extraction of organic compounds from solid matrices.</i>• EPA (2000), <i>Method 3546 Microwave extraction</i>, SW 846.

Determinación de parámetros físico químicos

Materia seca y orgánica en suelo

Materia seca en muestras de suelo

En la muestra de suelo homogeneizada se determinó se su masa seca por la cantidad de agua perdida por la muestra a 105°C durante 24 horas.

Materia orgánica en muestras de suelo mediante la pérdida por ignición

En la muestra de suelo seca se determinó la pérdida de peso por calcinación a 550°C por 4 horas.

De acuerdo a las normas:

- UNE-EN 12879:2001 Caracterización de lodos. Determinación de la pérdida de peso por calcinación de la materia seca.
- UNE-EN 12880:2001 Caracterización de lodos. Determinación de la humedad y del contenido en materia seca.

Sólidos en agua

Sólidos totales en muestras de agua (TS)

Los sólidos totales en el agua se determinaron como el residuo de la evaporación de una alícuota de la muestra de agua en una estufa a 105 °C.

Sólidos suspendidos totales en muestras de agua (TSS)

Una alícuota de la muestra de agua homogeneizada se pasó a través de un filtro de fibra de vidrio pesado previamente, el residuo retenido en el filtro es secado a un peso constante a 103 - 105 oC. El aumento en masa del filtro representa la cantidad total de sólidos suspendidos en el volumen filtrado de la muestra.

Otros parámetros en agua

Nitratos, nitritos, fosfatos y amonio en muestras de agua

Estos parámetros fueron determinados en Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos (LASEQ) de la Escuela de Química de la Universidad Nacional, conforme de los Standard Methods (2005) 4500

Anexo 4

Diagnóstico de uso de agroquímicos por ciclo de cultivo en la microcuenca Plantón-Pacayas en Cartago. 2006-2009.

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
1	Llano Grande	baja	coliflor	0,7	335,7	metamidofos	0,6	0,7	propineb fosetyl-all carbendazim	1,9 1,7 0,9	5,7	paraquat	0,3	0,5	6,9
			papa	0,52	2148,6	tiociclam hidrogenoxalato	0,48	2,0	propineb mancozeb clorotalonil	6,5 4,5 4,0	20,7	paraquat	0,9	0,9	23,6
			zanahoria	0,52	716,2	carbofuram oxamil	4,8 1,5	6,3	propineb clorotalonil	4,0 2,9	9,8	glifosato	1,4	1,36	17,5
			repollo morado	0,18	323,5	spinosad novaluron	0,1 0,1	0,2	propineb clorotalonil	1,9 1,8	4,5	glifosato	0,2	0,2	5,0
2	Llano Grande	baja	zanahoria	0,35	402,9	oxamil carbofuran	2,1 1,4	3,4	clorotalonil	6,2	6,9	linuron	0,7	0,7	11,0
			papa	0,35	805,7	ciromazina	1,7	2,0	propineb mancozeb	5,7 4,5	16,8	paraquat	0,3	0,3	19,1
			zanahoria	0,5	1107,5	fenamifos oxamil	4,0 1,6	5,6	Clorotalonil ziram	10,3 9,5	22,1	-	-	0	27,7
3	Llano Grande	baja	culantro	1,0	179,0	deltametrina	0,05	0,06	mancozeb clorotalonil	12,2 1,6	14,7	paraquat	0,6	1,00	15,7
4	Llano Grande/ Encierrillos	baja	brócoli	0,75	438,7	cipermetrina	0,05	0,1	-	-	0,3	glifosato	0,5	0,5	0,9
			brócoli	0,35	658,0	clorpirifos	0,7	1,3	clorotalonil	1,8	1,8	glifosato	1,0	1,0	4,1
5	Encierrillos	baja	pastos	3,5	285,7	deltametrina	0,01	0,01	-	-	0	2,4-D	0,3	0,4	0,4
6	Encierrillos	baja	repollo	0,7	1385,7	phorate	1,1	1,9	clorotalonil	2,5	4,2	fluazifop-P-butyl	0,1	0,1	6,3
			culantro	0,25	658,0	clorpirifos	0,5	0,6	clorotalonil	0,9	0,9	cletodim	0,5	0,8	2,3
			papa	2	705,0	cartap metamidofos	2,0 2,4	4,8	clorotalonil mancozeb propineb	6,6 31,2 5,6	45,2	paraquat	1,2	1,2	51,2

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
			repollo	1,05	949,0	protiofos	1,9	2,3	tebuconazole iprodiona triadimenol	2,6 1,6 0,9	6,5	terbutrina	0,9	0,9	9,7
7	Encierrillos	baja	avena	0,52	125,3	clorpirifos	0,1	0,1	-	-	0	-	-	0	0,1
			papa	0,35	1342,9	phorate clorpirifos	1,7 5,5	7,2	clorotalonil propineb	18,8 13,5	35,2	linuron	0,7	1,0	43,4
			zanahoria	0,25	752,0	carbofuran benfuracarb	3,8 1,4	5,3	clorotalonil propineb	11,9 5,0	18,7	linuron	0,8	0,8	24,8
			brócoli	0,53	387,3	espinosad permetrina	0,2 0,1	0,3	clorotalonil	2,8	2,8	-	-	0	3,1
8	Encierrillos	baja	zanahoria	0,35	857,1	clorpirifos	0,9	1,1	mancozeb captan	8,8 3,8	15,9	linuron	0,5	0,7	17,3
			zanahoria	0,25	0	oxamil fenamifos protiofos acefato	1,8 4,0 3,3 2,2	11,9	mancozeb carbendazina	32,5 4,1	42,2	linuron	0,8	1,1	55,2
			culantro	0,7	571,4	phoxim	0,06	0,06	flutolanil tolclofosmetil	8,6 1,3	10,1	linuron	0,3	0,3	10,5
			papa	0,7	2903,1	tiociclam hidro- genoxalato clorpirifos	2,3 1,6	5,3	clorotalonil mancozeb propineb carbendazina	23,6 17 11 4,3	63,1	paraquat	0,6	0,6	69,0
9	Charcalillos-Guadalupe	media	brócoli	0,1	2670,4	permetrina	2,9	3,1	mancozeb	14,1	19,3	glifosato	1,9	3,3	25,7
			papa	0,2	2148,6	phorate permetrina	1,1 4,3	5,4	mancozeb	14,6	14,7	paraquat	0,6	0,6	20,7
			brócoli	0,35	546,6	esponisad		0,1	mancozeb clorotalonil PCNB	12,0 6,2 2,1	20,3	-	-	0	20,4
10	Charcalillos-Guadalupe	media	zanahoria	0,35	0	fenamifos	1,4	2,7	ziram mancozeb	7,1 5,1	16,3	linuron	0,4	0,6	19,6
			papa	0,35	1342,9	clorpirifos	1,4	2,6	clorotalonil ziram	12,3 9,1	25,3	paraquat	0,6	0,6	28,5

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
			papa	0,7	1007,1	forate clorpirifos	2,0 0,3	2,9	propineb clorotalonil mancozeb	6,7 6,2 4,5	19,1	paraquat	0,3	0,3	22,3
11	San Pablo	media	pastos	35	1337,1	-	-	0	-	-	0	2,4-D	0,1	0,1	0,1
12	Charcalillos-Guadalupe	media	coliflor	0,12	1128	clorpirifos	0,7	0,7	clorotalonil mancozeb	26,4 24,5	54,8	paraquat	0,5	0,5	56,0
			pastos	0,87	2578,3	-	-	0	-	-	0	-	-	0,1	0,1
			papa	0,50	2022,0	clorpirifos	6,7	6,7	clorotalonil mancozeb	11,5 20,7	32,6	paraquat	0,9	0,8	40,2
			coliflor	0,50	846	clorpirifos	2,9	2,9	clorotalonil mancozeb	26,4 17,7	49,6	-	-	0	52,5
			pastos	1,6	4571,4	-	-	0	-	-	0	fluroxipir	0,05	0,1	0,1
13	San Pablo	media	papa	0,35	2142,9	metamidofos	0,4	0,8	mancozeb captan	49,1 11,4	69,8	paraquat	0,6	0,6	71,2
			brócoli	0,35	1745,7	-	-	0,9	mancozeb carbendazina	8,4 8,0	24,0	paraquat	0,4	0,4	25,3
			remolacha	0,17	1889,4	forate acefato oxamil	2,9 1,7 1,4	6,5	mancozeb	16,4	16,4	haloxifop- metil paraquat	0,2 0,1	0,3	23,2
			brócoli	0,17	1355,7	dimetoato cipermetrina	0,4 0,2	0,6	mancozeb PCNB	9,6 5,2	14,7	paraquat	0,3	0,3	16,2
14	Charcalillos-Guadalupe	media	brócoli	0,7	805,7	metamidofos	1,7	1,9	PCNB	20,3	23,5	glifosato	1,0	1,0	26,3
			pastos	0,35	1714,3	-	-	0	-	-	0	2,4-D	0,7	0,9	0,9
			papa	1	0	clorpirifos metamidofos etion	1,4 1,2 1,5	4,3	propineb mancozeb carbendazina	15,7 4,8 3,5	27,0	glifosato	0,1	0,1	31,4
			coliflor	0,18	571,4	permetrina fipronil	0,3 0,2	0,6	PCNB captan azoxistrobina	6,4 4,3 1,1	16,6	glifosato	0,6	0,6	17,8
			brócoli	0,25	0	metamidofos indoxacarb	0,6 0,5	1,3	PCNB carbendazina ziram	9,0 8,0 1,5	19,6	paraquat	0,4	0,4	21,3
			papa	0,25	579	clorpirifos ciromazina	1,4 0,5	1,9	mancozeb PCNB clorotalonil	25,3 15,0 9,9	54,3	glifosato paraquat	1,4 0,4	1,8	58,1

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
15	Santa Rosa	media	pastos	140	208,1	forate	0,1	0,1	-	-	0	picloram glifosato	0,1 0,1	0,3	0,4
16	San Pablo arriba	alta	pastos	21	71,6	-	-	0	-	-	0	-	-	0,02	0,02
			papa	1,4	1.342,9	forate endosulfan	3,6 0,8	5,1	mancozeb propineb clorotalonil	1,8 4,1 3,9	10,0	paraquat	1,5	1,6	16,6
17	San Pablo arriba: San Juan de Chicué	alta	papa	1,4	1577,9	endosulfan	0,7	0,9	propineb clorotalonil	10,5 6,3	21,3	paraquat	1,0	1,0	23,2
			papa	2	1250,0	carbofuran	2,3	2,4	mancozeb clorotalonil	7,1 4,3	12,9	paraquat	0,4	0,4	16,1
			pastos	4	335,0			0			0		0	0	0
			coliflor	2	975,0	protiofos	0,2	0,3	clorotalonil propineb	2,9 2,8	6,4	paraquat	0,2	0,2	6,9
18	San Pablo	media	zanahoria	1	1500,1	fenamifos	5,7	6,4	mancozeb PCNB	21,0 8,6	38,2	linuron	1,5	1,5	46,1
			zanahoria	1	1692,1	cartap fenamifos	1,7 9,0	11,4	mancozeb clorotalonil	18,3 3,45	28,6	linuron	0,7	1,3	41,3
19	San Pablo	media	culantro	0,35	268,6	-	-	0	ziram	13,0	13,3	-	-	0	13,3
			zanahoria	1,1	981,8	fenamifos cartap	6,3 1,8	9,5	carbendazina mancozeb propineb	9,9 4,4 3,8	20,3			0	31,7
20	Cerro Gurdían	alta	papa	1	1455,0	clorpirifos	1,0	1,6	mancozeb clorotalonil	4,4 1,3	8,2	paraquat	0,6	1,1	10,9
			papa	1	1500,0	phoxim	0,3	0,3	clorotalonil mancozeb	9,9 9,6	20,3	paraquat	0,4	0,4	21,0
21	San Juan Chicué	alta	papa	1,5	2036,7	phorate clorpirifos	3,3 1,2	4,7	propineb clorotalonil	8,9 2,2	14,9	paraquat	1,1	1,1	20,7
22	Cerro Gurdían	alta	pastos	4,9	306,12	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0
23	Cerro Gurdían	alta	papa	10,5	3021,6	metamidofos	0,3	0,5	propineb maneb	8,9 2,2	14,5	paraquat	0,3	0,3	15,2
			papa	8,4	0	phoxim	3,2	3,2	propineb clorotalonil	4,3 3,2	11,0	paraquat	0,3	0,3	14,6

