



**INDICADORES DE RIESGO PARA LA SALUD HUMANA EN LA
SOSTENIBILIDAD DE CADENAS AGROALIMENTARIAS**
INFORME TÉCNICO

*Virya Bravo¹, Rebeca Alvarado¹, Timo Partanen¹, Wim Pelupessy²,
Catharina¹ Wesseling*

¹ Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET)
Universidad Nacional (UNA)
Heredia, Costa Rica

² Instituto en Investigaciones para el Desarrollo (IVO)
Universidad de Tilburg
Holanda

1º de mayo, 2007

¹ Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional. Apdo 86-3000, Heredia, Costa Rica, teléfono (506) 277 3501, fax (506) 277 3583, E-mail: vbravo@una.ac.cr



Fourth Research Workshop in Tilburg, May 10-18, 2005

El proyecto “Mejoramiento de la Sostenibilidad en Cadenas Agroalimentarias en América Central” fue financiado por la Unión Europea y se desarrolló en forma conjunta y simultánea en cuatro países de América Central (Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Guatemala).

El objetivo general de este proyecto fue “Desarrollar metodologías para identificar opciones tecnológicas que permitieran garantizar la sostenibilidad de sistemas agroalimentarios desde las perspectivas socioeconómica, de la salud humana y ambiental”.

Las instituciones ejecutoras son: Instituto en Investigaciones para el Desarrollo (IVO), Universidad de Tilburg, Holanda; Diseño de Productos y Manejo de Calidad (PDQ), Universidad de Wageningen, Holanda; Instituto Sueco de Alimentación y Biotecnología (SIK), Suecia; Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional, Costa Rica; Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), Universidad Nacional, Costa Rica; Escuela de Economía Agrícola (ESECA), Universidad Nacional, Nicaragua; Fundación de Desarrollo El Salvador (FUNDE), El Salvador; Fundación para el Desarrollo Rural de los Productores de Café (FUNCAFE), Guatemala.

Tabla de contenidos

I. Introducción	4
II. Metodología	4
2.1 Recopilación de datos de uso de plaguicidas	5
2.2 Recopilación de datos de toxicidad	6
2.3 Sistematización y análisis de información	7
2.4 Prueba de los indicadores de riesgo para el productor	8
2.5 Cálculo de los indicadores de riesgo para el productor	9
2.5.1 Uso de plaguicidas específicos (PE).....	9
2.5.2 Uso de plaguicidas total (PT)	9
2.5.3 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad aguda (PTA)	9
2.5.4 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad tóxica (PTT).....	10
2.5.5 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad crónica (PTC)	10
2.5.6 Uso de plaguicidas según toxicidad general (PTG).....	10
2.6 Factibilidad de establecer indicadores de riesgo para el consumidor	10
2.7 Enlace de los indicadores de riesgo para la salud con Life Cycle Assessment	11
III. Resultados	11
3.1 Información de uso de plaguicidas procedente de fuentes secundarias	11
3.1.1 Cadena del café (Costa Rica)	11
3.1.2 Cadena del café (Guatemala).....	13
3.1.3 Cadena del melón (Costa Rica)	14
3.1.4 Cadena del chayote (Costa Rica).....	15
3.1.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)	15
3.1.6 Cadena del Marañón (Guatemala).....	16
3.2 Información de uso de plaguicidas procedente de fuentes primarias	17
3.2.1 Cadena del café (Costa Rica)	17
3.2.2 Cadena del café (Guatemala).....	19
3.2.3 Cadena del melón (Costa Rica)	21
3.2.4 Cadena del chayote (Costa Rica).....	24
3.2.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)	26
3.2.6 Cantidad y número de plaguicidas aplicados en las cadenas-agroalimentarias: ..	28
3.3 Indicadores de riesgo para la salud en el eslabón del productor	29
3.3.1 Cadena del café (Costa Rica)	29
3.3.2 Cadena del café (Guatemala).....	32
3.3.3 Cadena del melón (Costa Rica)	36
3.3.4 Cadena del chayote (Costa Rica).....	40
3.3.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)	43
3.4 Indicadores de riesgo para la salud en el eslabón del consumidor	47
3.5 Life Cycle Assessment.....	48
IV. Discusión	49
V. Conclusiones y recomendaciones	52
VI. Bibliografía	53
VII. Anexos	56
Anexo N° 1	56

I. Introducción

Este estudio se llevó a cabo en el contexto del proyecto “Mejoramiento de la Sostenibilidad en Cadenas Agroalimentarias en América Central” código 023572. Este proyecto fue financiado por la Unión Europea. Fue desarrollado en forma conjunta en cuatro países de América Central (Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Guatemala).

Las instituciones ejecutoras son: Instituto en Investigaciones para el Desarrollo (IVO), Universidad de Tilburg, Holanda; Departamento de Diseño de Productos y Manejo de Calidad (PDQ), Universidad de Wageningen, Holanda; Instituto Sueco de Alimentación y Biotecnología (SIK), Suecia; Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional, Costa Rica; Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), Universidad Nacional, Costa Rica; Escuela de Economía Agrícola (ESECA), Universidad Nacional, Nicaragua; Fundación de Desarrollo El Salvador (FUNDE), El Salvador; Fundación para el Desarrollo Rural de los Productores de Café (FUNCAFE), Guatemala.

El objetivo general del proyecto “Indicadores de riesgo para la salud humana en la sostenibilidad de cadenas agroalimentarias” era desarrollar metodologías para identificar opciones tecnológicas que permitieran garantizar la sostenibilidad de sistemas agroalimentarios desde las perspectivas socioeconómica, de la salud humana y ambiental. El objetivo específico del IRET era desarrollar una metodología para establecer indicadores de riesgo basados en el uso de plaguicidas, que permitieran identificar tecnologías sostenibles en sistemas agroalimentarios, desde la perspectiva de la salud humana. La selección del uso de plaguicidas como indicador de sostenibilidad de la cadena agroalimentaria se debe a que los plaguicidas representan uno de los problemas de salud más importantes en América Central. Especialmente en el eslabón de los productores, los plaguicidas son un problema de salud ocupacional y ambiental, que afecta tanto a trabajadores como a poblaciones aledañas en zonas agrícolas (Wesseling et al, 2001). La probabilidad de sufrir daños en la salud por plaguicidas en nuestros países es muy alta, debido a la toxicidad de los plaguicidas en uso como a las condiciones que favorecen la exposición a estos. Otro factor que influye en el riesgo es la vulnerabilidad de la población expuesta en zonas rurales con agricultura intensiva, que son principalmente personas de escasos recursos, incluyendo grupos especialmente vulnerables como los niños, ancianos, enfermos y mujeres embarazadas. Una consideración adicional, fue que los plaguicidas también son un motivo de preocupación para el eslabón de los consumidores.

II. Metodología

Los cultivos evaluados, en los 4 países centroamericanos participantes, son generadores de moneda extranjera o con potencial para ello. La mayoría son productos no tradicionales, específicamente melón, chayote, marañón, coco, arveja china y ajonjolí, este último se incluyó considerando que su calidad y demanda en los últimos años han incrementado el potencial de exportación. También se valoró el café, un producto tradicional de exportación hacia la Unión Europea con un significativo valor agregado.

Una metodología para establecer indicadores de riesgo para la salud en relación con el uso de plaguicidas debe permitir generar datos a través del tiempo, con el fin de hacer comparaciones en cuanto a sostenibilidad de las cadenas y tomar decisiones correctivas en los casos necesarios. En el

desarrollo de esta metodología para el eslabón de la cadena agroalimentaria del productor se utilizó información proveniente de cultivos de chayote, melón y café en Costa Rica y de arveja china y café en Guatemala. Se recopilaron datos de uso de plaguicidas primero de fuentes secundarias y luego de fuentes primarias a través de cuestionarios, de los que se derivaron datos de cantidad que posteriormente se relacionaron con la toxicidad de los plaguicidas usados. Además, se evaluó la factibilidad para determinar riesgos del uso de plaguicidas en el eslabón de la cadena perteneciente al consumidor.