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
									mancozeb	3,2					
24	Cerro Gurdían	alta	papa	1	2582,4	protiofos	0,9	2,0	mancozeb propineb	4,3 3,3	11,7	paraquat	1,2	1,2	14,9
25	Cerro Gurdían	alta	papa	3,5	199,4	forate metamidofos	3,3 1,5	7,3	clorotalonil mancozeb	27,0 42,4	77,4	paraquat	0,8	1,3	86,0
26	Llano Grande	baja	papa	0,7	0	clorpirifos	10,3	12,9	clorotalonil mancozeb	12,0 11,8	28,0	paraquat	0,3	0,3	41,2
27	La Pastora	alta	papa	0,7	1007,1	clorpirifos	5,4	6,3	clorotalonil mancozeb	4,7 13,5	19,1	paraquat	0,7	0,7	26,1
28	Llano Grande	baja	pastos	9	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0,02	0,02
29	San Pablo (Ivankovich)	media	pastos	47,6	16,1	-	-	0,01	-	-	0	glifosato	0,1	0,3	0,3
30	La Piara	alta	coliflor	1,05	470,0	-	-	0,07	-	-	0	paraquat	0,4	0,4	0,4
31	La Piara	alta	papa	1,5	1253,3	clorpirifos	0,6	1,3	clorotalonil propineb	8,5 9,8	26,4	paraquat	0,8	0,8	28,5
			papa	2,1	2778,3	oxamil carbofuran	1,4 1,1	3,4	propineb clorotalonil mancozeb	12,0 9,2 3,7	29,5	paraquat glifosato	1,5 0,5	2,0	34,8
32	Cerro Gurdían	alta	papa	0,7	2428,6	clorpirifos	6,3	6,7	propineb clorotalonil	7,7 5,2	16,0	paraquat	1,1	2,2	24,9
33	Charcalillos-Guadalupe	media	zanahoria	0,35	2417,1	oxamil carbofuran	2,5 6,9	9,4	clorotalonil mancozeb	20,2 9,9	44,3	glifosato	1,0	1,0	54,7
			repollo morado	0,2	708,7	novaluron	0,2	0,2	PCNB clorotalonil	14,2 6,1	22,9	-	-	0	23,1
			papa	0,53	1100,0	forate ciromazina	1,1 0,3	1,5	clorotalonil PBNB propineb	5,6 5,3 3,4	22,1	paraquat	0,6	0,6	24,2
34	Encierrillos	baja	papa	1,4	1507,1	phoxim	0,05	0,05	propineb mancozeb clorotalonil	4,5 7,0 3,2	15,8	paraquat	0,9	0,9	16,8
			papa	2,1	679,8	clorpirifos	0,8	1,3	propineb mancozeb clorotalonil	4,4 2,2 2,1	10,6	paraquat	0,7	0,7	12,6
35	Lourdes, Pacayas	baja	papa	0,35	1757,1	phorate clorpirifos	2,9 1,4	4,7	mancozeb clorotalonil	18,7 10,5	42,2	paraquat	1,1	1,8	48,7

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
						metamidofos	0,4		ziram	9,8					
			brócoli	0,25	400	lambda cyhalotrin	0,4	0,1	propineb clorotalonil	5,6 3,3	8,9	glifosato paraquat	0,7 0,4	1,1	10,1
36	Llano Grande	baja	repollo	2,85	742,1	espinosad	0,1	0,2	clorotalonil propineb	11,6 9,8	21,4	linuron	0,9	1,1	22,7
			papa	3	1358	metamidofos	0,2	0,3	clorotalonil mancozeb propineb	32,6 21,1 17,5	72	paraquat	0,8	0,8	73,1
37	Llano Grande	baja	zanahoria	0,52	0	oxamil carbofuran	0,4 0,2	0,6	clorotalonil propineb mancozeb	3,9 6,7 5,6	16,2	linuron	0,1	0,1	16,9
			papa	0,5	6630	clorpirifos foxim	2,9 2,3	6,1	mancozeb clorotalonil propineb	13,2 11,1 7,3	36,7	paraquat	0,6	0,6	43,4
38	Encierrillos	baja	zanahoria	2,27	0	fenamifos acefato	3,3 1,0	5,0	tolclofos metil clorotalonil	1,1 0,7	3,0	-	-	0	8,0
39	Encierrillos	baja	brócoli	0,26	536,1	spinosad	0,05	0,1	clorotalonil propineb	1,6 1,3	2,9	paraquat	0,4	0,4	3,4
40	Encierrillos	baja	papa	0,26	0	ciromazina	0,2	0,2	clorotalonil mancozeb	7,9 4,0	13,0	-	-	0	13,2
41	Pacayas centro	baja	pastos	5,6	1339,3	clorpirifos	0,4	0,4			0	picloram	0,4	0,6	1,0
42	Pacayas centro	baja	papa	4,2	0	endodulfan metamidofos	2,0 1,7	5,1	mancozeb clorotalonil	13,9 4,7	20,3	paraquat	0,9	0,9	26,3
	San Juan de Chicué	alta	semilla de papa	21	3762,8	cartap tiociclam hidro- genoxalato endosulfan clorpirifos	4,3 1,7 1,5 1,4	10,5	mancozeb propineb fosetil-al	24,8 20,0 18,3	74,2	linuron paraquat glifosato	1,4 1,1 1,0	3,6	88,3
43	Encierrillos	baja	brócoli	0,17	571,4	spinosad	0,1	0,2			0			0	0,2
			papa	1,4	2014,3	clorpirifos	0,7	0,7	propineb clorotalonil	5,0 3,3	10,2	paraquat	0,7	0,7	11,6
44	Llano Grande	baja	brócoli	0,17	2234,3	metamidofos clorpirifos	0,9 0,7	1,5	carbendazina PCNB	7,1 0,6	7,9			0	9,4
			papa	0,35	0	forate	2,9	3,0	clorotalonil mancozeb PCNB	10,6 10,3 3,9	26,0	paraquat	0,2	0,2	29,1

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
			brócoli	2,0	188,0	cipermetrina	0,1	0,2	clorotalonil PCNB carbendazina	2,5 2,2 1,5	6,2	-	-	0	6,4
45	Charcalillos-Guadalupe	media	papa	0,52	1611,4	forate dimetoato	2,9 1,7	7,3	propineb mancozeb clorotalonil PCNB	14,7 11,6 5,7 5,0	40,7	glifosato	0,7	1,1	49,1
46	Buenos Aires	media	pastos	42	1809,5	clorpirifos	0,3	0,4	-	-	0	2,4-D	0,4	0,5	0,9
47	Charcalillos-Guadalupe	media	repollo morado	0,25	800,0	cipermetrina dimetoato	1,2 1,2	2,7	clorotalonil PCNB propineb	11,5 6,0 5,6	25,1	-	-	0	27,8
48	Charcalillos-Guadalupe	media	brócoli	0,25	376,0	deltametrina	0,02	0,02	mancozeb carbendazina PCNB	11,8 8,0 3,0	24,5	-	-	0	24,5
			zanahoria	0,5	360,0	protiofos oxamil	1,0 0,4	1,4	mancozeb carbendazina tolclofosmetil	6,4 3,0 2,0	16,6			0	18,1
			remolacha	0,25	540,0	deltametrina	0,01	0,01	carbendazina mancozeb propineb	6,0 4,5 4,2	17,1	paraquat	0,2	0,2	17,3
			coliflor	0,2	872,5	espinosad	0,03	0,03	mancozeb clorotalonil	16,0 14,4	32,8	-	-	0	32,8
			brócoli	0,2	872,5	espinosad	0,06	0,08	mancozeb clorotalonil	16,0 14,4	32,8	-	-	0	32,8
49	Cerro Gurdían	alta	papa	0,7	2571,4	clorpirifos ciromazina	1,0 0,2	1,2	mancozeb clorotalonil propineb	15,9 13,5 2,2	34,5	paraquat	0,4	0,8	36,5
50	Cerro Gurdían	alta	papa	0,5	1200,0	aldicarb dimetoato	4,5 0,9	6,8	clorotalonil	26,4	26,4	paraquat	0,4	0,4	33,6
51	San Pablo	media	remolacha	0,1	510	deltametrina	0,04	0,04	carbendazina mancozeb propineb clorotalonil	1 8 7 6,5	22,9	-	-	0	22,9
52	San Pablo	media	papa	0,25	1692,0	foxim forate	4,0 1,0	6,2	mancozeb PCNB carbendazina clorotalonil	6,4 4,5 3,6 3,6	22,2	paraquat	0,1	0,1	28,5

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
			pastos	1,5	933,3	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0
53	Encierrillos	baja	zanahoria	1,5	833,3	fenamifos	4,0	4,3	propineb corotalonil	3,5 2,7	6,9	metribuzin	0,1	0,1	11,3
54	Encierrillos	baja	zanahoria	2	1075,0			0,01	clorotalonil propineb mancozeb	5,5 4,2 2,6	13,5	-	-	0	14,5
			papa	2	1025,0	clorpirifos diazinon	1,0 0,2	1,3	propineb clorotalonil mancozeb	3,1 2,9 1,8	9,1	paraquat	0,8	0,8	11,3
55	Encierrillos	baja	brócoli	0,7	771,4	fipronil	0,1	0,1	-	-	0	-	-	0	0,1
56	Buenos Aires/ Encierrillos	Media/ baja	papa	0,52	1714,3	clorpirifos ciromazina	2,4 0,9	3,6	clorotalonil mancozeb carbendazim PCNB	15,3 14,7 10,9 10,8	61,6	paraquat	0,5	0,5	66,4
57	Buenos Aires	baja	papa	1,4	1382,1	clorpirifos metamidofos endosulfan	1,0 0,6 0,7	3,6	clorotalonil PCNB mancozeb	7,1 6,1 4,0	20,8	paraquat	0,6	0,6	25,0
58	Encierrillos	baja	brócoli	2,8	550,0	espinosad	0,02	0,02	clorotalonil	0,4	0,4	paraquat	0,05	0,05	0,5
			brócoli	3,0	602,0	novaluron	0,1	0,1	clorotalonil PCNB	2,5 0,9	3,4	2,4-D	0,6	0,6	4,1
59	San Pablo	media	papa	0,25	1600,0	clorpirifos	1,4	1,5	mancozeb clorotalonil	23,0 5,8	31,1	paraquat	1,0	1,0	33,5
			remolacha	0,35	857,1	forate spinosad	0,4 0,1	0,5	mancozeb propineb	17,7 15,5	33,6	-	-	0	34,1
			papa	1,05	566	clorpirifos etion	1,4 0,7	2,4	clorotalonil propineb mancozeb	4,7 4,0 3,7	13,5	paraquat	0,4	0,4	16,3
60	San Pablo	media	zanahoria	1,4	1071,4	fenamifos benfuracarb	3,2 0,3	3,9	mancozeb clorotalonil	12,6 7,1	20,7	cletodim	0,2	1,7	26,4
61	San Pablo	media	pastos	3	309,5	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0
62	San Pablo	media	repollo morado	1	600,0	dimetoato	0,7	1,9	carbendazina PCNB	5,2 1,1	7,2	paraquat	0,3	0,3	9,4
63	San Pablo	media	zanahoria	0,12	400,0	fenamifos oxamil	2,0 0,2	2,2	clorotalonil carbendazina	5,3 3,2	9,0			0	11,3
64	San Pablo	media	coliflor	0,5	1200,0	cipermetrina	0,4	0,5	clorotalonil	5,0	9,7			0	10,3

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
									mancozeb	4,8					
65	San Pablo	media	repollo morado	0,7	0	protiofos	1,4	3,0	mancozeb	12,6	21,8	paraquat	0,3	0,3	25,2
					dimetoato	1,1	clorotalonil		7,1						
			papa	1,5	0	fenamifos	2,0	3,2	mancozeb	21,9	44,2	paraquat	0,5	0,5	48,0
					protiofos	0,7	PCNB		12,0	clorotalonil		8,8			
66	San Pablo	media	pastos	50	1074,3	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0
67	San Pablo	media	pastos	9,8	1477,1	-	-	0	-	-	0	2,4-D	0,1	0,1	0,1
68	San Pablo	media	coliflor	0,35	2.171.,4	clorpirifos	2,1	3,8	clorotalonil	7,1	20,1	-	-	0	23,9
					endosulfan	1,5	propineb		5,6						
							PCNB		4,3						
			zanahoria	2,5	1.329,0	fenamifos	2,4	2,8	flutolanil	1,0	3,5	glifosato	0,7	0,7	7,0
						propineb	1,0								
						propamocarb	0,7								
			repollo morado	0,35	1.774,3	clorpirifos	1,4	1,8	PCNB	4,3	15,2	paraquat	0,6	0,6	17,6
					espinosad	0,4	propineb		4,2						
							clorotalonil		3,5						
69	Llano Grande	baja	papa	0,5	1.376,0	clorpirifos	2,4	3,6	propineb	12,1	37,1	paraquat	0,4	0,4	40,7
					protiofos	0,5	mancozeb		9,8						
							clorotalonil		7,0						
									ziram	6,1					
70	Encierrillos	baja	papa	0,75	782,4	metil paratión	1,4	3,7	PCNB	6,0	19,3	paraquat	0,6	0,6	23,6
					cartap	0,9	propineb		5,0						
					tiociclam hidrogenoxalato	0,5	clorotalonil		4,5						
									mancozeb	3,1					
71	Pacayas	baja	remolacha	0,25	930,0	metamidofos	1,4	14,7	propineb	15,5	47,8	paraquat	0,8	0,8	63,3
					acefato	9,0	clorotalonil		16,5						
					aldicarb	3,6	carbendazina		10,0						
									mancozeb	5,9					
72	San Pablo	media	brócoli	0,525	1093,3	permetrina	0,4	0,4	mancozeb	5,7	7,1	paraquat	0,4	0,4	7,9
									PCNB	1,4					
73	San Juan de Chicué	alta	papa	1,0	966,0	clorpirifos	1,0	1,7	propineb	8,4	13,3	paraquat	0,4	0,4	15,4
					oxamil	0,7	carbendazina		2,5						
							mancozeb		1,3						

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Productor	Localidad	Nivel de cuenca	Cultivo	Área (ha)	Fertilizante (kg/ha)	Principales insecticidas/nematicidas (kg i.a./ha)		Total insect/nemat (kg i.a./ha)	Principales fungicidas/bactericidas (kg i.a./ha)		Total fung./bact. (kg i.a./ha)	Principales herbicidas (kg i.a./ha)		Total herbic. (kg i.a./ha)	Total plaguicida (kg i.a./ha)
74	San Juan de Chicué	alta	papa	0,35	2.740,7	clorpirifos	1,4	1,4	propineb mancozeb tolclofos metil	6,0 5,5 1,4	13,6	paraquat	0,3	0,3	15,3

Anexo 5

Listados de plaguicidas y fertilizantes usados por cultivo en Plantón Pacayas. 2006-2009.