2.1 Recopilación de datos de uso de plaguicidas

Datos secundarios: Se realizó una revisión de fuentes secundarias de información que abarcó las fuentes más prometedoras del sector gubernamental, privado y autónomo en ambos países. En estas instituciones se recopiló la información disponible sobre uso de plaguicidas y se investigó sobre la sistematización de la información y el acceso a la misma. La revisión en Costa Rica fue ejecutada por el Área de Salud del IRET y en Guatemala por la Fundación para el Desarrollo Rural de los Productores de Café (FUNCAFE). Para Guatemala no tenemos el detalle de las instituciones consultadas. En Costa Rica se consultaron las siguientes instituciones:

Cuadro N°1: Instituciones consultadas en Costa Rica. 2003

Sector	Instituciones
Público	Ministerio de Agricultura y Ganadería
	Instituto del Café
Privado	Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Melón
Autónomo	Universidad de Costa Rica
	Universidad Nacional
	Instituto Tecnológico
	Universidad Estatal a Distancia
	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Las variables revisadas por cultivo fueron las siguientes:

- Período al que corresponde la información
- Área geográfica de donde procede la información
- Cultivo evaluado
- Etapa del cultivo
- Plaga que se previene o combate
- Nombre comercial del plaguicida
- Ingrediente activo
- Clasificación por acción biocida
- Clasificación por grupo químico
- Condiciones de uso
- Formas de aplicación
- Número de aplicaciones
- Frecuencia de aplicaciones
- Dosis de aplicación
- Cantidad total aplicada por ciclo (específicamente en melón)

Los datos recopilados se sistematizaron y valoraron para su uso en el desarrollo de indicadores de riesgo para la salud.

Datos primarios: Se elaboraron dos tipos de cuestionarios para recopilar datos actualizados y confiables sobre uso de plaguicidas, salud e higiene ocupacional. Uno de ellos fue dirigido a informantes clave y el otro a aplicadores de plaguicidas, tanto peones agrícolas como pequeños productores. Los instrumentos fueron probados en poblaciones que no eran meta de esta investigación, y modificados. En total se aplicaron 161 cuestionarios, con muestreo por conveniencia, 9 a informantes clave y 152 a pequeños productores (Cuadro 2). En Costa Rica se aplicaron 93 cuestionarios: 25 a productores de chayote en Paraíso en Cartago, 9 a productores de melón en Nicoya y Liberia en Guanacaste y 59 a productores de café en la zona de Los Santos. En Guatemala se aplicaron 68 cuestionarios: 39 a productores de arveja china en Santiago de Sacatepeque, Cooperativa 2 Cauque y Sumpango y 29 a productores de café en Ciudad Vieja, Alotenango, Chimaltenango, Yepocapa y Acatenango. Esta muestra contiene técnicos de ANACAFE que también son productores en Cobán, Alta Verapaz; Quetzaltepeque, Chiquimula y Jutiapa, Conguaco.

Cuadro N°2: Cuestionarios aplicados en diagnóstico de uso de plaguicidas. Costa Rica y Guatemala, 2004 - 2005.

Cultivo / País	Costa Rica	Guatemala	Total/Cultivo
Arveja china	-	39	39
Café	59	29	88
Chayote	25	-	25
Melón	9	-	9
Total/País	93	68	161

Las preguntas incluían datos sobre ingredientes activos empleados, frecuencia de aplicación, dosis, número de ciclos de cultivo y área de la finca. Datos de concentraciones y formulaciones de los plaguicidas fueron difíciles de obtener directamente de los encuestados. Por esa razón, estos datos se recopilaron en establecimientos de comercialización de agroquímicos y casas productoras. También se revisaron datos comerciales de los productos reportados por los productores a través de Internet en los sitios Web de las casas comerciales.

2.2 Recopilación de datos de toxicidad

Se realizó una revisión de toxicidad aguda, tóxica y crónica, de los 83 ingredientes activos identificados en el muestreo de uso de plaguicidas, en 13 bases de datos (ver bibliografía), las más importantes la de International Program on Chemical Safety (IPCS) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de US Environmental Protection Agency (EPA). Se recopilaron las clasificaciones de toxicidad aguda de EPA y OMS respecto a la DL₅₀ oral, dérmica y por inhalación. Respecto a toxicidad tóxica, se recopilaron datos sobre irritación dérmica y ocular, así como el potencial como alérgeno. Respecto a toxicidad crónica se recopilaron datos sobre neurotoxicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina.

2.3 Sistematización y análisis de información

La sistematización y el análisis de los datos se realizaron de acuerdo con agrupaciones tecnológicas para cada cultivo. Estas tecnologías fueron definidas por los economistas del equipo investigador en cada país. Algunas veces las tecnologías se diferenciaron de acuerdo con el canal de comercialización, otras veces de acuerdo con el tipo de organización, las exigencias de organismos internacionales certificadores y, en el caso de melón, se diferenciaron de acuerdo con el uso de fumigantes (Cuadro 3).

Cuadro N°3: Tecnologías por cultivo. Costa Rica y Guatemala, 2004.

Cultivo	Tecnología
Café (Costa Rica)	Asociados a Cooperativa 1
	Asociados a Cooperativa 2
Café (Guatemala)	Productores con manejo convencional
	Productores con certificaciones
Melón (Costa Rica)	Productores que usan bromuro de metilo
	Productores que usan metam sodio
Chayote (Costa Rica)	Productores independientes
	Productores organizados (Asociados a Cooperativa S)
Arveja china (Guatemala)	Productores con mercado a USA
	Productores con mercado a Europa

La información recopilada de uso de plaguicidas fue codificada y digitada en una base de datos. Los ingredientes activos de los plaguicidas correspondientes a los nombres comerciales reportados por los productores fueron identificados en un manual de plaguicidas para Centroamérica (Castillo et al, 1999) y en listas actualizadas de importaciones de plaguicidas disponibles en el IRET. En la base de datos las filas representaban las fincas encuestadas y las columnas las variables: país, cultivo, tecnología, área de finca, etapa de cultivo, nombre comercial, concentración del ingrediente activo, formulación, ingrediente activo1, ingrediente activo2, ingrediente activo 3, ingrediente activo 4, equipo de aplicación, dosis, caldo de aplicación, concentración del ingrediente activo1, concentración del ingrediente activo 2, concentración del ingrediente activo 3, concentración del ingrediente activo, concentración del ingrediente activo 4, dosis por bomba, mata o estañón (lt o kg), gasto en bombas, matas o estañón, gasto (lt o kg), área del gasto, N°de aplicaciones por ciclo y N° de ciclos por año.

La base también incluyó la estimación de variables compuestas. La primera de ellas fue la cantidad aplicada de ingrediente activo por finca por año ((kg/año). Para esta se utilizaron dos fórmulas: 1ª) $\text{Gasto (l-kg)} / \text{área del gasto (Has)} * \text{concentración de IA} * \text{número de aplicaciones por ciclo} * \text{número de ciclos por año} * \text{área de finca}$ y 2ª) $\text{dosis por bomba, mata o estañón (lt o kg)} * \text{gasto en bombas, matas o estañón, gasto (lt o kg)} / \text{área del gasto} * \text{concentración de IA} * \text{número de aplicaciones por ciclo} * \text{número de ciclos por año} * \text{área de finca}$. La segunda variable compuesta estimada fue la cantidad aplicada de ingrediente activo por tecnología por Hectárea por año (kg/Ha/año). Esta se calculó sumando todas las cantidades aplicadas de cada ingrediente activo por finca por año y dividiendo entre el área total de la tecnología (Has).

Posteriormente, a todos los ingredientes activos identificados se les asignó un puntaje de toxicidad de acuerdo con las características toxicológicas particulares de cada uno. Con base en estos puntajes se

realizaron agrupaciones de plaguicidas por tipo de riesgo para emplear la cantidad aplicada de ingrediente activo por tecnología (kg/Ha/año) como indicador. A continuación, se indican las clases de toxicidad y los puntajes.