Fungicida	Nombres comerciales	Cultivos donde se usa*
amonio cuaternario	Timsen 40 SG	coliflor
azoxistrobina	Amistar 50 WG	papa, brócoli, coliflor, repollo
boscalid	Bellis 38 WG	papa, zanahoria, coliflor, repollo
captan	Captan 50 SC; Orthocide 50 WP; Vitavax 40 WP; Captor 50 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor
carbendazina	Derosal 50 SC; Calidan 27,5 SC; Carbendazina FQ 50 SC	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
carboxin	Vitavax 40 WP	papa
cimoxanil	Biozate 72 WP; Curzate M 72 WP; Equation pro 52,5 WG; Baxer 72 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor
ciproconazole	Atemi 10 SL	papa
cloroneb	Demosan 65 WP	papa
clorotalonil	Kal-sil 50 SC; Daconil 82,5 WP; Bravonil 72 SC; Clortosip 72 SC; Bravo 72 SC; Diligent M-CT 81 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
dimetomorf	Acrobat MZ 69 WP	papa, repollo
estreptomicina	Agrymycin 16,5 WP	papa, coliflor, repollo
famoxadona	Equation pro 52,5 WG	papa
fenamidona	Sereno 60 WG	papa
flutolanil	Moncut 50 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo
fosetil al	Alliete 80 WP	papa, zanahoria, coliflor, repollo
hidróxido de fentin	Brestanid 500 SC	zanahoria
iprodiona	Calidan 27,5 SC	repollo
iprovalicarb	Positron duo 69 WP	papa, repollo, zanahoria
kasugamicina	Kasumin 2 SL	papa, repollo
mancozeb	Dithane 80 WP; M-45 80 WP; Acrobat MZ 69 WP; M-80 80 WP; Manzate 75 WP; Cobrethane 61,1 WP; Amarillo 45 80 WP; Mancozeb 80 WP; Sereno 60 WG; Biozate 72 WP; Curzate M 72 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
metalaxil	Diligent M-CT 81 WP	papa, repollo
metil tiofanato	Cycosin 50 SC; Cycosin 70 WP	zanahoria, repollo
oxicloruro cobre	cuprostar CL 40 SC; Cobrethane 61,1 WP	papa, zanahoria
oxitetraciclina	Agrymycin 16,5 WP	papa, coliflor, repollo
PCNB (quintozeno)	PCNB 75 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo
pencicuron	Monceren 25 SC	papa, zanahoria
piraclostrobina	Bellis 38 WG	papa, zanahoria, coliflor, repollo
procloraz	Mirage 45 EC; Alfan 45 EC	zanahoria, brócoli, coliflor, repollo
propamocarb	Previcur 72 SL; Proplant 72 SL	papa, zanahoria, brócoli, coliflor
propineb	Antracol 70 WP; Positron duo 69 WP	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
sulfato de cobre	Hachero 6,6 SL	repollo
sulfato de cobre pentahidratado	Mastercop 6,6 SL	coliflor, repollo
TCMTB	Butrol 31,5 SC; Busamart 31,5 SC	papa, coliflor
tebuconazol	Silvacur 30 EC	coliflor, repollo
tolclofos metil	Risolex 50 WP	papa, zanahoria, remolacha

triadimenol	Silvacur 30 EC	coliflor, repollo
validamicina	Cepex 10 SL	papa
ziram	Zetaran 76 WG	papa, zanahoria, brócoli, repollo, remolacha

Insecticidas

phoxim	Volaton 1,5 DP; Volaton 2,5 GR	papa, brócoli, pastos
abamectina	Relampago 1,8 EC; Hunter 1,8 EC; Vertimec 1,8 EC	papa, zanahoria, remolacha
acefato	Orthene 75 PS	papa, zanahoria, brócoli, remolacha
aldicarb *	Temik 15 GR	papa, remolacha
benfuracarb	Oncol 40 EC	zanahoria
carbofuran *	Furadan 48 SC; Furadan 10 GR	papa, zanahoria
cartap	Padan 50 SP; Daga 50 SP	papa, repollo
cipermetrina	Ciperkill; Tigre 45 EC; Bayofly K; Ambush 10 EC	papa, brócoli, coliflor, repollo, remolacha, pastos
ciromazina	Lepicron 75 WP	papa
clorpirifos *	Lorsban 48 EC; Sassex 48 EC; Solver 48 EC; Terbos 48 EC	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, pastos
deltametrina	Decis 2,5 EC	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha, pastos
diazinon	Diazinon DAF 60 EC; Diazinon 40 WP; Piñorel 60 EC	papa, zanahoria
dimetoato	Tigre 45 EC; Sistemín 40 EC; AK-47 22 EC	papa, brócoli, repollo, remolacha
endosulfan *	Thiodan 35 EC; Endosulfan 36 EC	papa, coliflor
etion	Bayofly K; Ethion 50 EC	papa, pastos
fenamifos	Nemacur 10 GR	papa, zanahoria, repollo
fipronil	Reagent 20 SC	brócoli, coliflor, repollo
forato *	Thimet 10 GR	papa, repollo, remolacha, pastos
imidacloprid	Jade 0,8 GR	pastos
indoxacarb	Avaunt 30 WG	zanahoria, brócoli, repollo
lambda cyhalothrin	Karate 2,5 SC; Karate Zeon 2,5 SC	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo
lufenuron	Match 5 EC	zanahoria
metamidofos *	Tamaron 600 SL; Metamidofos DAF 60 SL	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
metil paration *	Penncap M 24 SC	papa
novaluron	Rimon 10 EC	papa, zanahoria, brócoli, repollo
oxamil	Vidate 24 SL; Vidate 10 GR	papa, zanahoria, remolacha, pastos
permetrina	Ambush 10 EC; Talcord 25 EC; Coyote 50 EC	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha
protiofos	Tokuthion 50 EC	papa, zanahoria, repollo
spinosad	Spintor 12 SC	brócoli, coliflor, repollo, remolacha
tiociclam hidrogenoxalato	Evisect 50 SP	papa
zetacipermetrina	Furia 18 EC	papa, zanahoria

Herbicidas

cletodim	Select 12 EC	zanahoria
2,4-D	Potreron 30,4 SL; Tordon 30,4 SL; Banvel 46,5 SL; Navajo 30,4 SL;	brócoli, pastos

	Hormovit 60 SL	
dicamba	Banvel 46,5 SL	pastos
fluazifop-p-butyl	Fusilade 12,5 EC	zanahoria, repollo
fluoroxipir	Plenum 16 EC	pastos
glifosato	Roundup 35,6 SL; Bioquill 35,6 SL; Glifosato 35,6 SL; Rival 68 SG; Evigras 35,6 SL	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha, pastos
haloxifop	Galant 12 EC	remolacha
linuron	Afalon 50 WP; Afacooop 50 WP; Linuron 48 SC	papa, zanahoria, brócoli, repollo
metribuzin	Sencor 48 SC	papa, zanahoria
metsulfuron metilo	Combo 60 WG 24 SL	repollo
oxifluorfen	Goal 24 EC	coliflor
paraquat *	Boa 20 SL; Gramoxone 20 SL; Herbaxon 20 SL; Graminex 20 SL, Atila 20 SL	papa, zanahoria, brócoli, coliflor, repollo, remolacha, pastos
picloram	Potreron 30,4 SL; Tordon 30,4 SL; Combo 60 WG 24 SL; Plenum 16 EC	pastos
terbutrina	Terbutrex 50 SC	repollo, remolacha

* Con restricciones para la venta y uso

Fertilizantes	Sumatoria de kg usados en 439 ha durante 3 años
doce-veinticuatro-doce	43.228
diez-treinta-diez	36.120
diecinueve-cuatro-diecinueve	17.675
doce-treinta-ocho	4.776
quince-tres-veintitrés	4.280
Pasto fértil	4.247
Abopac	3.090
Carboazul (carbonato de calcio-CaCO3)	2.803
veintiuno-diez-seis-cinco-uno coma seis-coma dos	2.578
urea	2.427
Carboazul	2.115
12-30-8-6-0-7,3	1.840
Cal (óxido de calcio-CaO)	1.731
quince-quince-quince	1.602
Cafesa	1.558
nitrate de amonio	1.422
doce-ocho-quince	1.286
K-mag (K-Mg-S)	1.220
8-32-6	1.209
12-27-8	1.074
Plank	960
hidrocomplex	780
Quince-tres-treinta y uno	705
dieciocho-cuatro-dieciocho	675
Cafesa (15-2-12-6-0,6-7,3)	673
Calcio	657
nutran	638
dieciocho-treinta-quince	625
dieciocho-dos-doce	537

Fertilizantes	Sumatoria de kg usados en 439 ha durante 3 años
catorce-tres-veintitrés	514
trece-dieciocho	470
14-16 (Fertica)	448
diez-doce-veinticuatro	313
Magnesamon	269
Quince-tres-veintidós	250
Doce-veinticuatro-diez	242
Potasio líquido K-Max	218
dieciocho-cinco-quince	201
K-max	165
Fertica	143
Multiminerales (B-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn)	63
complex	60
Calcio + Boro	46
Magnesio	42
B	38
Bayfolan Forte	37
Calcio + Magnesio	25
Kadustim (aa-N-K-microelementos)	21
Ácidos húmicos	20
Agrispon (ác.nucleicos-citoquininas-Bioestim. Natural)	19
Harnex /Bo-Mn-Zn)	18
Sinergipron (ác.húm.-fúlv-B-Mo-Zn-Cu)	18
Zn	16
Manga Max (Mn-B-Mo)	15
Metalosato de Mg	15
Foliar N-P-K	13
Sililo (silicio)	12
Maxiboost (enraiz,bioest.multimin.)	12
Fosfito de potasio	11
Aminoácidos	11
Metalosato de Mg	11
Veinte-veinte-veinte	10
Vigor-Cal-Phos	9
P	9
Biofix (ácidos húmicos, N-P-K, element menores)	8
K-Fol (B-P-Mg-K)	7
Supa S (fertiliz.inorg. N-S)	6
Codafol K-30 (potasio)	6
Ferti 1 (Fórmula completa)	6
Raizal (bioest. N-P-K-S)	5
Humifos-K (ác fúlv-húm-mat org-macro y micronutrientes)	5
Metalosato de calcio	5
Plantox (ác húm-fúlv-algas marinas-S-B-Mn-Mo-Zn)	5
abopasto	4
dap	4
Zinc + Boro	4
Eco-Hum (fertiliz formulado)	4
Mn	4

Fertilizantes	Sumatoria de kg usados en 439 ha durante 3 años
Mg + B	4
Nitrofoska (N,P,K,Ca,Mg,S)	4
Megafol (a.a. - K)	3
Metalosato de Zn	3
Calcium 0-15-15	3
Triflax (Fertiliz. multinut)	3
Radifarm (aa-Zn-Fe-vit-mat org-)	3
Auge (B+Mo)	3
Poliboro (boro)	1
Ca + P	1
Metalosato de potasio	1
Viva (ác.húm-mat org-polis-vit-min)	1
K-39	1
Auge (Cu-Mg-Zn)	1
Metalosato de Boro	1
K+Mg+B	1
Biovit (aminoácidos líquidos)	1

Anexo 6

Fichas técnicas de manejo de cultivos en Plantón Pacayas: principales plaguicidas usados según las labores agrícolas. 2006-2009.