Toxicidad aguda: considera las clasificaciones de toxicidad de cada ingrediente activo según EPA y OMS, que se basan en las DL₅₀ oral, DL₅₀ dérmica y DL₅₀ por inhalación. También se consideran fumigantes de OMS a los que se les estima una clasificación de toxicidad según la DL₅₀ por inhalación.

Score:

0 Negativa a toxicidad leve

1 Toxicidad moderada a severa (Clase Ia, IbII y fumigantes OMS o clase 1 y 2 EPA)

Toxicidad tóxica: considera a) la capacidad irritativa para la piel, b) la capacidad irritativa para los ojos, y c) el potencial alergénico.

Score:

0 Negativo a leve

1 Positivo para uno de los tres efectos (grado moderado a severo según la EPA)

2 Positivo para dos

3 Positivo para tres

Toxicidad crónica: considera efectos neurotóxicos, cancerígenos, teratogénicos, reproductores y de disrupción endocrina ocasionados por el ingrediente activo.

Score *:

0 Negativo

1 Positivo para uno de estos efectos

2 Positivo para dos

3 Positivo para tres

4 Positivo para cuatro

5 Positivo para cinco

* Para ciertos plaguicidas faltaban datos para uno o más tipos de toxicidad crónica. Solo se consideraron efectos documentados.

2.4 Prueba de los indicadores de riesgo para el productor

Los primeros indicadores por uso de plaguicidas se probaron en Costa Rica para 2 cooperativas de caficultores en la zona de Los Santos, la de Cooperativa 1 y la Cooperativa 2. En cada una de estas cooperativas se efectuó una agrupación de ingredientes activos (IA) con puntajes de toxicidad aguda de extrema a moderada y para estas agrupaciones se calcularon indicadores relativos al total de superficie de cada 'tecnología bajo estudio' (en este caso cooperativa). La fórmula utilizada para este cálculo fue:

$$\text{Indicador de riesgo}^* = \frac{\sum [\text{IA (kg/Ha/año)} * \text{Área de finca (Ha)}]}{\text{Área de la tecnología (Ha)}}$$

2.5 Cálculo de los indicadores de riesgo para el productor

Para el cálculo de los indicadores de riesgo para la salud en el eslabón de la cadena agroalimentaria correspondiente al productor se agruparon los plaguicidas de acuerdo con los puntajes de toxicidad y los criterios definidos como de mayor riesgo (Cuadro 4).

Cuadro N°4: Criterios de selección de ingredientes activos.

Toxicidad	Criterio de selección
Aguda	Toxicidad de moderada a severa
Tópica	Efectos positivos de moderados a severos como alérgico o irritativo en piel y ojos
Crónica	Efectos positivos en al menos un problema crónico

Para estas agrupaciones se calcularon por cada tecnología nuevos indicadores basados en la cantidad aplicada de plaguicidas. Estos indicadores debían permitir identificar los riesgos del uso de plaguicidas inherentes a las tres modalidades de toxicidad, en cada tecnología, para el eslabón del productor. Los indicadores calculados fueron para datos de plaguicidas individuales (2.5.1), el uso total de plaguicidas (2.5.2), para datos de plaguicidas agrupados por criterios de toxicidad (2.5.3 – 2.5.5) y un indicador de toxicidad general (2.5.6):

2.5.1 Uso de plaguicidas específicos (PE)

Se define como kg/Ha/año de un ingrediente activo (IA) específico aplicado en el área total de la tecnología en estudio. La fórmula utilizada es:

$$PE = \frac{\sum [IA \text{ (kg/Ha/año)} * \text{Área de finca (Ha)}]}{\text{Área de la tecnología (Ha)}}$$

2.5.2 Uso de plaguicidas total (PT)

Se define como kg/Ha/año de todos los ingredientes activos aplicados en el área total de la tecnología en estudio. La fórmula utilizada es:

$$PT = \sum \text{de todos los PE}$$

2.5.3 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad aguda (PTA)

Se define como kg/Ha/año de los ingredientes activos, aplicados en el área total de la tecnología en estudio, agrupados de acuerdo con el riesgo de presentar toxicidad moderada a severa según la clasificación de la OMS (Clase Ia, Ib y II) y/o según la EPA (Clase 1 y 2) (TA = 1):

$$PTA = \frac{\sum [IA \text{ con TA} = 1 \text{ (kg/Ha/año)} * \text{Área de finca (Ha)}]}{\text{Área de la tecnología (Ha)}}$$

2.5.4 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad tóxica (PTT)

Se define como kg/Ha/año de los ingredientes activos, aplicados en el área total de la tecnología en estudio, agrupados de acuerdo con el riesgo de presentar efectos alérgicos o irritativos en piel y ojos con grado de moderado a severo según EPA ($TT \geq 1$):

$$PTT = \frac{\sum [IA \text{ con } TT \geq 1 \text{ (kg/Ha/año)} * \text{Área de finca (Ha)}]}{\text{Área de la tecnología (Ha)}}$$

2.5.5 Uso de plaguicidas agrupados por toxicidad crónica (PTC)

Se define como kg/Ha/año de los ingredientes activos, aplicados en el área total de la tecnología en estudio, agrupados de acuerdo con el riesgo de presentar efectos positivos en más de un problema crónico ($TC \geq 1$):

$$PTC = \frac{\sum [IA \text{ con } TC \geq 1 \text{ (kg/Ha/año)} * \text{Área de finca (Ha)}]}{\text{Área de la tecnología (Ha)}}$$

2.5.6 Uso de plaguicidas según toxicidad general (PTG)

Se construyó un indicador de toxicidad general que debería permitir ver diferencias con respecto a riesgos para la salud en general de productores expuestos a plaguicidas en diferentes tecnologías. Este nuevo indicador integró las cantidades de plaguicidas aplicadas por las tres modalidades de toxicidad, asumiendo importancia igual. Ante los puntajes desiguales de las categorías de toxicidad, fue necesario reducir el peso de toxicidad crónica (rango 0-5) respecto a toxicidad tóxica (rango 0-3) y toxicidad aguda (rango 0-1), y reducir el peso de toxicidad tóxica respecto al de toxicidad aguda. Los ajustes se hicieron mediante un factor de corrección igual a $1/\text{rango}$ de cada clase de toxicidad.

El uso de plaguicidas según toxicidad general (PTG) se define como la sumatoria de las toxicidades tóxica, aguda y crónica modificadas por este factor de corrección:

$$PTG = (PTA * 1/2) + (PTT * 1/4) + (PTC * 1/6)$$

Finalmente, todos los indicadores calculados para las agrupaciones de plaguicidas por alguna clase de toxicidad fueron referidos a la unidad funcional de la cadena evaluada. El proyecto definió esta unidad como un kilogramo de producto que llega a la mesa del consumidor. Los datos de la producción en las cadenas fueron suministrados por el CINPE en Costa Rica y por FUNCAFE en Guatemala.

2.6 Factibilidad de establecer indicadores de riesgo para el consumidor

Evaluamos la posibilidad de establecer indicadores de riesgo para los consumidores. Con este fin se revisaron bases de datos de residuos de plaguicidas provenientes de análisis realizados por Environmental Protection Agency (USEPA) durante 2004 para la cadena de melón procedente de Costa Rica y la cadena de Arveja china procedente de Guatemala. Para la cadena del chayote procedente de El Salvador obtuvimos una base perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, a la cual pertenece el chayote. En estas bases se identificaron los plaguicidas con residuos por muestreo y se observó que en

algunos de estos los residuos excedieron la tolerancia de EPA y/o el límite máximo de residuos permitido por la Unión Europea (EU). Se determinó cuales de las tecnologías estaban utilizando estos plaguicidas y la toxicidad de estos para tener una idea de los posibles riesgos de los consumidores de estos productos.

2.7 Enlace de los indicadores de riesgo para la salud con Life Cycle Assessment

Intentamos estimar el impacto en la salud humana originado por uso de plaguicidas en el segmento agrícola de las cadenas, mediante el uso de Life Cycle Assessment (LCA). Esta metodología, con base en la identificación y cuantificación de emisiones de contaminantes al aire, agua y suelos estima la contribución de estos en el deterioro ambiental y de la salud humana global. El procedimiento específico para aplicar LCA al uso de plaguicidas consiste en: 1) conocer cuales sustancias madre de los plaguicidas y metabolitos de estas pueden llegar al ambiente y permanecer en él, 2) cuantificar las emisiones de estas sustancias y sus metabolitos al aire, agua y suelo, 3) multiplicar estas emisiones por los factores de equivalencia de Life Cycle Assessment para estimar los impactos a cada uno de los sustratos y 4) sumar estos impactos para obtener el impacto en la salud humana global ocasionado por el uso de plaguicidas en el segmento agrícola de las cadenas evaluadas (eslabón del productor).

III. Resultados

3.1 Información de uso de plaguicidas procedente de fuentes secundarias

3.1.1 Cadena del café (Costa Rica)

En la revisión de las instituciones involucradas en el cultivo del café en Costa Rica no se encontraron datos recientes sobre uso de plaguicidas, pero sí recomendaciones técnicas emitidas al gremio cafetalero. En el Cuadro 5 se presentan los plaguicidas recomendados por el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) en su último manual para la etapa de mantenimiento del cultivo (ICAFE, 1998). Estas recomendaciones se basan en procesos de investigación de muchos años, con alta confiabilidad y aceptación dentro del gremio.

En el Cuadro 5 el número de plaguicidas citados por acción biocida es alto. Esto se debe a que son productos alternativos, es decir se puede usar uno u otro para el combate de una plaga o varias. Por ejemplo, para el control de “Roya” (*Hemileia vastatrix*) es posible emplear Atemi 10 SL (ciproconazol), Anvil 50% SC (hexaconazol), Kocide 101-77 WP (hidróxido de cobre), Trimiltox Forte 65.8 WP (mancozeb + policúpricos), Cupravit verde 85 WP (oxicloruro de cobre), Cobre Sandoz 56 WP (óxido de cobre), Tilt 25 EC (propiconazol), Sicarol 15 disp. (pyracarbolid), Bayleton 25% PM (triadimefón) o Cuprosan 75% WP (zineb). Algunos de estos plaguicidas además combaten otras enfermedades como “Chasparria” (*Cercospora coffeicola*) y también son usados en almácigos y semilleros en dosis inferiores. Estas recomendaciones son accesibles para productores y profesionales del gremio a través de publicaciones y estrategias de extensión del ICAFE. Es muy probable que algunas de estas recomendaciones hayan sido acatadas por algunos caficultores, pero se desconoce cuáles de estos plaguicidas han sido realmente aplicados y si las cantidades han sido las indicadas y por tanto los datos no pueden ser empleados para indicadores de riesgo. Sin embargo, en esta información se visualiza el

uso de grandes cantidades de nematicidas de alta toxicidad aguda en la renovación de cafetales y en el segundo año de plantación. Esto podría significar en determinado momento un riesgo para la salud.

Los datos existentes sobre uso de plaguicidas en instituciones de educación superior para el cultivo del café son muy variables en cuanto a detalle y en general corresponden a áreas muy específicas.

Cuadro N°5: Plaguicidas recomendados para el cultivo de café. Costa Rica, 1998.

Acción biocida	Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad/ha/producto	Unidad
Nematicida	carbofurán	Furadan 10 G	25 ^a – 50 ^b	kg
Nematicida	fenamifós	Nemacur 10 G	25 ^a – 50 ^b	kg
Nematicida	forato	Thimet 10 G	25 ^a – 50 ^b	kg
Nematicida	terbufós	Counter 10 G	25 ^a – 50 ^b	kg
Insecticida	clorpirifos	Lorsban 4 E	1	lt
Insecticida	deltametrina	Decis 5 E	1,5	lt
Insecticida	diazinón	Diazinon 60% EC	1	lt
Insecticida	endosulfán	Thiodan 35% EC	1	lt
Insecticida	etofenprox	Trebon 10% EC	1,2	lt
Insecticida	fipronil	Fipronil 20 SC	1	lt
Insecticida	foxim	Volaton 50% CE	0,8	lt
Insecticida	metil paratión	Metil paration 50% CE	0,3	lt
Insecticida	oxitioquinox	Morestan 25 WP	1,5	kg
Insecticida	permetrina	Pounce 75% CE	1	lt
Insecticida	pirimifós	Actellic 50 EC	1	lt
Insecticida	tetradifón	Thedion 18 EC	1,4	lt
Fungicida	benomil	Benlate 50 WP	0,2	kg
Fungicida	captán	Orthocide 50 WP	2	kg
Fungicida	ciproconazol	Atemi 10 SL	0,5	lt
Fungicida	fosetil	Aliette 80 WP	1	kg
Fungicida	hexaconazol	Anvil 50% SC	1	lt
Fungicida	hidróxido de cobre	Kocide 101-77 WP	2,5	kg
Fungicida	mancozeb + policúpricos	Trimilttox Forte 65.8 WP	1,2	kg
Fungicida	maneb	Maneb 80% WP	1	kg
Fungicida	metalaxil	Ridomil 5 GR	1	kg
Fungicida	oxicloruro de cobre	Cupravit verde 85 WP	2	kg
Fungicida	óxido de cobre	Cobre Sandoz 56 WP	1	kg
Fungicida	propiconazol	Tilt 25 EC	0,2	lt
Fungicida	pyracarbolid	Sicarol 15 disp.	0,85	lt
Fungicida	triadimefón	Bayleton 25% PM	0,5	kg
Fungicida	zineb	Cuprosan 75% WP	1,2	kg
Herbicida	fluazifop butil	Fusilade 12.5% EC	1	lt
Herbicida	glifosato	Round up 35.6% SL	1	lt

^aAplicación en renovación de cafetales

^bAplicación en el segundo año de plantación

Fuente: ICAFE, 1998.

3.1.2 Cadena del café (Guatemala)

Los datos recopilados sobre uso de plaguicidas en café de Guatemala son menos detallados que los de Costa Rica. Vemos en el Cuadro 6 cómo se omiten concentraciones y formulaciones en algunos de los nombres comerciales de los plaguicidas. De igual forma, no todos los ingredientes activos fueron identificados y tampoco se localizaron datos de cantidades aplicadas. Además, son muchos los plaguicidas mencionados y se desconoce si son recomendaciones técnicas o uso real. Sin embargo, vemos en estos datos la posibilidad de un riesgo de salud por el uso de nematocidas (etoprofos, carbofurán y fenamifós) y otros plaguicidas (metil paratión, paraquat, sulfato de cobre y 2,4-D) con alta toxicidad aguda.

Cuadro N°6: Plaguicidas usados en el cultivo de café. Guatemala, 2003.