	almacenamiento de semilla	vivero	preparación del suelo	siembra	mantenimiento del cultivo	pre cosecha
brócoli	no	Compran las plántulas a un viverista que les aplica fungicidas (mancozeb, carbendazina), bactericidas (PCNB), insecticidas (deltametrina) y bioestimulantes.	Herbicidas paraquat o glifosato antes de preparar mecánicamente el terreno y cal como enmienda al suelo.	Se utiliza el fungicida PCNB, además de un fertilizante granulado al fondo del hueco. Pocos días después un insecticida (deltametrina o lambda cihalotrina) y un fungicida (carbendazina).	Se aplica regularmente una combinación de fungicidas como clorotalonil principalmente, además mancozeb y carbendazina, varias aplicaciones de insecticidas, principalmente spintor y deltametrina además de lambda cihalotrina y permetrina, junto con bioestimulantes de crecimiento, biohormonas y abonos foliares (Zn, Ca, Mg, Mn, B). Se fertiliza una o dos veces más con granulados. El ciclo de producción es de 2,5 a 3 meses y se puede sembrar durante todo el año.	no
coliflor	no	Compran las plántulas a un viverista que les aplican fungicidas (mancozeb, carbendazina), bactericidas (PCNB), insecticidas (deltametrina) y bioestimulantes.	Herbicida paraquat antes de preparar mecánicamente el terreno y cal como enmienda al suelo.	Se utiliza el fungicida PCNB, además de un fertilizante granulado al fondo del hueco. Pocos días después un insecticida (deltametrina) y un fungicida (flutolanil).	Se aplica regularmente (semanal) una combinación de fungicidas como clorotalonil y mancozeb principalmente, además de carbendazina, procloraz, propineb, tebuconazole y triadimenol y varias aplicaciones de insecticidas principalmente spinosad y deltametrina, además de clorpirifos y fipronil, junto con los abonos foliares (Zn, Ca, Mg, P, B). Se fertiliza una o dos veces más con granulados. El ciclo de cultivo es de 3 meses.	no
culantro	no	no	Mecánica o con herbicida (paraquat).	Se aplica flutolanil junto con la semilla, además de fertilizante granulado.	Inicia con aplicaciones de insecticidas (deltametrina, permetrina o clorpirifos), unas pocas aplicaciones de fungicidas (clorotalonil) y un herbicida selectivo (linuron), junto con fertilizantes foliares de elementos menores y otra aplicación de fertilizantes granulados. El ciclo de cultivo es corto de 2 meses de duración.	no

	almacenamiento de semilla	vivero	preparación del suelo	siembra	mantenimiento del cultivo	precosecha
remolacha	no	Los que transplantan utilizan un insecticida (deltametrina) y un fungicida (mancozeb); se puede hacer siembra directa.	Herbicida paraquat antes de preparar mecánicamente el terreno y cal como enmienda al suelo.	Se usa un nematicida (aldicarb u oxamil) y fertilizante granulado al fondo del surco. Pocos días después de siembra se usa un insecticida (deltametrina, permetrina o acefato).	Se usan regularmente fungicidas como mancozeb y propineb principalmente, además de clorotalonil y carbendazina junto con insecticidas como deltametrina y acefato; se puede aplicar un nematicida a medio ciclo (forato) junto con la segunda fertilización granulada. El ciclo de cultivo es relativamente largo, entre 4 y 7 meses.	no
repollo	no	Compran las plántulas a un viverista que les aplica fungicidas (clorotalonil, carbendazina), bactericidas (PCNB), insecticidas (deltametrina) y bioestimulantes.	Herbicidas paraquat o glifosato antes de preparar mecánicamente el terreno. Se puede aplicar carbonato de calcio o un nematicida (forato).	Se utiliza el fungicida PCNB, además de un estimulante (Hernex) y fertilizante granulado al fondo del hueco; pocos días después de la siembra se usa un insecticida (deltametrina o lambda cihalotrina).	Se aplica regularmente (semanal) una combinación de fungicidas como clorotalonil, carbendazina y propineb principalmente, además de procloraz y tebuconazole. Se puede usar un bactericida como estreptomycin + oxitetraciclina, sulfato de cobre o kasugamicina. Se hacen de 3 a 4 aplicaciones de insecticidas principalmente deltametrina y spinosad, además de lambda cihalotrina, fipronil, dimetoato y novaluron junto con los abonos foliares. Se hacen dos aplicaciones de fertilizante granulado al suelo. El ciclo de cultivo completo dura de 3 a 3,5 meses.	no
papa	Utilizan un insecticida en polvo (foxim) y un fungicida (mezcla de captan y carboxin o mancozeb).	no	Se usa un herbicida (paraquat) antes de preparar el suelo.	Al fondo del surco se puede usar un nematicida (forato) o un fungicida (carbendazina o PCNB) junto con fertilizante granulado.	Inicia con una aplicación de insecticida (metamidofos, cipermetrina, permetrina, lambda cihalotrina o deltametrina) una o dos veces seguidas. Luego el ciclo semanal de aplicaciones de fungicidas (mancozeb, clorotalonil, propineb, cimoxanil) junto con algunos insecticidas (clorpirifos, ciromazina, deltametrina) y abonos foliares. Se puede utilizar paraquat poco después de la siembra. Se hace otra fertilización granulada a la aporca. El ciclo de cultivo es de 4 a 5 meses, se siembra en dos épocas del año en diciembre-febrero y junio- agosto.	Se aplica paraquat de 8 a 22 días antes de la cosecha, solo o acompañada de un insecticida (deltametrina o clorpirifos)

	almacena- miento de semilla	vivero	preparación del suelo	siembra	mantenimiento del cultivo	precosecha
pastos	no	no	En renovación usan un herbicida (glifosato)	Algunos que renuevan potreros pueden usar un nematicida (oxamil o forato).	Al cultivo en general le aplican herbicidas (2,4-D solo o en mezcla con picloram). Al ganado le aplican en baños insecticidas (cipermetrina, etion, clorpirifos) varias veces al año. Es un cultivo perenne.	no
zanahoria	no	No; se utiliza siembra directa de semilla sexual.	Herbicida paraquat antes de preparar mecánicamente el terreno y cal como enmienda al suelo.	Se utiliza al fondo del surco el fungicida PCNB, además de fertilizante granulado y un nematicida granulado (fenamifos o carbofuran). Después de sembrar se puede usar un nematicida líquido (oxamil) más un insecticida (clorpirifos), un fungicida (flutolanil o tolclofos metil) y el herbicida linuron.	Se hacen aplicaciones bisemanales de fungicidas como clorotalonil y mancozeb principalmente, además de carbendazina y propineb; junto con los insecticidas benfuracarb principalmente y clorpirifos y permtrina, además de un nematicida (oxamil). También se usa un herbicida selectivo (linuron). Estas aplicaciones junto con abonos foliares con microelementos. Se hace una fertilización granulada. El ciclo de producción es de 4a 5 meses y se puede sembrar durante todo el año.	no

Anexo 7

Concentraciones de sedimentos y nutrientes y contaminación por residuos de plaguicidas en muestras de agua en Plantón-Pacayas, 2006-2009. Bajo, medio y alto: niveles en las quebradas.

Parámetro	SST mg/L	sólidos totales mg/L	nitrito mg/L NO ₂	nitrito mg/L NO ₃	fosfato total mg/L	fosfato disuelto mg/L	potasio mg/L	plaguicidas (µg/L)	
quebrada Pacayas									
22/11/2006	bajo	2,4	-	5,1	<0,02	0,25	0,18	4,00	no se encontró
	medio	7,4	-	7,8	<0,02	0,37	0,22	3,30	no
	alto	8	-	8,3	<0,02	0,25	0,25	4,95	no
28/02/2007	bajo	0	-	4,8	<0,02	0,52	0,15	3,89	no
	medio	0	-	5,3	<0,02	4,2	0,38	6,45	clorpirifos 0,1, pentacloroanilina 0,04, flutolanil 0,14
	alto	16,9	-	9,2	<0,02	0,58	0,25	6,25	pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,01
24/05/2007	bajo	6,6	73	4,9	<0,02	0,50	0,15	4,54	no
	medio	12,4	134,5	8,5	0,05	0,51	0,16	3,51	clorotalonil 0,06
	alto	57,1	186,5	9,0	<0,02	0,24	0,19	3,95	clorotalonil 0,15 clorpirifos 0,15
22/08/2007	bajo	125	281	7,4	<0,02	0,95	0,31	6,30	clorpirifos 0,18, fenamifos 0,4 clorotalonil 2,1, quintozeno 0,1
	medio	165	309	8,2	<0,02	0,60	0,23	8,33	clorpirifos 0,1 fenamifos 1,4, flutolanil sí, quintozeno sí
	alto	63	245	9,5	<0,02	0,51	0,17	6,01	flutolanil sí, quintozeno sí
14/11/2007	bajo	16,2	134	8,9	<0,01	0,06	0,06	2,93	hexaclorobenceno 0,01, quintozeno 0,01, clorpirifos 0,02, clorotalonil 0,06, flutolanil 0,01, pentacloroanilina 0,02
	medio	40,3	153	10,1	<0,01	0,13	0,1	4,90	quintozeno 0,02, clorpirifos 0,23, clorotalonil 2,4, pentacloroanilina 0,1, flutolanil 0,1
	alto	19	165	8,6	<0,01	<0,02	<0,02	6,82	clorpirifos 0,09, clorotalonil 0,3
26/02/2008	bajo	1	119	6,8	<0,02	0,07	0,05	4,38	no
	medio	1	233	11,3	<0,02	0,11	0,07	7,02	no
	alto	24	178	30,5	<0,02	0,05	0,05	5,10	hexaclorobenceno 0,01, quintozeno 0,01 pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,01
22/05/2008	bajo	25	111	4,2	0,02	1,07	0,02	1,76	trazas de hexaclorobenceno, clorpirifos 0,01, trazas de clorotalonil, trazas de pentacloroanilina
	medio	46,1	193	3,9	0,02	0,12	0,03	2,76	clorpirifos 0,02, pentacloroanilina 0,02
	alto	0	65	8,0	0,03	0,06	0,05	2,93	clorpirifos 0,05, clorotalonil 0,03,
20/08/2008	bajo	33	146	3,4	<0,02	0,14	0,03	3,22	quintozeno 0,05, clorpirifos 0,06, paration metil 0,08, clorotalonil 0,6, flutolanil 0,05
	medio	8,5	188	20,6	<0,02	0,01	<0,02	5,60	hexaclorobenceno 0,02, quintozeno 0,26, trazas clorpirifos, clorotalonil sí, flutolanil 0,20, pentacloroanilina 0,07
	alto	407	-	2,06	<0,02	1,06	<0,02	7,40	trazas clorpirifos, paration metil 0,08, clorotalonil 0,37, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,04
02/02/2009	bajo	3,5	132	6,5	<0,02	0,07	0,05	1,5	trazas clorpirifos, trazas pentacloroanilina

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Parámetro	SST mg/L	sólidos totales mg/L	nitrate mg/L NO ₃	nitrito mg/L NO ₂	fosfato total mg/L	fosfato disuelto mg/L	potasio mg/L	plaguicidas (µg/L)	
medio	11,5	177	11,2	<0,02	0,09	0,04	1,9	clorpirifos 0,02, pentacloroanilina 0,02	
alto	21,5	208	14,4	<0,02	0,06	0,03	4,0	no	
04/05/2009	bajo	2	136	5,3	<0,02	0,17	<0,02	6,1	trazas pentacloroanilina, flutolanil 0,04
	medio	367,5	536	9,5	0,08	0,8	<0,02	19,4	clorpirifos 0,07, permetrina 0,04, clorotalonil 0,03, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,3
	alto	4,2	191,5	15,8	<0,02	0,1	0,1	6,6	no
03/08/2009	bajo	17,8	137,5	6,2	<0,02	0,07	0,07	6,1	clorpirifos 0,04, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,1
	medio	10,2	148,5	9,2	<0,02	0,05	0,05	19,4	a-endosulfan 0,03, clorpirifos 0,04, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,15
	alto	6,3	169	9,5	<0,02	0,06	0,04	6,6	clorpirifos 0,27, clorotalonil 0,08, pentacloroanilina 0,11, flutolanil 0,1, trazas tebuconazol
02/11/2009	bajo	0	102,5	5,4	0,8	0,11	0,06	5,1	trazas hexaclorobenceno, clorpirifos 0,03, diazinon 0,02, trazas clorotalonil, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,05, metalaxil 0,05
	medio	9	179,5	7	<0,05	0,10	0,06	6,5	trazas hexaclorobenceno, clorpirifos 0,3, diazinon 0,03, clorotalonil 0,01, pentacloroanilina 0,04, flutolanil 0,15, metalaxil 0,17
	alto	864	924	7,8	<0,05	0,08	0,07	5,5	trazas hexaclorobenceno, clorpirifos 0,25, clorotalonil 3,6, flutolanil 0,38
quebrada Plantón									
22/11/2006	bajo	5,1	-	10,2	<0,02	0,37	0,16	4,05	no
	medio	2,0	-	7,4	<0,02	0,5	0,44	5,15	clorotalonil 0,1
	alto	0	-	23,06	<0,02	0,27	0,20	4,80	no
28/02/2007	bajo	5,3	-	12,4	<0,02	0,42	0,19	5,0	clorpirifos 0,06, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,03
	medio	1,5	-	10,4	<0,02	0,38	0,17	4,24	pentacloroanilina 0,03
	alto	0,4	-	20,1	<0,02	0,55	0,27	4,70	pentacloroanilina 0,03
24/05/2007	bajo	20,9	118,5	13,5	0,06	0,53	0,16	3,50	quintozeno 0,07, clorpirifos 0,02, clorotalonil 0,8
	medio	16,4	112,5	6,8	<0,02	0,50	0,24	3,80	quintozeno 0,14, clorpirifos 0,02, clorotalonil 1,8
	alto	11	154	30,8	0,03	0,53	0,15	4,70	quintozeno 0,6
22/08/2007	bajo	553	730	11,2	0,05	2,05	0,88	6,60	quintozeno 1, clorpirifos 0,1, fenamifos 0,2, clorotalonil 1,1, flutolanil 3,3, pencicuron 7,7, terbutrina 0,02, tolclfos-metil 0,01, procloraz 0,15, tecnaceno 0,01, linuron 1,1, carbendazina 3,9 carbofuran 0,3
	medio	243	355	9,7	<0,02	1,64	0,60	6,08	quintozeno sí, clorpirifos 0,08, clorotalonil sí, pencicuron sí
	alto	25	567	30,1	0,06	0,73	0,27	6,08	quintozeno sí, clorpirifos 0,1, fenamifos 2,4, flutolanil sí
14/11/2007	bajo	122,3	219	19,8	<0,01	0,22	0,04	3,75	hexaclorobenceno 0,01, quintozeno 0,01, clorpirifos 0,07, flutolanil 0,1, clorotalonil 4,5, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,1