Acción biocida	Ingrediente activo	Nombre comercial
Herbicida	2,4 - D amina	Hedonal, Herbiopol
Herbicida	paraquat	Gramoxone
Herbicida	glifosato	Round up, Rival, Fiero, Escuadrón, Ranger
Herbicida	oxifluorfén	Goal, Koltar
Herbicida	alaclor	Lazo, Disaclor
Herbicida	paraquat + diurón	Gramuron X
Herbicida	fluazifopbutil	Fusilade
Herbicida	diquat	Reglone 20 SL
Fungicida	oxicloruro de cobre	Oxicloruro de cobre, Cupravit verde, Vitigrán
Fungicida	hidróxido de cobre	Cupravit azul, Kocide
Fungicida	óxido cuproso	Cobre Sandoz, Cobre Nordox
Fungicida	tradimetón	Bayleton
Fungicida	hexaconazole	Anvil
Fungicida	cyproconazole	Alto
Fungicida	clorotalonil	Bravo, Daconil
Fungicida	oleato de cobre	Coscomel 200
Fungicida	folpet	Folpan 48 SC
Fungicida	terbuconazol + tridimenol	Silvacur
Fungicida	sulfato de cobre + hidróxido de calcio	Caldo Bordelés
Fungicida	imidazol	Mirage 45 EC
Fungicida	orthocide	Captan
Fungicida	bendimidazol	Mertect 45 FW
Insecticida	clorpirifos	Lorsban 2.5 %
Insecticida	Sin identificar	Terminator 1.5 DP
Insecticida	Sin identificar	Vextra
Insecticida	disulfotón	Disystón N 12 GR
Insecticida	foxim	Volatón
Insecticida	oxidemeton metil	Metasystox
Insecticida	diazinón	Diazinón 60 E

Insecticida	fentión	Lebaycid 500 EC
Insecticida	aldicarb	Temik 106
Insecticida	paratión	Folidol
Nematicida	etoprofós	Mocap 15G
Nematicida	carbofurán	Furadán
Nematicida	fenamifós	Nemacur 10G

Fuente: FUNCAFE, 2003.

3.1.3 Cadena del melón (Costa Rica)

En las instituciones públicas costarricenses la investigación sobre prácticas agronómicas en melón actualmente no es prioridad. Esto se debe a que el cultivo es desarrollado por compañías económicamente muy poderosas que contratan profesionales en agronomía altamente calificados para el desarrollo de investigación propia. Por tanto, los últimos datos sobre uso de plaguicidas en melón localizados en instituciones no son recientes y la información generada al respecto en el seno de las empresas meloneras es de acceso limitado. En las instituciones de educación superior existen algunos datos obtenidos a través de tesis e investigaciones a nivel de finca, por lo que no se pueden generalizar.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de un diagnóstico realizado por el IRET, durante el 2003, como parte del proyecto “Alternativas al uso de bromuro de metilo en Costa Rica”. La principal limitante de esta información es que procede de una muestra de dos fincas meloneras que se caracterizan por la búsqueda de alternativas de producción menos nocivas para el ambiente y la salud, lo cual no es la política de todas las demás, por lo que la información no puede ser generalizada. Se excluyeron en este muestreo las compañías más grandes, que continúan con el uso del bromuro de metilo como método principal de desinfección del suelo. En los datos se muestra el uso de metam sodio como alternativa al bromuro de metilo en cantidades aplicadas por hectárea prácticamente iguales. Metam sodio es también un plaguicida de toxicidad aguda alta, con toxicidad tóxica de irritación en piel y ojos, y alergénico y toxicidad crónica importante (neurotóxico, cancerígeno, teratogénico, disruptor endocrino y causa de problemas reproductivos) (IRET, 2009). Otros plaguicidas encontrados en este diagnóstico con aplicaciones superiores a 1 kg/Ha son oxamil que presentan alta toxicidad aguda, endosulfan con alta toxicidad aguda y crónica, carbendazina y mancozeb que presentan riesgo por problemas crónicos y clorotalonil con riesgos por efectos tóxicos y crónicos (IRET, 2009).

Cuadro N°7: Plaguicidas usados en el cultivo de melón. Costa Rica, 2003.

Acción biocida	Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad/ha/i.a.	Unidad
Fumigante	metam sodio	Metan sodium 51 GE	102,00	kg i.a.
Bactericida	amonio cuaternario	Timsen 40 SG	0,08	kg i.a.
Fungicida	azoxistrobina	Amistar 50 WG	0,075	kg i.a.
Fungicida	carbendazin	Crotonox 50 SC	1,50	kg i.a.
Fungicida	clorotalonil	Bravonil 72 SC	1,45	kg i.a.
Fungicida	clorotalonil + dimetomorf	Acrobat CT 60 WP	1 + 0.2	kg i.a.
Fungicida	cobre	Master Cop 6.6 SL	0,0264	kg i.a.
Fungicida	fosetil al	Aliette 80 WP	1,45	kg i.a.
Fungicida	mancozeb + metalaxyl	Ridomil 72 WP	1.28 + 0.16	kg i.a.
Fungicida	miclobutanil	Rally 40 WP	0,72	kg i.a.
Fungicida	oxicloruro de cobre	Cupravit Verde 50 WP	0,75	kg i.a.

Fungicida	TCMTB	Butrol 31.5 EC	1,26	kg i.a.
Fungicida	triadimefón	Bayleton 25 WP	0,10	kg i.a.
Insecticida	abamectina	Vertimec 1.8 EC	0,01	kg i.a.
Insecticida	bacillus thuringiensis	Turex 3.8 WP	0,013	kg i.a.
Insecticida	deltametrina	Decis 2.5 EC	0,00625	kg i.a.
Insecticida	diazinón	Diazinon 60 EC	0,60	kg i.a.
Insecticida	endosulfán	Thiodan 35 EC	1,50	kg i.a.
Insecticida	imidacloprid	Confidor 70 WG	0,15	kg i.a.
Insecticida	metomil	Lannate 90 SP	0,27	kg i.a.
Insecticida	oxamil	Vidatte 24 SL	2,88	kg i.a.
Insecticida	permetrina	Pounce 38.4 EC	0,23	kg i.a.
Insecticida	spinosad	Tracer 48 SC	0,08	kg i.a.

Fuente: Chaverri et al, 2003.

3.1.4 Cadena del chayote (Costa Rica)

El chayote es el producto agrícola evaluado de más reciente inserción en el mercado de exportación en Costa Rica. La producción se localiza en Paraíso de Cartago principalmente en manos de pequeños productores. Estos productores tienen poca capacitación en el manejo agronómico del cultivo. Por estas razones, en las instituciones consultadas no se localizó información respecto a uso de plaguicidas en este cultivo.

La información mostrada de uso de plaguicidas procede del "Perfil Ambiental de la Cadena Agroalimentaria de Chayote Quelite" realizado por la contraparte en el proyecto CAAC del Centro Internacional de Política Económica (CINPE). Este estudio señala un incremento en la frecuencia de plagas en años recientes, que ha conducido a la intensificación del uso de plaguicidas, aunque solo identifica el uso de un número reducido de ingredientes activos (Cuadro 8). Es importante resaltar que los plaguicidas encontrados son en su mayoría productos con alta toxicidad aguda.

Cuadro N°8: Plaguicidas usados en el cultivo de chayote. Costa Rica, 2003.

Acción biocida	Ingrediente activo	Nombre comercial	Cantidad/ha/producto	Unidad
Nematicida	oxamil	Vydatte 24 SL	0,5	kg
Fungicida	clorotalonil	Daconil 50 SC	0,5	kg
Fungicida	mancozeb	Manzate 80 WP	27,75	kg
Fungicida	propineb	Antracol 70 WP	1,5	kg
Insecticida	deltametrina	Decis 2,5 EC	0,2	kg
Insecticida	malatión	Malation 60EC	0,2	kg
Herbicida	paraquat	Gramoxone 20 SL	2	kg

Fuente: Hartley & Díaz, 2003.

3.1.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)

En el Cuadro 9 se observa datos de uso de plaguicidas en arveja china en Guatemala. Al igual que en café, no se localizaron datos de cantidades aplicadas. Se desconocen las fuentes exactas de esta información y si corresponden a recomendaciones técnicas o uso real. De acuerdo, a los datos presentados también en arveja china se usan o recomiendan plaguicidas de alta toxicidad aguda, entre ellos endosulfán, dimetoato y metomil, y de alta toxicidad crónica, entre ellos el ziram (IRET, 2009).

Cuadro N°9: Plaguicidas usados en el cultivo de arveja china. Guatemala, 2003.

Acción biocida	Ingrediente activo	Nombre comercial
Fungicida	ferbam	Ferbam 76 WG
Fungicida	captán	Captagro 50 WP, Captan 50 WP, Drexel captan 48 SC, Drexel captan 50 WPC, Merpan 50 WP
Fungicida	cobre	Bordocop 68 WP
Fungicida	oleato cúprico	Cosmocel 21 SL
Fungicida	oxicloruro de cobre	Kopoxi 85 WP, Oxicob 85 WP
Fungicida	sulfato de cobre	Mastercop 26.5 SL
Fungicida	hidróxido de cobre	Kop hidroxido 77 WP, Hidrocob 50 WP, Kocide 77 WP
Fungicida	azufre	Kumulus 80 WG, Drexel Sulfa 80 WP
Fungicida	ziram	Ziram 76 WG
Fungicida	metalaxyl	Milor 24 EC, Milor 5 G
Insecticida	naled	Lucanal 86 EC
Insecticida	endosulfán	Drexel Endosulfan 35 EC, Thionex 35 EC
Insecticida	spinosad	Spintor 12 SC, Spinoace 12 SC
Insecticida	malatión	Insection 57 CE, Malathion 57 EC, Malathion 50 EC
Insecticida	dimetoato	Perfektion 40 EC, Promofektion 40 EC, Dimetoato 40 EC, Drexel Dimetoato 40 EC
Insecticida	metomil	Boina 90 SP, Nudrin 90 SP, Kuik 90 SP, Metomil 90 SP, Foramil 21.6 SL, Lannate 90 SP, Lannate 21 SL
Insecticida	fenvalerato	Fenvalerato 10 EC

Fuente: FUNCAFE, 2003.

3.1.6 Cadena del Marañón (Guatemala)

En el cuadro 10 se presentan los datos recopilados por FUNCAFE para marañón. Estos fueron obtenidos a través de Internet y corresponden a plaguicidas registrados para el cultivo de marañón por la US Environmental Protection Agency (EPA) y la Unión Europea (UE). Por tanto, no son recomendaciones técnicas ni uso real y no contienen información respecto a concentraciones, formulaciones y cantidades aplicadas.

Cuadro N°10: Plaguicidas registrados para el cultivo de marañón, por US Environmental Protection Agency (EPA) y Unión Europea (UE).

Acción biocida	Ingrediente activo (i.a.)	Nombre comercial	Registrado
Fumigante	bromuro de metilo	Bromuro de metilo	EPA
Insecticida	fosfuro de aluminio	Fostoxin	EPA
Insecticida	fosfuro de magnesio	Magtoxin	EPA
Insecticida	deltametrina	Decis	UE

Insecticida	permetrina	Permetrina	UE
Acaricida	clofentezina	Apolo	UE
Fungicida	propiconazol	Tilt	UE
Fungicida	procloraz	Abavit	UE
Herbicida	glufosinato de amonio	Glufosinato de amonio	UE

Fuente: Recopilado de FUNCAFE de US Environmental Protection Agency (EPA), 2003. Unión Europea (UE), 2003.

3.2 Información de uso de plaguicidas procedente de fuentes primarias

3.2.1 Cadena del café (Costa Rica)

En el cuadro 11 se observa para ambas tecnologías evaluadas en la cadena del café en Costa Rica una amplia variabilidad respecto a área de finca (has), número de plaguicidas, aplicaciones por año y cantidad aplicada (kg/Ha/año). Comparando entre tecnologías observamos que todas estas variables son superiores en la cadena de café con origen en Cooperativa 1 respecto a la cadena de café con origen en Cooperativa 2.

Cuadro N°11: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables área de finca, número de plaguicidas, número de aplicaciones por año y cantidad aplicada de plaguicidas en las fincas de las tecnologías de café de Asociados a Cooperativa 1 y café de Asociados a Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Indicadores	Café de Cooperativa 1			Café de Cooperativa 2		
	Mediana	Mín.	Máx.	Mediana	Mín.	Máx.
Área/finca (has)	2,75	0,70	28,00	2,45	0,10	15,00
N° plaguicidas	5,00	1,00	19,00	4,50	1,00	10,00
Aplicaciones/año	9,00	1,00	53,00	8,50	1,00	17,00
kg/Ha/año	2,74	0,13	13,70	1,66	0,22	15,62

El cuadro 12 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 3.44 kg/Ha/año en café de Asociados a Cooperativa 1 durante el 2004. En esta cifra los herbicidas representaron un 39%, los fungicidas un 29%, los nematicidas un 22% y los insecticidas un 11%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron glifosato, tebuconazol, terbufós y diazinón. Estos ingredientes activos representaron el 55% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°12: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de café de Asociados a Cooperativa 1. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Herbicidas	glifosato	0,8231	38,9
	paraquat	0,3905	
	oxifluorfén	0,1275	

Subtotal		1,34	
Fungicidas	tebuconazol	0,2849	
	sulfato de cobre	0,1869	
	oxicloruro de cobre	0,1312	
	ciproconazol	0,1281	
	triadimenol	0,0950	
	propineb	0,0750	
	azoxistrobina	0,0312	
	hidróxido de cobre	0,0291	
	benomil	0,0149	
	tolclofos metil	0,0069	
	ferbam	0,0022	
	captan	0,0015	
	carboxin	0,0015	
	clorotalonil	0,0007	
Subtotal		0,99	28,7
Nematicidas	terbufós	0,5763	
	carbofurán	0,1232	
	fenamifós	0,0401	
	etoprofos	0,0006	
Subtotal		0,74	21,5
Insecticidas	diazinón	0,1982	
	clorpirifos	0,0866	
	oxamil	0,0801	
	sulfluramida	0,0044	
	metamidofós	0,0030	
	protiofós	0,0018	
	permetrina	0,0005	
Subtotal		0,37	10,9
Total		3,44	100,0

El cuadro 13 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 1.72 kg/Ha/año en café de Asociados a Cooperativa 2 durante el 2004. En esta cifra los fungicidas representaron un 60%, los herbicidas un 31%, los insecticidas un 6% y los nematicidas un 4%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron hidróxido de cobre, glifosato, metamidofós y etoprofos. Estos ingredientes activos representaron el 49% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°13: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de café de Asociados a Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fungicidas	hidróxido de cobre	0,3016	
	oxicloruro de cobre	0,1352	
	propineb	0,1162	
	caldo bordelés	0,1064	
	ferbám	0,1061	

	tebuconazol	0,0752	
	benomil	0,0654	
	clorotalonil	0,0345	
	triadimenol	0,0251	
	carbendazim	0,0180	
	ciproconazol	0,0153	
	captán	0,0088	
	carboxín	0,0088	
	quintozeno	0,0064	
Subtotal		1,02	
Herbicidas	glifosato	0,4470	30,6
	paraquat	0,0615	
	oxifluorfén	0,0171	
Subtotal		0,53	
Insecticidas	metamidofós	0,0349	6,2
	diazinón	0,0335	
	dimetoato	0,0250	
	oxamil	0,0134	
	deltametrina	0,00007	
Subtotal		0,11	
Nematicidas	etoprofós	0,0573	3,7
	terbufós	0,0060	
Subtotal		0,06	
Total		1,72	100,0

3.2.2 Cadena del café (Guatemala)

En el cuadro 14 se observa que el área de las fincas de café certificado por Starbucks es superior respecto al área de las fincas de café convencional. Sin embargo, el número de plaguicidas, el número de aplicaciones y la cantidad aplicada de ellos por año es menor en café certificado por Starbucks que en café convencional.

Cuadro N°14: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables área de finca, número de plaguicidas, número de aplicaciones por año y cantidad aplicada de plaguicidas en las fincas de las tecnologías de café convencional y café certificado por Starbucks. Guatemala, 2004.