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Parámetro	SST mg/L	sólidos totales mg/L	nitrato mg/L NO ₃	nitrito mg/L NO ₂	fosfato total mg/L	fosfato disuelto mg/L	potasio mg/L	plaguicidas (µg/L)	
medio	50	148	14,2	<0,01	0,08	0,05	3,70	quintozeno 0,01, clorpirifos 0,03, clorotalonil 0,7, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,1	
alto	13,4	178	39,3	<0,01	0,10	0,03	4,32	quintozeno 0,05, clorpirifos 0,09, clorotalonil 0,5, pentacloroanilina 0,05	
26/02/2008	bajo	2	105	16,4	0,05	0,11	0,06	6,55	clorpirifos 0,02, pentacloroanilina 0,02
	medio	2	102	16,4	<0,02	0,34	0,04	3,64	clorpirifos 0,01, pentacloroanilina 0,02
	alto	45	89	9,1	<0,02	0,08	0,8	6,17	clorpirifos 0,02, trazas de diazinon, pentacloroanilina 0,02, trazas de flutolanil
22/05/2008	bajo	76,7	177	4,3	0,01	0,26	0,09	2,43	quintozeno 0,02, clorpirifos 0,04, trazas de pentacloroanilina, flutolanil 0,04
	medio	60	130	4,6	0,04	0,44	0,05	2,22	trazas de hexaclorobenceno, quintozeno 0,03, clorpirifos 0,03, clorotalonil 0,24, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,03
	alto	97,5	228	10,7	0,02	0,17	0,08	2,64	quintozeno 0,09, , clorpirifos 0,24, trazas de cipermetrina, clorotalonil 1,1, pentacloroanilina 0,05
20/08/2008	bajo	33,5	138	8,14	<0,02	0,16	0,06	2,46	quintozeno 0,06, clorpirifos 0,03, fenamifos 0,06, , clorotalonil 0,11, pentacloroanilina 0,06, flutolanil 0,12
	medio	20,5	123	6,4	<0,02	0,10	0,06	2,57	trazas hexaclorobenceno, quintozeno 0,08, clorpirifos 0,02, trazas de permetrina, clorotalonil 0,11, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,08
	alto	25,5	164	2,9	<0,02	0,09	<0,02	5,88	quintozeno 0,01, clorpirifos 0,11, paration metil 0,09, clorotalonil 0,36, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,03
02/02/2009	bajo	11,5	132	6,5	<0,02	0,07	0,05	1,5	traza quintozeno, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,05
	medio	18	119	14,5	<0,02	0,04	0,04	1,2	quintozeno 0,02, clorpirifos 0,02, clorotalonil 0,02, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,04
	alto	14,5	182	24,2	<0,02	0,09	<0,02	2,0	quintozeno 0,02, trazas clorpirifos, pentacloroanilina 0,02
04/05/2009	bajo	1	118	11	0,07	0,17	0,09	14,8	clorpirifos 0,02, clorotalonil 0,02, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,03
	medio	3,6	126,5	11,6	<0,02	0,07	<0,02	5,0	pentacloroanilina 0,01, trazas flutolanil
	alto	2,5	173	25,8	<0,02	0,16	0,09	4,5	pentacloroanilina 0,02
03/08/2009	bajo	21,3	141	13,6	0,33	0,08	0,06	14,8	clorpirifos 0,05, fenamifos 0,4, clorotalonil 0,05, pentacloroanilina 0,04
	medio	20,2	140,5	12,8	0,43	0,15	0,12	9,4	clorpirifos 0,03, fenamifos 0,4, pentacloroanilina 0,04, flutolanil 0,12
	alto	1,5	161,5	30	<0,02	0,09	0,06	4,5	clorpirifos 0,08, pentacloroanilina 0,05, flutolanil 0,06
02/11/2009	bajo	0	130	9	<0,05	0,11	0,1	4,8	trazas hexaclorobenceno, clorpirifos 0,03, diazinon 0,04, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,12
	medio	0	113,5	7,8	<0,05	0,14	0,09	4,5	trazas hexaclorobenceno, clorpirifos 0,02, diazinon 0,04, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,07
	alto	0	189	21,6	<0,05	0,12	0,07	5,5	trazas hexaclorobenceno, quintozeno 0,08, clorpirifos 0,14,

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

Parámetro	SST mg/L	sólidos totales mg/L	nitrate mg/L NO ₃	nitrite mg/L NO ₂	fosfato total mg/L	fosfato disuelto mg/L	potasio mg/L	plaguicidas (µg/L)
								clorotalonil 0,03, pentacloroanilina 0,07, flutolanil 0,06, tebuconazole 0,2
drenaje colindante a naciente Tica								
22/11/2006	1,4	-	10,08	<0,02	0,153	0,127	4,10	clorpirifos 0,03
28/02/2007	3,6	-	12,8	<0,02	8,424	0,157	3,80	clorpirifos 0,01, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,06
24/05/2007	0	117	19	0,04	0,189	0,102	3,48	clorpirifos 0,08
22/08/2007	18	157	16,6	<0,02	0,964	0,018	5,97	clorpirifos 0,1, fenamifos 1,2, clorotalonil 0,5, flutolanil 18, diuron 0,02, carbendazina 0,04, linuron 8, carbofuran 6,2, pencicuron 1,7, metalaxil 0,02
14/11/2007	17,5	162	29,9	<0,01	0,09	0,04	4,54	quintozeno 0,02, clorpirifos 0,01, diazinon 0,1, clorotalonil 1,4, pentacloroanilina 0,03, flutolanil 0,4
26/02/2008	2	118	13,2	<0,02	0,08	0,02	4,33	clorpirifos traza, pentacloroanilina 0,02, flutolanil 0,03
22/05/2008	24	160	3	0,02	0,07	0,03	3,07	trazas de quintozeno, clorpirifos 0,03, clorotalonil 0,02, pentacloroanilina 0,01, flutolanil 0,19
20/08/2008	6,5	155	12,3	<0,02	0,05	<0,02	2,74	trazas hexaclorobenceno, quintozeno 0,02, clorpirifos 0,10, clorotalonil 0,06, pentacloroanilina 0,04, flutolanil 0,14
tanque de almacenamiento de naciente Ivankovich para agua potable en San Pablo								
14/11/2007	1	21	17,4	<0,01	0,1	0,08	4,99	no
26/02/2008	0,5	233	11,6	<0,02	0,11	0,07	7,02	no
22/05/2008	24,1	183	7,2	0,02	0,22	0,11	3,36	no
20/08/2008	0	170	14,4	<0,02	<0,02	<0,02	4,74	no
02/02/2009	0	233	2,7	<0,02	0,16	0,12	2,7	no
04/05/2009	0	198,5	10,2	<0,02	0,09	0,08	7,6	no
03/08/2009	0	235,5	14,2	<0,02	0,09	0,06	7,6	no
02/11/2009	0	181,5	10,4	<0,05	0,13	0,07	6	trazas hexaclorobenceno, clorotalonil 0,08
tanque Naciente Tica en Encierrillos								
02/02/2009	14	170	16,2	<0,02	0,06	0,05	1,9	trazas clorpirifos
04/05/2009	0	155	14	<0,02	0,23	0,053	9,4	no
03/08/2009	0	161,5	18	<0,02	0,09	0,06	5	no
02/11/2009	0	169,5	14,6	<0,05	0,08	0,05	4,7	trazas hexaclorobenceno
tanque municipal en Lourdes de Pacayas								
02/02/2009	0	157,5	12,8	<0,02	0,09	0,05	1,8	no
04/05/2009	0	169	17,2	<0,02	0,07	<0,02	9	no
03/08/2009	0	182,5	17,6	<0,02	0,13	0,12	9	no
02/11/2009	0	190	15,4	<0,05	0,08	0,06	4,9	trazas hexaclorobenceno, clorotalonil 0,35

Anexo 8

Residuos de plaguicidas en suelos y hortalizas en Plantón-Pacayas. 2006-2009.

En negrita plaguicidas usados y encontrados en una muestra, en *itálica* plaguicidas no incluidos en los análisis.

código de agricultor y localización de parcela	tipo de muestra	residuos de plaguicidas (mg/kg)	plaguicidas aplicados
sin dato	repollo	no se detectó residuos	
sin dato	repollo morado	no	
sin dato	zanahoria	no	
8 Encierrillos	zanahoria	no	
	suelo con culantro antes zanahoria encuestada	protiofos 0,3, clorotalonil 0,2, flutolanil 1,1, pentacloroanilina 0,2	
	suelo de drenaje con culantro antes zanahoria encuestada	DDE-pp sí, DDT-pp 0,12, hexaclorobenceno 0,04, quintozeno 0,06, clorpirifos 0,01, protiofos 0,3, clorotalonil 1,1, flutolanil 4,6, pentacloroanilina 0,7	
	culantro	trazas de clorotalonil, clorpirifos nd, flutolanil 0,2 , trazas de pentacloroanilina, tolclofos metil 0,15	
	suelo de culantro	hexaclorobenceno 0,02, clorpirifos 0,05, protiofos 0,17, clorotalonil 0,05, flutolanil 1,1, pentacloroanilina 0,17	
18 San Pablo	suelo con remolacha y repollo morado, antes hubo brócoli	DDE-pp 0,05, DDT-pp 0,2, hexaclorobenceno 0,1, quintozeno 0,2, protiofos 0,3, permetrina 0,4, clorotalonil 0,1, pentacloroanilina 0,6	
	suelo de drenaje con remolacha y repollo morado, antes hubo brócoli	DDT-pp 0,2, hexaclorobenceno 0,08, quintozeno 0,5, tecnaceno 0,03, protiofos 0,2, permetrina 0,2, pentacloroanilina 0,5, pentaclorobenceno 0,01	
14 Charcalillo-Guadalupe	suelo con brócoli y coliflor	hexaclorobenceno 0,08, quintozeno 0,43, tecnaceno 0,04, clorpirifos 0,1, clorotalonil 0,09, pentacloroanilina 0,44, pentaclorobenceno 0,02	
	suelo de drenaje con brócoli y coliflor	hexaclorobenceno 0,02, permetrina 7,8, clorotalonil 0,08	
	suelo de zanahoria	DDE-pp 0,25, DDT-pp 0,26, hexaclorobenceno 0,06, quintozeno 0,11, clorpirifos 0,1, clorotalonil 0,3, pentacloroanilina 0,53	

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

código de agricultor y localización de parcela	tipo de muestra	residuos de plaguicidas (mg/kg)	plaguicidas aplicados
	suelo de coliflor	hexaclorobenceno 0,15, quintozeno 0,26, clorpirifos 0,7, pentacloroanilina 1,1, pentaclorobenceno 0,03	espinosad, <i>deltametrina</i> , permetrina, <i>fipronil</i> , <i>carbendazina</i> , <i>azoxistrobina</i> , <i>captan</i> , PCNB, triadimenol, <i>propamocarb</i> , tebuconazol
	coliflor	clorotalonil 0,03, metamidofos si, <i>carbendazina</i> si, trazas de carbofuran, <i>triadimenol</i> si	spinosad, <i>deltametrina</i> , permetrina, <i>fipronil</i> , <i>carbendazina</i> , <i>azoxistrobina</i> , <i>captan</i> , PCNB, <i>triadimenol</i> , <i>propamocarb</i> , tebuconazole
27 La Pastora-Torres ICE	papa	no	
	suelo de papa	toclofos-metil 0,2; clorotalonil 0,7; flutolanil 0,1	
26 Llano Grande	brócoli	no	
	suelo de brócoli	protiofos 1, clorotalonil 0,3, flutolanil 0,1	
	papa	no	
9 Charcalillo-Guadalupe	papa	no	
	suelo de papa	DDE-pp 0,09, DDT-pp 0,07, hexaclorobenceno 0,04, quintozeno 0,04, clorotalonil 0,07, pentacloroanilina 0,35	<i>foxim</i> , forate, permetrina, <i>mancozeb</i> <i>cimoxanil</i>
	brócoli	carbendazina trazas, clorfenapir si	espinosad, <i>deltametrina</i> , clorotalonil, <i>mancozeb</i> , PCNB
	suelo de brócoli	trazas DDE, 0,1 clorpirifos, 0,2 protiofos, 0,12 pentacloroanilina	spinosad, <i>deltametrina</i> , clorotalonil, <i>mancozeb</i> , PCNB
7 Encierrillos	brócoli	trazas de fenproxiimate, piridaben y espirodiclofen	
	suelo de brócoli	DDE-pp 0,06, DDT-pp 0,05, hexaclorobenceno 0,03, flutolanil 0,6, pentacloroanilina 0,12	
12 Charcalillo-Guadalupe	coliflor	no	
	suelo de coliflor	clorotalonil 0,3, pentacloroanilina 0,18, pentaclorobenceno 0,03	
	brócoli	0,3 clorotalonil, 0,08 pentacloroanilina, 0,02 hexaclorobenceno, trazas de clorpirifos, trazas de demeton-o-sufoxide	
	suelo de brócoli	trazas de DDE-pp, hexaclorobenceno 0,08, quintozeno 0,15, clorotalonil 0,3, pentacloroanilina 0,85, pentaclorobenceno 0,02	
sin código por eliminación encuesta	zanahoria	0,2 clorotalonil, si hexaclorobenceno, si pentacloroanilina	