Indicadores	Café convencional			Café certificado por Starbucks		
	Mediana	Mín.	Máx.	Mediana	Mín.	Máx.
Área/finca (has)	1,40	0,11	117,60	38,67	10,50	130,68
N° plaguicidas	3,00	1,00	9,00	3,00	1,00	6,00
Aplicaciones/año	4,00	1,00	17,00	3,00	1,00	6,00
kg/Ha/año	1,67	0,01	9,79	0,33	0,001	1,60

El cuadro 15 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 2.62 kg/Ha/año en café convencional durante el 2004. En esta cifra los herbicidas representaron un 41%, los nematicidas un 29%, los fungicidas un 15% y los insecticidas un 15%. Los plaguicidas más usados por acción biocida

fueron glifosato, terbufós, caldo bordelés y endosulfan. Estos plaguicidas representaron el 83% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°15: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de café convencional. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Herbicidas	glifosato	1,0199	40,8
	paraquat	0,0335	
	2,4-D	0,0146	
	alaclor	0,000005	
Subtotal		1,07	
Nematicidas	terbufós	0,7314	29,2
	aldicar	0,0148	
	etoprofos	0,0145	
	carbofurán	0,0024	
Subtotal		0,76	
Fungicidas	caldo bordelés	0,2519	15,3
	sulfato de cobre	0,0450	
	oxicloruro de cobre	0,0375	
	mancozeb	0,0176	
	propineb	0,0154	
	hexaconazol	0,0105	
	procloraz	0,0094	
	quintozeno	0,0066	
	ciproconazol	0,0021	
	tebuconazol	0,0013	
	ferbám	0,0009	
	captafol	0,0005	
	triadimenol	0,0003	
	propamocarb	0,0002	
	metil tiofanato	0,0002	
etridiazol	0,0001		
Subtotal		0,40	
Insecticidas	endosulfán	0,1598	14,7
	fentión	0,1141	
	metamidofós	0,0653	
	metil paratión	0,0414	
	malatión	0,0038	
	sulfluramida	0,0004	
	foxim	0,00003	
Subtotal		0,38	
Total		2,62	100,0

El cuadro 16 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 0.47 kg/Ha/año en café certificado por Starbucks durante el 2004. En esta cifra los nematicidas representaron un 42%, los insecticidas un 33%, los herbicidas un 13% y los fungicidas un 12%. Los ingredientes activos más usados por acción

biocida fueron terbufós, endosulfán, glifosato y caldo bordelés. Estos ingredientes activos representaron el 86% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°16: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de café certificado por Starbucks. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Nematicidas	terbufós	0,2005	42,2
Subtotal		0,20	
Insecticidas	endosulfán	0,1211	33,3
	metil paratión	0,0305	
	malatión	0,0064	
Subtotal		0,16	
Herbicidas	glifosato	0,0616	13,0
Subtotal		0,06	
Fungicidas	caldo bordelés	0,0264	11,5
	quintozeno	0,0243	
	metil tiofanato	0,0024	
	etridiazol	0,0015	
Subtotal		0,05	
Total		0,47	100,0

3.2.3 Cadena del melón (Costa Rica)

En el cuadro 17 se observa que las fincas productoras de melón con metam sodio aplican más plaguicidas, en un mayor número de aplicaciones, aunque en cantidad menor respecto a las fincas de productores de melón con bromuro de metilo. En ambas tecnologías las fincas son grandes.

Cuadro N°17: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables área de finca, número de plaguicidas, número de aplicaciones por año y cantidad aplicada de plaguicidas en las fincas de las tecnologías de productores de melón con bromuro de metilo y productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Indicadores	Melón con bromuro de metilo			Melón con metam sodio		
	Mediana	Mín.	Máy.	Mediana	Mín.	Máy.
Área/finca (has)	190,31	92,16	288,46	289,47	59,86	390,00
N° plaguicidas	14,00	13,00	15,00	18,00	12,00	21,00
Aplicaciones/año	17,48	16,95	18,00	36,00	20,15	57,00
kg/Ha/año	206,93	202,37	211,50	117,23	114,25	141,71

El cuadro 18 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 117.04 kg/Ha/año en productores de melón con bromuro de metilo durante el 2004. En esta cifra los fumigantes representaron un 93.4%, los

fungicidas un 4.3%, los insecticidas un 1.5% y los herbicidas un 0.8%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron bromuro de metilo, mancozeb, metomil y glifosato. Estos ingredientes activos representaron el 95.8% de la cantidad total aplicada. El bromuro de metilo específicamente representó el 93.4%.

Cuadro N°18: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de productores de melón con bromuro de metilo. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fumigantes	bromuro de metilo	109,3333	93,4
Subtotal		109,33	
Fungicidas	mancozeb	1,3329	4,3
	hidroxido de cobre	1,1493	
	azufre	0,9796	
	clorotalonil	0,6654	
	benomil	0,3912	
	metil tiofanato	0,3912	
	dimetomorf	0,0544	
	metalaxil	0,0174	
Subtotal		4,98	
Insecticidas	metomil	0,5204	1,5
	diazinon	0,4694	
	imidacloprid	0,3286	
	naled	0,3030	
	permetrina	0,0901	
	spinosad	0,0379	
	buprofezin	0,0272	
	pimetrozina	0,0190	
	pyriproxifen	0,0109	
	abamectina	0,0010	
	Subtotal		
Herbicidas	glifosato	0,9154	0,8
Subtotal		0,92	
Total		117,04	100,0

El cuadro 19 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 60.54 kg/Ha/año en productores de melón con metam sodio durante el 2004. En esta cifra los fumigantes representaron un 82.7%, los fungicidas un 12.1%, los insecticidas un 3.5%, los herbicidas un 1.5%, los nematicidas un 0.2% y los desinfectantes un 0.0004%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron metam sodio, mancozeb, endosulfan, glifosato, carbofuran y amonio cuaternario. Estos ingredientes activos representaron el 88.7% de la cantidad total aplicada. El metam sodio específicamente representó el 53.7%.

La gran diferencia respecto a la cantidad aplicada de plaguicidas por ambas tecnologías se debe a que la concentración del metam sodio en su presentación comercial es de 51%, mientras que la concentración del bromuro de metilo en su presentación comercial es de 98%.

Cuadro N°19: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fumigantes	metam sodio	50,0659	82,7
Subtotal		50,07	
Fungicidas	mancozeb	2,0480	12,1
	clorotalonil	1,5930	
	carbendazim	1,2143	
	oxicloruro de cobre	1,0181	
	fosetil aluminio	0,4785	
	TCMTB	0,3877	
	metil tiofanato	0,1848	
	benomil	0,1574	
	dimetomorf	0,1272	
	metalaxil	0,0467	
	azoxistrobina	0,0385	
	hidroxido de cobre	0,0212	
	miclobutanil	0,0197	
	propamocarb	0,0079	
triadimefon	0,0062		
Subtotal		7,35	
Insecticidas	endosulfan	0,6038	3,5
	clorpirifos	0,2757	
	diazinon	0,2511	
	imidacloprid	0,2290	
	metomil	0,2141	
	cipermetrina	0,1200	
	oxamil	0,1055	
	spinosad	0,0860	
	naled	0,0637	
	permetrina	0,0439	
	tiametoxan	0,0378	
	buprofezin	0,0206	
	pimetrozina	0,0206	
	dimetoato	0,0205	
abamectina	0,0040		
Subtotal		2,10	
Herbicidas	glifosato	0,8972	1,5
	paraquat	0,0205	
	fluazifop p-butyl	0,0090	
Subtotal		0,93	
Nematicidas	carbofuran	0,0985	0,2
Subtotal		0,10	
Desinfectantes	amonio cuaternario	0,0002	0,0004
Subtotal		0,0002	
Total		60,54	100,0

3.2.4 Cadena del chayote (Costa Rica)

En el cuadro 20 se observa que los productores organizados de chayote utilizan mayor área de cultivo, menos plaguicidas, número de aplicaciones y en menor cantidad que los productores independientes de chayote.

Cuadro N°20: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables área de finca, número de plaguicidas, número de aplicaciones por año y cantidad aplicada de plaguicidas en las fincas de las tecnologías de productores de chayote independientes y de productores de chayote organizados. Costa Rica, 2004.