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

código de agricultor y localización de parcela	tipo de muestra	residuos de plaguicidas (mg/kg)	plaguicidas aplicados
de base de datos Charcalillo-Guadalupe	zanahoria	hexaclorobenceno 0,01, pentacloroanilina 0,03, clorpirifos y quintozeno trazas, linuron sí	
sin código Encierrillos	papa	no	
	suelo de papa	DDE-pp sí, DDT-pp sí, hexaclorobenceno 0,02, clorpirifos 0,2, clorotalonil 0,1, pentacloroanilina 0,1	
1 Llano Grande	suelo de zanahoria	DDE-pp 0,02, DDT-pp 0,02, hexaclorobenceno 0,04, quintozeno 0,07, clorpirifos 0,19, clorotalonil 0,33, pentacloroanilina 0,50	lambda-cyhalothrina, <i>oxamil</i> , carbofuran, clorotalonil , <i>carbendazina</i> , <i>mancozeb</i> , <i>propineb</i> , <i>flutolanil</i> , <i>piraclostrobina</i>
	zanahoria	0,27 flutolanil , trazas de hexaclorobenceno, 0,07 pentacloroanilina, 0,04 pentaclorobenceno, 0,04 quintozeno, 0,01techozeno	lambda-cyhalothrina, <i>oxamil</i> , carbofuran, clorotalonil, <i>carbendazina</i> , <i>mancozeb</i> , <i>propineb</i> , flutolanil , <i>piraclostrobina</i>
42 Pacayas	papa	no	
	suelo de papa	DDE-pp sí, DDT-pp sí, hexaclorobenceno 0,05, quintozeno 0,07, tecnaceno 0,05, clorpirifos 0,04, clorotalonil 0,17, pentacloroanilina 0,54	<i>foxim</i> , <i>metamidofos</i> , endosulfan, acefato metil paration, clorotalonil , <i>pencicuron</i> , <i>mancozeb</i> , <i>captan</i> , <i>cimoxanil</i> , <i>carboxin</i>
	suelo de semilla de papa	hexaclorobenceno trazas, clorpirifos 0,2, protiofos 0,2, tolclofos metil trazas, cipermetrina trazas, flutolanil 0,2, pentacloroanilina 0,13, clorotalonil 0,1	<i>foxim</i> , <i>deltametrina</i> , <i>cartap</i> , clorpirifos , <i>metamidofos</i> , endosulfan, protiofos , <i>tiociclam hidrogenoxalato</i> , <i>abamectina</i> , clorotalonil , <i>fosetil aluminio</i> , <i>mancozeb</i> , tolclofos metil , <i>propineb</i> , <i>captan</i> , <i>cimoxanil</i> , <i>dimetomorf</i> , <i>carboxin</i> , linuron
10 Charcalillo-Guadalupe	semilla de papa	clorpirifos traza, etofenprox traza, espirodiclofen traza	<i>phoxim</i> , <i>deltametrina</i> , <i>cartap</i> , clorpirifos , <i>metamidofos</i> , endosulfan, protiofos, <i>tiociclam hidrogenoxalato</i> , <i>abamectina</i> , clorotalonil, <i>fosetil aluminio</i> , <i>mancozeb</i> , tolclofos metil , <i>propineb</i> , <i>captan</i> , <i>cimoxanil</i> , <i>dimetomorf</i> , <i>carboxin</i> , linuron
	papa	no	
	suelo de papa	DDE-pp 0,02, hexaclorobenceno 0,03, clorotalonil 0,15, pentacloroanilina 0,24	<i>foxim</i> , <i>deltametrina</i> , forate, clorotalonil , <i>pencicuron</i> , <i>mancozeb</i> , PCNB , <i>dimetomorf</i>
37 Llano Grande	suelo de papa	DDE-pp 0,08, hexaclorobenceno 0,1, quintozeno 0,1, clorpirifos 0,1, pentacloroanilina 0,4, pentaclorobenceno 0,03, clorotalonil 0,1	<i>foxim</i> , <i>deltametrina</i> , <i>ciromazina</i> , clorpirifos , <i>permetrina</i> , <i>metamidofos</i> , clorotalonil , <i>mancozeb</i> , <i>propineb</i> , PCNB , <i>dimetomorf</i>

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

código de agricultor y localización de parcela	tipo de muestra	residuos de plaguicidas (mg/kg)	plaguicidas aplicados
	papa	no	
36 Llano Grande	repollo	clorotalonil 0,12, boscalid si, carbendazina trazas, clorfenapir si, iprodione si, lambda-cyhalothrin si, piraclostrobine trazasi, indoxacarb si, tebuconazol trazas	lambda-cyhalothrin , espinosad, <i>deltametrina</i> , <i>fipronil</i> , fenamifos, clorotalonil , propineb, flutolanil, linuron
51 San Pablo	remolacha	clorotalonil 0,06, hexaclorobenceno trazas, pentacloroanilina 0,02, pentaclorobenceno traza, permetrina 0,15, pencicuron trazas, carbendazina trazas	<i>deltametrina</i> , <i>abamectina</i> , clorotalonil , <i>ziram</i> , carbendazina , <i>mancozeb</i> , propineb
35 Lourdes, Pacayas	brócoli	clorotalonil 0,03	espinosad, clorotalonil , propineb
	suelo de brócoli	DDE-pp 0,08, clorotalonil 0,5, flutolanil 0,4, pentacloroanilina 0,2, clorpirifos 0,1, quintozeno 0,05, hexaclorobenceno trazas	espinosad, clorotalonil , propineb
70 Encierrillos	suelo de papa, antes brócoli y antes pastos	hexaclorobenceno trazas, quintozeno trazas, clorpirifos 0,1, clorotalonil 0,3, flutolanil 0,2, pentacloroanilina 0,2	<i>foxim</i> , <i>ciromazina</i> , cipermetrina, <i>cartap</i> , permetrina, <i>tiociclam hidrogenoxalato</i> , <i>abamectina</i> , metil paration, dimetoato, clorotalonil , <i>mancozeb</i> , propineb, <i>captan</i> , PCNB , <i>cimoxanil</i> , <i>dimetomorf</i>
	papa	hexaclorobenceno 0,01, pentacloroanilina 0,01	<i>foxim</i> , <i>ciromazina</i> , cipermetrina, <i>cartap</i> permetrina, <i>tiociclam hidrogenoxalato</i> , <i>abamectina</i> , metil paration, dimetoato, clorotalonil, <i>mancozeb</i> , propineb, <i>captan</i> , PCNB , <i>cimoxanil</i> , <i>dimetomorf</i>
2 Llano Grande	suelo de zanahoria	DDE 0,06, hexaclorobenceno 0,05, quintozeno trazas, clorpirifos 0,05, protiofos 0,2, clorotalonil 0,2, flutolanil 1,5, pentacloroanilina 0,2	<i>oxamil</i> , fenamifos, <i>indoxacarb</i> , <i>lufenuron</i> clorotalonil , <i>ziram</i> , <i>mancozeb</i> , <i>azoxistrobina</i> , <i>cimoxanil</i>
	zanahoria	clorotalonil trazas, hexaclorobenceno 0,04, pentacloroanilina 0,03, pentaclorobenceno 0,03, quintozeno 0,05, tecnazeno si, flutolanil 0,15, boscalid trazas, iprodione si, linuron trazas	<i>oxamil</i> , fenamifos, <i>indoxacarb</i> , <i>lufenuron</i> clorotalonil , <i>ziram</i> , <i>mancozeb</i> , <i>azoxistrobina</i> , <i>cimoxanil</i>
34 Encierrillos	suelo de papa	clorotalonil 0,2, flutolanil 0,14, pentacloroanilina 0,13, toclofos metil 0,2, clorpirifos 0,05, DDE 0,05	<i>cartap</i> , clorpirifos , clorotalonil , <i>mancozeb</i> propineb, <i>captan</i> , <i>propamocarb</i> , <i>dimetomorf</i> <i>carboxin</i>

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

código de agricultor y localización de parcela	tipo de muestra	residuos de plaguicidas (mg/kg)	plaguicidas aplicados
	papa	no	
65 San Pablo	suelo de zanahoria	hexaclorobenceno 0,04, protiofos 0,2, flutolanil 0,46, pentacloroanilina 0,23, cipermetrina 0,7	
	zanahoria	clorpirifos trazas, pentacloroanilina trazas, hexaclorobenceno trazas, boscalid trazas, etofenprox trazas, espiroclorfen trazas	
orgánicos Buenos Aires, Pacayas	suelo de parcela	DDE-pp 0,2, DDT-pp 0,2, pentacloroanilina 0,17	
	suelo de invernadero	pentacloroanilina 0,10	

Anexo 9

Informes de laboratorio de residuos de plaguicidas en aguas, suelos y hortalizas en Plantón-Pacayas. 2006-2009.

Anexo 10

Plaguicidas utilizados en Plantón-Pacayas y analizados en LAREP-IRET con sus límites de detección.

sustancia	acción biocida	clasificación de uso	incluido en proyecto	técnica analítica	límite de cuantificación		
					agua µg/L	suelo mg/kg	hortaliza mg/kg
amonio cuaternario	fungicida	75	no				
azoxistrobina	fungicida	35	no				
boscalid	fungicida	40	no				
captan	fungicida	9	no				
carbendazina	fungicida	7	no				
carboxin	fungicida	36	no				
cimoxanil	fungicida	8	no				
ciproconazol	fungicida	82	no				
cloroneb	fungicida	70	no				
clorotalonil	fungicida	1	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
dimetomorf	fungicida	19	no				
estreptomicina	fungicida	57	no				
famoxadona	fungicida	71	no				
fenamidona	fungicida	50	no				
flutolanil	fungicida	11	si	GCMS	0,03	0,04	0,02
fosetil aluminio	fungicida	23	no				
hidróxido de fentin	fungicida	61	no				
iprodiona	fungicida	64	no				
iprovalicarb	fungicida	38	no				
kasugamicina	fungicida	65	no				
mancozeb	fungicida	2	no				
metalaxil	fungicida	66	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
metil tiofanato	fungicida	62	no				
oxicloruro de cobre	fungicida	47	no				
oxitetraciclina	fungicida	68	no				

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

sustancia	acción biocida	clasificación de uso	incluido en proyecto	técnica analítica	límite de cuantificación		
					agua µg/L	suelo mg/kg	hortaliza mg/kg
PCNB / quintozeno	fungicida	5	si	GCMS/GC-ECD	0,03	0,04	0,02
pencicuron	fungicida	27	si	LC-PDA	0,15		
procloraz	fungicida	37	no				
propamocarb	fungicida	30	no				
propineb	fungicida	3	no				
piraclostrobina	fungicida	48	no				
sulfato cúprico pentahidratado	fungicida	74	no				
sulfato de cobre	fungicida	80	no				
TCMTB	fungicida	52	no				
tebuconazol	fungicida	44	si	GCMS	0,15	0,20	0,09
tecnaceno	fungicida	X	si	GCMS	0,03	0,04	0,02
tolclofos metil	fungicida	28	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
triadimenol	fungicida	54	no				
validamicina	fungicida	79	no				
ziram	fungicida	14	no				
2,4-D	herbicida	41	no				
ametrina	herbicida	X	si	LC-PDA	0,09		
atrazina	herbicida	X	si	LC-PDA	0,09		
bromacil	herbicida	X	si	LC-PDA	0,15		
carbaril	herbicida	X	si	LC-PDA	0,15		
cletodim	herbicida	67	no				
dicamba	herbicida	83	no				
diuron	herbicida	X	si	LC-PDA	0,09		
fluazifop	herbicida	73	no				
fluroxipir	herbicida	76	no				
glifosato	herbicida	15	no				
haloxifop	herbicida	84	no				
hexazinona	herbicida	X	si	LC-PDA	0,15		
linuron	herbicida	20	si	LC-PDA	0,09		

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

sustancia	acción biocida	clasificación de uso	incluido en proyecto	técnica analítica	límite de cuantificación		
					agua µg/L	suelo mg/kg	hortaliza mg/kg
metribuzina	herbicida	72	no				
metsulfuron	herbicida	69	no				
oxifluorfen	herbicida	78	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
paraquat	herbicida	4	no				
picloram	herbicida	43	no				
terbutilazina	herbicida	X	si	LC-PDA	0,09		
terbutrina	herbicida	60	si	LC-PDA	0,09		
abamectina	insecticida	49	no				
acefato	insecticida	32	no	GCMS			
aldicarb	insecticida	45	no				
benfuracarb	insecticida	51	no				
carbofuran	insecticida	24	si	GCMS	0,11	0,14	0,06
cartap	insecticida	33	no				
cipermetrina	insecticida	31	si	GCMS/GC-ECD	0,30	0,40	0,18
ciromazina	insecticida	26	no				
Clorpirifos	insecticida	6	si	GCMS/GC-ECD	0,03	0,04	0,02
DDE-p,p	metabolito	X	si	GC-ECD		0,01	0,01
DDT-p,p	insecticida	X	si	GC-ECD		0,02	0,02
deltametrina	insecticida	16	no				
diazinon	insecticida	58	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
dimetoato	insecticida	29	no	GCMS			
endosulfan	insecticida	39	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
etion	insecticida	53	si	GCMS	0,00	0,00	0,00
fenamifos	insecticida	12	si	GCMS	0,30	0,40	0,18
fipronil	insecticida	46	no				
forate	insecticida	17	no	GCMS			
foxim	insecticida	13	no				
hexaclorobenceno	insecticida	X	si	GCMS/GC-ECD	0,03	0,04	0,02
imidacloprid	insecticida	77	no				

sustancia	acción biocida	clasificación de uso	incluido en proyecto	técnica analítica	límite de cuantificación		
					agua µg/L	suelo mg/kg	hortaliza mg/kg
indoxacarb	insecticida	59	no				
lambda cihalothrina	insecticida	34	no	GCMS/GC-ECD			
lindano	insecticida	X	si	GCMS	0,06	0,08	0,04
lufenuron	insecticida	81	no				
metamidofos	insecticida	10	no				
metil paration	insecticida	55	si	GCMS	0,15	0,20	0,09
novaluron	insecticida	56	no				
oxamil	insecticida	18	no				
permetrina	insecticida	21	si	GCMS/GC-ECD	0,15	0,20	0,09
protiofos	insecticida	25	si	GCMS	0,03	0,04	0,02
espinosad	insecticida	22	no				
terbufos	insecticida	X	si	GCMS	0,15	0,20	0,09
tiociclam hidrogenoxalato	insecticida	42	no				
pentacloroanilina	metabolito*	X	si	GCMS	0,03	0,04	0,02
pentacloroanisol	metabolito*	X	si	GCMS	0,03	0,04	0,02
pentaclorobenceno	metabolito*	X	si	GCMS/GC-ECD	0,03	0,04	0,02

La columna "clasificación de uso" ordena los plaguicidas conforme del uso, de mayor uso (1) a menor uso (84).

La clasificación de uso es el resultado de la multiplicación de la clasificación de la frecuencia de uso por la clasificación de la cantidad de uso basado en los datos de las encuestas de uso de los tres años del estudio.

Las sustancias con "X" fueron incluidas adicionalmente en el estudio.

* metabolito de quintozeno

Anexo 11

Características ambientales de los plaguicidas más usados en Plantón-Pacayas.

Ingrediente activo	Persistencia en el suelo	Riesgo de contaminar el agua subterránea	Riesgo de contaminar agua superficial	Riesgo de deriva
abamectina	Es ligeramente persistente en el suelo	Es inmóvil, no existe riesgo de lixiviarse	Bajo	Es ligeramente volátil. La deriva es probablemente limitada
acefato	Es de no a ligeramente persistente en el suelo	Es muy soluble en agua, es medianamente hasta altamente móvil en suelo y puede llegar a las aguas subterráneas	Muy alto	Es ligeramente volátil. La deriva es probablemente limitada
azosistrobina	No es persistente	Es poco probable que lixivie	Bajo	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
carbendazina	La sustancia es ligeramente persistente en suelo, no se espera acumulación en el suelo con aplicaciones frecuentes	Tiene una solubilidad baja en agua, es ligeramente móvil en el suelo, existe un riesgo bajo para infiltrarse	Alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
carbofuran	Es de ligera medianamente a persistente en el suelo	Es moderadamente soluble en agua, es altamente móvil en suelo y puede llegar a las aguas subterráneas	Muy alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
carboxin	Es de no a ligeramente persistente en el suelo es convertido rápidamente bajo la ayuda de los microorganismos en sulfóxido y sulfón de carboxin, los cuales son más persistentes.	Al ser tan soluble en el agua y tan móvil en el suelo, implica un riesgo a que la sustancia madre o sus metabolitos contaminen aguas subterráneas.	Por la solubilidad y movilidad en el suelo, implica un riesgo a que la sustancia madre o sus metabolitos contaminen aguas superficiales	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
cartap	No es persistencia en el suelo En general información limitada sobre esta sustancia	Es muy soluble en agua, sin embargo el riesgo de lixiviarse a las aguas subterráneas es limitado	Alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
cimoxanil	No es persistencia en el suelo (vida media menos de 9 días)	Es relativamente soluble en agua y es móvil en el suelo existe el riesgo de lixiviarse a las aguas subterráneas	Alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
ciromazina	Es altamente persistente en el suelo (vida media entre 75-110 días)	Es relativamente soluble en agua y es móvil en el suelo incluyendo su metabolito existe el riesgo de lixiviarse a las aguas subterráneas	Alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
cletodim	No es persistencia en el suelo En general información limitada sobre esta sustancia	Es relativamente soluble en agua y es móvil en el suelo existe el riesgo de lixiviarse a las aguas subterráneas		Es ligeramente volátil. La deriva es probablemente limitada
clorotalonil	Es moderadamente persistente en el suelo, en suelos estériles la degradación es mas lenta el metabolito principal es mas persistente	Ligeramente móvil, existe un riesgo bajo, sin embargo el metabolito principal si es mas móvil	Moderadamente	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
clorpirifos	Es moderadamente hasta muy persistente en suelos con una vida media de 11 a 210 días, formando sustancias de degradación más persistentes. Su metabolito principal es el 3,5,6-tricloropiridin-2-ol (TCP).	La sustancia se adhiere a material orgánico, no existe gran riesgo de lixiviarse	Moderadamente	La sustancia tiene una baja volatilidad.
celtametrina	Se degrada moderadamente en el suelo	Es inmóvil, no existe riesgo de lixiviarse	Muy bajo	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva

Ingrediente activo	Persistencia en el suelo	Riesgo de contaminar el agua subterránea	Riesgo de contaminar agua superficial	Riesgo de deriva
ciazinon	Es de ligera a medianamente estable en el suelo, (tiempo de vida medio de 2 a 4 semanas) se forma un metabolito estable. En plantas, a baja temperatura y altas contenido de aceite tiende a incrementar su persistencia.	Sustancia es ligeramente móvil, puede contaminar el agua subterránea por lixiviación.	Alto	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
dimetomorf	Es moderadamente persistente en suelos con una vida media de 41-96 días	Es moderadamente móvil en el suelo	Bajo	Es ligeramente volátil. La deriva es probablemente limitada
ndosulfan	Extremadamente persiste en el suelo. Por su alta persistencia ambiental está prohibido en varios países en el mundo	Es inmóvil, se adsorbe a la materia orgánica del suelo, el riesgo de lixiviación es muy bajo	Bajo	Es semivolátil y puede migrarse por el aire sobre distancias largas como partícula, vapor
etion	Es altamente persistente en suelos con una vida media de 90 días	Es inmóvil, se adsorbe a la materia orgánica del suelo, el riesgo de lixiviación es muy bajo	Bajo	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
fenamifos	Por su alta persistencia ambiental está prohibido en varios países en el mundo. Duración de la actividad en el suelo 4 meses.	Es ligera hasta moderadamente móvil en el suelo, tanto el ingrediente activo como su producto de degradación sulfóxido y la sulfona se han detectado en aguas subterráneas de los Estados Unidos.	Bajo	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
flutolanil	Es extremadamente persistente en el suelo con una vida media mayor que 200 días. Acumulación de la sustancia después uso frecuente es muy probable.	Es poco soluble en agua y es ligeramente a moderadamente móvil en suelo, depende del ph.	Bajo	No es volátil, no se espera un riesgo de deriva
forato	No es persistencia en el suelo. Sus productos de degradación, forato sulfoxida y forato sulfona, son altamente persistentes.	Pareciera no poseer potencial de lixiviación, aunque no hay información suficiente para evaluarlo como un contaminante de aguas subterráneas	Bajo	Es ligeramente volátil.
fosetil-al	No es estable en el suelo.	Es muy móvil, por su poca estabilidad en el suelo el riesgo de lixiviación es bajo	Bajo	No es volátil
mancozeb	Mancozeb no es persistente en suelo	El Mancozeb es inmóvil, sin embargo su principal metabolito es ETU, que es altamente móvil, y puede lixivarse a las aguas subterráneas	Muy bajo	Mancozeb no es volátil, la deriva es mediante aerosoles
metalaxil	Es altamente persistente en el suelo. Además mantiene su actividad residual el suelo por 70 a 80 días.	Es muy móvil y por su alta persistencia puede lixivarse al agua subterránea, en los Estados Unidos ha sido encontrado en aguas subterráneas	Alto	Existe riesgo de deriva
metamidofos	No es estable en el suelo.	Es muy móvil, por su poca estabilidad en el suelo el riesgo de lixiviación es bajo	Alto	No es volátil
miclobutanil	La sustancia es relativamente estable en el suelo	Es moderadamente móvil y puede lixivarse a las aguas subterráneas	Alto	Es volátil
oxamil	Degrada en suelo relativamente rápido	Es muy soluble en agua y altamente móvil. Por su forma de aplicación directa a la planta se espera un riesgo limitado	Alto	Es ligeramente volátil. La deriva es probablemente limitada
oxicloruro de cobre	La sustancia es persistente en el suelo, y genera acumulación.	Por el alto contenido de arcilla en los suelos de la finca no se espera lixiviación	Bajo	El riesgo de deriva es probablemente limitado
paraquat	La sustancia es extremadamente persistente el suelo	Se adsorbe fuertemente, es inmóvil, a las partículas minerales del suelo. Capacidad de adsorción del suelo es de 0,1-50 mg/kg	Bajo	No

Ingrediente activo	Persistencia en el suelo	Riesgo de contaminar el agua subterránea	Riesgo de contaminar agua superficial	Riesgo de deriva
PCNB	La sustancia es altamente persistente el suelo, parte es perdido por volatilización. Ocurre biodegradación a varios metabolitos persistentes.	Es inmóvil, el riesgo de lixiviarse es limitado	Bajo	Moderadamente volátil
pencicuron		Ligeramente móvil	Bajo	No es volátil
permetrina	La sustancia se degrada lentamente en el suelo. Se espera una acumulación en el suelo. En suelo se generan varios productos de degradación	Es inmóvil, el riesgo de lixiviarse es limitado	Muy bajo	Es poco volátil.
picloram	No es persistente en el suelo; la degradación microbiana involucra procesos de hidroxilación, descarboxilación, clivaje de la cadena ácida y apertura del anillo bencénico. Uno de los productos	Movilidad en el suelo: de ligera a alta (dependiendo del pH; pH<5 ligera a mediana, y pH>5 alta) es poco soluble en agua. Ha sido detectado en aguas subterráneas de los EEUU	Alta	No es volátil
procloraz	La persistencia en el suelo es de no a alta. La sustancia es degradado en el suelo principalmente a metabolitos volátiles (no depende del pH). Se ha detectado que su vida media puede ser hasta más de medio año	Es adsorbido a partículas del suelo y no sufre de lixiviación.	Bajo	No es volátil
TCMTB	Es muy persistente en el suelo Presenta acumulación en el suelo por su alta persistencia.	Es inmóvil	Bajo	No hay datos
tebuconazol	La sustancia tiene una alta persistencia en el suelo. Presenta acumulación en el suelo por su alta persistencia.	Ligeramente móvil	Bajo	No es volátil
terbufos	Su persistencia en el suelo es de no a ligera. En el suelo ocurre degradación oxidativa e hidrolítica. Por su poca persistencia en el suelo no se espera acumulación en la capa superior del suelo. Los productos de degradación (terbufos sulfóxido y terbufos sulfona) son bastante estables, extremadamente persistentes y medianamente móviles en el suelo.	La movilidad en el suelo es ligera	Bajo Se ha detectado terbufos en aguas superficiales	Moderadamente volátil
triadimenol	Es poco persistente en suelo, su principal metabolito (triadimenol) es altamente persistente en suelo	La sustancia es soluble en agua, es móvil, existe riesgo de lixiviación	Bajo	No es volátil

Anexo 12

Reglamentación nacional e internacional de niveles máximos de contaminantes aceptables en agua potable y superficial.

Parámetros	Normativa nacional	Normativa internacional
SST sólidos suspendidos totales mg/L	^a consumo humano: <10 tratamiento simple con cloración, 10-25 tratamiento convencional y 25-100 tratamiento avanzado riego-abrevadero-pecuario: <100 usable comunidad acuática: <25	
^a mg N /L ^b NO ₃ nitrato mg/L	^a consumo humano: <5 tratamiento simple con cloración, 5-10 tratamiento convencional y 10-15 tratamiento avanzado riego-abrevadero-pecuario:<15 usable comunidad acuática: <10 ^b agua potable: 25 recomendado a 50 máximo	^c agua potable: 25
NO ₂ nitrito mg/L	^b agua potable: 0,1 máximo	^c agua potable: 1
plaguicidas (µg/L)	^b agua potable: carbofuran 7, permetrina 20	agua potable: carbofuran 40 ^c clorpirifos 70 ^f ^d agua superficial: carbendazina 0,1 carbofuran 0,3 ^e agua superficial :carbendazina 0,1 carbofuran 0,9 clorpirifos 0,003 clorotalonil 0,2 linuron 0,25 permetrina 0,0003 tecnazeno0,3 terbutrina 0,05 quintozeno 3,1 ^g agua superficial: carbofuran 1,8 clorotalonil 0,18 clorpirifos 0,0035 linuron 7

Fuente: ^a Reglamento para Evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales. La Gaceta No. 178 de 17/09/2007. San José

^b Reglamento para la calidad del agua potable. Decreto No. 32327-S. San José. 2005.

^c EPA Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Standards. USA. 2003

^d Valores máximos para agua superficial, basada en protección de los organismos acuáticos. Norma en Suecia, 2004

^e Valores máximos para agua superficial, basada en protección de los organismos acuáticos. Norma en Holanda, 2004

^f Valores máximos aceptables para Nueva Zelanda. Pure Appl. Chem. 75(8): 1123–1155. 2003.

^g Valores máximos para agua dulce, basada en protección de los organismos acuáticos. Canadian Environmental Quality Guidelines, 2003

Reglamentación nacional e internacional de niveles máximos de residuos de plaguicidas en hortalizas (mg/kg).

plaguicidas	brócoli	coliflor	papa	remolacha	repollo	zanahoria
boscalid	1	1	0,5	0,5	2	1
carbendazina y benomilo (suma)	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*
carbendazina						0,2
carbofurano y 3-hidroxicarbofurano (suma)	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*
clorfenapir	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
clorotalonil	3	3	0,01*	0,01*	3	1
	5	1			1	1
clorpirifos	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	1	0,1
	2	0,05			1	0,1
espirodiclofeno	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*
etofenprox	0,2	0,2	0,5	0,01*	2	0,01*
fenpiroximato	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
flutolanil	0,05*	0,05*	0,5	0,05*	0,05*	0,05*
forato (suma con su análogo oxigenado y sus sulfonas)	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
hexaclorobenceno	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*
indoxacarbo	0,3	0,3	0,02*	0,02*	3	0,02*
	0,2	0,2			3	
iprodiona	0,1	0,1	0,02*	0,02*	5	0,5
	25					10
lambda-cihalotrina	0,1	0,1	0,02*	0,02*	0,2	0,02*
linurón	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,2
metamidofos	0,02	0,02	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*
		0,5				
percicuron	0,05*	0,05*	0,1	0,05*	0,05*	0,05*
permetrina	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
	2	0,5			5	0,1
piraclostrobina	0,1	0,1	0,02*	0,1	0,2	0,1
					0,2	0,5
piridaben	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
quintozeno (suma con pentacloroanilina)	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*	0,02*
	0,05				0,1	
tebuconazol	1	1	0,2	0,05*	1	0,5
tecnaceno	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*	0,05*
triadimefon y triadimenol (suma)	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*

Fuente: RTCR 424-2008. Reglamento Técnico de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas en Vegetales. Decreto N° 35301-MAG-MEIC-S. La Gaceta N° 129, 06/07/2009.

Base de Datos de Plaguicidas de la Unión Europea. Actualizada 08/06/2010
http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=commodity_selection
 (*) Indica el límite inferior de determinación analítica

Codex Alimentarius de FAO, OMS. Actualizada 30/03/2009
http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-s.jsp

Anexo 13

Lista de macroinvertebrados acuáticos recolectados en las quebradas Pacayas y Plantón en 2009. Las “x” indican presencia del taxa en el muestreo. PaA: Pacayas Alta; PaB: Pacayas Baja; PaM: Pacayas Media; PIA: Plantón Alta; PIM: Plantón Media. El significado de las abreviaciones de los taxa se presenta más adelante.

2009	FEB					MAY					AGO					NOV				
Taxa	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM
Anth_ind			x																	
Asel_ind			x																	
Bae_Bae		x			x		x			x							x			x
Bae_Came		x			x		x			x							x			x
Bae_Fall		x			x		x			x	x									
Bae_ind						x	x							x						
Cera_A					x															
Cera_Atri	x	x			x							x						x		
Cera_ind																		x		
Chi_Chi			x	x	x		x					x	x	x	x	x	x	x		x
Chi_ind	x	x	x	x	x															
Chi_orth	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chi_Pod	x			x		x														
Chi_Tan					x	x	x			x										
Chi_Tanyt	x	x	x	x	x	x												x		x
Chrys_ind							x											x		
Col_Lamp																				x
Coll_ind																		x		x
Coll_Isot	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				x	x	x
Curc_ind					x													x		x
Dolic_ind		x																x		
Dytis_ind																		x		x

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

2009	FEB					MAY					AGO					NOV					
Taxa	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	
Elm_het											x										
Elm_ind																	x				
Emp_ind	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		x				
Emp_Neo		x																x	x	x	
Ephy_ind				x			x			x	x		x			x					
Gyr_ind						x															
Halip_ind					x																
Hyd_Aroap				x																	
Hyd_cochlio				x					x												
Hyd_ind														x							
Hydrob_Atop						x															
Hydroph_ind				x																	
Hydroph_pha										x											
Hydrops_Lep		x																			
Hydropt_Hyd							x			x											
Hydropt_ind							x														
Lep_Lep			x		x	x		x	x	x											
Lep_pyr	x				x											x					x
Nem_ind	x	x	x	x	x				x				x			x		x			x
no_hydrac	x															x	x				
Oligo_1			x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
oligo_2	x		x	x	x	x	x		x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
oligo_2-1	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Philo_chim														x							
Plan_biom						x															
Plan_ind																x					
Psych_ind	x	x	x		x	x	x					x		x		x		x	x	x	x

Informe Final del Diagnóstico sobre uso y residuos de agroquímicos en Pacayas-Plantón- IRET/UNA

2009	FEB					MAY					AGO					NOV				
Taxa	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM	PaA	PaB	PaM	PIA	PIM
Psych_maru									x								x	x	x	x
Sciom_ind		x		x												x				x
Sim_sim	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x		x		x	x
Staph_ind									x			x		x			x	x	x	
Strat_ind	x							x									x			
Tal_hyall	x		x			x		x			x		x				x	x		
Tardigrada																				x
Tip_Eriop	x		x		x	x			x					x			x			
Tip_ind		x														x		x		
Tip_Lim			x	x									x							x
Tip_Molo																				x
Tip_tip			x		x	x		x	x					x		x		x	x	x
Trombidif		x		x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x			x
Velii_Micr																				x
Xipho_ind												x								

Significado de abreviaturas del listado de taxa anterior.

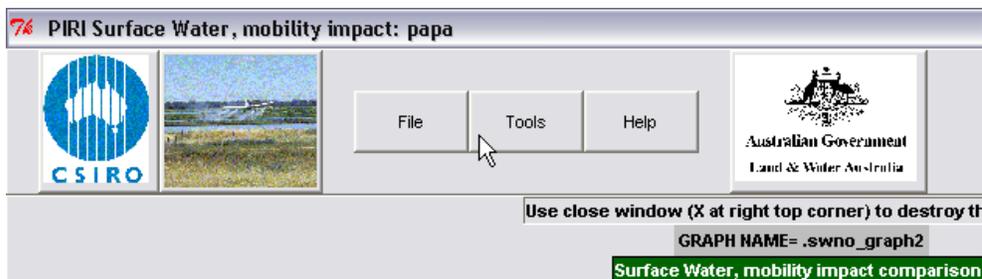
Clase u otro	Orden	Familia	Género ó Subfamilia	código FAM_GEN
Insecta	Diptera	Anthomyiidae?	indet.	Anth_ind
Crustacea	Isopoda	Asellidae	indet.	Asel_ind
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	Bae_Bae
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	Bae_Came
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Fallceon</i> sp.	Bae_Fall
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	indet.	Bae_ind
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	A	Cera_A
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i> ?	Cera_Atri
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	indet.	Cera_ind
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomini	Chi_Chi
Insecta	Diptera	Chironomidae	indet.	Chi_ind
Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladiinae	Chi_orth
Insecta	Diptera	Chironomidae	Podonominae	Chi_Pod
Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanypodinae	Chi_Tan
Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanytarsini	Chi_Tanyt
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae?	indet.	Chrys_ind
Insecta	Coleoptera	Lampyridae	indet.	Col_Lamp
Insecta	Collembola	indet.	indet.	Coll_ind
Insecta	Collembola	Isotomidae	indet.	Coll_Isot
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	indet.	Curc_ind
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	indet.	Dolic_ind
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	indet.	Dytis_ind
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	Elm_het
Insecta	Coleoptera	Elmidae	indet.	Elm_ind
Insecta	Diptera	Empididae	indet.	Emp_ind
Insecta	Diptera	Empididae	<i>Neoplasta</i> sp.	Emp_Neo
Insecta	Diptera	Ephydriidae?	indet.	Ephy_ind
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	indet.	Gyr_ind
Insecta	Coleoptera	Haliplidae?	indet.	Halip_ind
Gastropoda		Hydrobiidae	<i>Aroapyrgus costaricensis</i>	Hyd_Aroap
Gastropoda		Hydrobiidae	<i>Cochliopina minor</i>	Hyd_cochlio
Gastropoda		Hydrobiidae	indet.	Hyd_ind
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.	Hydrob_Atop
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	indet.	Hydroph_ind
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Phaenonotum</i> sp.	Hydroph_pha
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	Hydrops_Lep
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	Hydropt_Hyd
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	indet.	Hydropt_ind
Insecta	Trichoptera	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i> sp.	Lep_Lep
Insecta	Lepidoptera?	Pyalidae?	indet.	Lep_pyr
Nematoda			indet.	Nem_ind

Clase u otro	Orden	Familia	Género ó Subfamilia	código FAM_GEN
Arachnoidea	no hydracarina		indet.	no_hydrac
Oligochaeta	> 1 cm		indet.	Oligo_1
Oligochaeta	<2 mm		indet.	oligo_2
Oligochaeta	> 2 mm < 1 cm		indet.	Oligo_2-1
Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	Philo_chim
Gastropoda		Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	Plan_biom
Gastropoda		Planorbidae	indet.	Plan_ind
Insecta	Diptera	Psychodidae	indet.	Psych_ind
Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina</i> sp.	Psych_maru
Insecta	Diptera	Sciomyzidae?	indet.	Sciom_ind
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	Sim_sim
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	indet.	Staph_ind
Insecta	Diptera	Stratiomyidae	indet.	Strat_ind
Crustacea	Amphipoda	Talitridae	<i>Hyallela faxonii</i>	Tal_hyall
Tardigrada	indet.	indet.	indet.	Tardigrada
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Erioptera</i> sp.	Tip_Eriop
Insecta	Diptera	Tipulidae	indet.	tip_ind
Insecta	Diptera	Tipulidae	Limoninae	Tip_Lim
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp.	Tip_Molo
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Tip_tip
Arachnoidea	Hydracarina	Trombidiformes	indet.	Trombidif
Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.	Velii_Micr
Insecta	Trichoptera	Xiphocentronidae	indet.	Xipho_ind

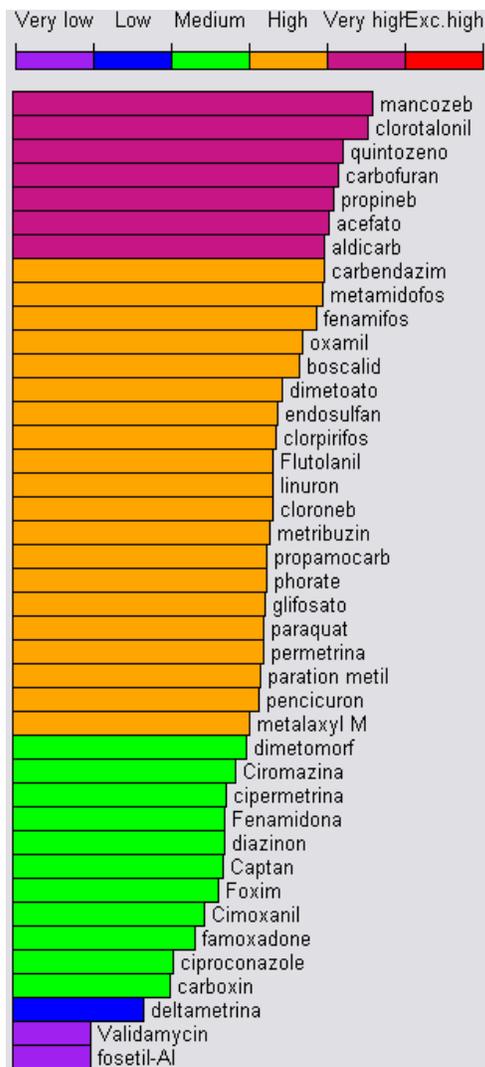
Anexo 14

Aplicación del modelo PIRI “Pesticide Impact Rating Index” al cultivo de papa en la microcuenca Plantón-Pacayas: impacto de la escorrentía de plaguicidas usados en 5 meses de cultivo.

Parámetro	Marco hipotético	
	Escenario 1	Escenario 2
Tipo de suelo	Franco	Franco
Cobertura de suelo	cubierto	cubierto
Humedad de suelo	húmedo	húmedo
Materia orgánica (%)	10 %	10 %
Precipitación en periodo (en mm)	500	1000
Temperatura ambiental mínima	12 °C	12 °C
Temperatura ambiental máxima	20 °C	20 °C
Cercanía a quebrada	10 m	1 m
Ancho de la quebrada	1 m	1 m
Pendiente	10%	50%
Perdido de suelo en el periodo	2,5 t/ha/a	25 t/ha/a
Días entre aplicación y evento de lluvia	5	1
Aplicación de plaguicidas		
Número	43	43
Frecuencia	1	1
Dosis	promedio	promedio



Escenario 1



Escenario 2