Indicadores	Chayote independientes			Chayote organizados		
	Mediana	Mín.	Máx.	Mediana	Mín.	Máx.
Área/finca (has)	1,63	0,35	100,00	8,23	8,23	8,23
N° plaguicidas	8,00	3,00	14,00	7,00	7,00	7,00
Aplicaciones/año	41,00	6,00	68,00	12,00	12,00	12,00
kg/Ha/año	14,62	1,04	306,12	28,76	28,76	28,76

El cuadro 21 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 6.3 kg/Ha/año en productores de chayote independientes durante el 2004. En esta cifra los fungicidas representaron un 40%, los insecticidas un 29%, los nematicidas un 17% y los herbicidas un 14%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron mancozeb, dimetoato, terbufos y glifosato. En conjunto representaron el 54% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°21: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de productores de chayote independientes. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fungicidas	mancozeb	1,5354	40,2
	azufre	0,4920	
	propineb	0,1882	
	benomil	0,1563	
	metil tiofanato	0,0840	
	ziram	0,0657	
	clorotalonil	0,0060	
	propiconazol	0,0026	
	imazalil	0,0008	
	tiabendazol	0,0008	
	captan	0,0005	
	carboxin	0,0005	
Subtotal		2,53	
Insecticidas	dimetoato	0,3001	28,8
	permetrina	0,2758	
	malation	0,2410	
	cihalotrina lambda	0,2349	
	pimetrozina	0,1621	
	cipermetrina	0,1390	

	tiametoxan	0,1304	
	endosulfan	0,0966	
	metamidofos	0,0814	
	clorpirifos	0,0438	
	oxamil	0,0308	
	deltametrina	0,0272	
	diazinon	0,0207	
	cartap	0,0105	
	metomil	0,0084	
	imidaclopid	0,0079	
	foxim	0,0029	
	bifentrin	0,0016	
	ciflutrin	0,0014	
	abamectina	0,0007	
Subtotal		1,82	
Nematicidas	terbufos	0,9557	17,0
	forato	0,0807	
	etoprofos	0,0366	
Subtotal		1,07	
Herbicidas	glifosato	0,6242	13,9
	paraquat	0,2501	
	oxifluorfen	0,0045	
Subtotal		0,88	
Total		6,30	100,0

El cuadro 22 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 3.2 kg/Ha/año en productores de chayote organizados durante el 2004. En esta cifra los fungicidas representaron un 81%, los herbicidas un 15% y los insecticidas un 4%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron propineb, paraquat y malatión. Estos ingredientes activos representaron el 63% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°22: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de productores de chayote organizados. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fungicidas	propineb	1,4000	81,1
	mancozeb	0,8000	
	clorotalonil	0,2500	
	metil tiofanato	0,1400	
Subtotal		2,59	
Herbicidas	paraquat	0,4800	15,0
Subtotal		0,48	
Insecticidas	malation	0,1200	3,9
	deltametrina	0,0050	
Subtotal		0,13	
Total		3,20	100,0

3.2.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)

En el cuadro 23 se observa que la arveja china con mercado a Europa se cultiva en fincas de más área, con un número mayor de plaguicidas y de aplicaciones por año respecto a la arveja china con mercado a Estados Unidos. Sin embargo, la cantidad aplicada de plaguicidas es muy similar en ambas tecnologías.

Cuadro N°23: Medidas de tendencia central y dispersión para las variables área de finca, número de plaguicidas, número de aplicaciones por año y cantidad aplicada de plaguicidas en las fincas de las tecnologías de arveja china con destino a USA y arveja china con destino a Europa. Guatemala, 2004.

Indicadores	Arveja china con destino a USA			Arveja china con destino a Europa		
	Mediana	Mín.	Máx.	Mediana	Mín.	Máx.
Área/finca (has)	0,22	0,05	1,09	3,02	0,44	5,60
N° plaguicidas	5,00	2,00	10,00	10,50	7,00	14,00
Aplicaciones/año	36,00	2,00	126,00	77,00	26,00	128,00
kg/Ha/año	20,30	0,38	79,44	20,60	18,58	22,62

El cuadro 24 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 28.02 kg/Ha/año en arveja china con destino a USA durante el 2004. En esta cifra los fungicidas representaron un 71.7%, los insecticidas un 16%, los nematocidas un 12% y los herbicidas un 0.3%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron mancozeb, malatión, forato y paraquat. Estos ingredientes activos representaron el 35% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°24: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de arveja china con destino a USA. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fungicidas	mancozeb	6,9103	71,7
	ziram	4,2847	
	propineb	3,2859	
	clorotalonil	1,6318	
	azufre	1,1590	
	captan	1,1560	
	ferbam	0,8490	
	oxicloruro de cobre	0,1780	
	benomil	0,1756	
	folpet	0,1396	
	quintozeno	0,1015	
	azoxistrobina	0,0971	
	hidroxido de cobre	0,0489	
	carboxin	0,0278	
	hexaconazol	0,0190	
	sulfato de cobre	0,0087	
metalaxil	0,0079		

	bitertanol	0,0055	
	carbendazim	0,0045	
Subtotal		20,09	
Insecticidas	malation	1,5597	16,0
	endosulfan	1,4167	
	metamidofos	0,7589	
	diazinon	0,2536	
	metomil	0,1885	
	dimetoato	0,1836	
	metil parathion	0,0382	
	clorpirifos	0,0279	
	cihalotrina lambda	0,0174	
	ciflutrin	0,0145	
	deltametrina	0,0109	
	oxamil	0,0087	
	profenofos	0,0077	
	foxim	0,0045	
cipermetrina	0,0008		
Subtotal		4,49	
Nematicidas	forato	1,3415	12,0
	terbufos	1,1604	
	etoprofos	0,7907	
	carbofuran	0,0585	
Subtotal		3,35	
Herbicidas	paraquat	0,0891	0,3
Subtotal		0,09	
Total		28,02	100,0

El cuadro 25 muestra una cantidad total aplicada de plaguicidas de 18.6 kg/Ha/año en arveja china con destino a Europa durante el 2004. En esta cifra los fungicidas representaron un 71%, los nematicidas un 19% y los insecticidas un 10%. Los ingredientes activos más usados por acción biocida fueron ziram, terbufos y endosulfán. Estos ingredientes activos representaron el 49% de la cantidad total aplicada.

Cuadro N°25: Cantidad aplicada de plaguicidas por acción biocida e ingrediente activo por la tecnología de arveja china con destino a Europa. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cantidad aplicada	
		kg/ha/año	%
Fungicidas	ziram	4,6700	71,1
	sulfato de cobre	2,7200	
	mancozeb	2,0891	
	ferbam	1,1674	
	azufre	0,8192	
	propineb	0,4032	
	captan	0,3840	
	clorotalonil	0,3000	
	propamocarb	0,2880	
	carbendazim	0,2000	
	benomil	0,1440	

	metalaxil	0,0384	
Subtotal		13,22	
Nematicidas	terbufos	3,3333	
	etoprofos	0,1333	
Subtotal		3,47	18,6
Insecticidas	endosulfan	1,1433	
	malation	0,4560	
	dimetoato	0,3200	
	ciflutrin	0,0017	
Subtotal		1,92	10,3
Total		18,61	100,0

3.2.6 Cantidad y número de plaguicidas aplicados en las cadenas-agroalimentarias:

Las cadenas agroalimentarias, según la cantidad aplicada de plaguicidas en la fase agrícola, se ubican en el siguiente orden decreciente: 1º) melón, 2º) arveja china, 3º) chayote, 4º) café de Costa Rica y 5º) café de Guatemala. Comparando tecnologías según la cantidad aplicada de plaguicidas en cada cadena agroalimentaria observamos que en melón la tecnología del bromuro de metilo es la que más aplica, en arveja china la tecnología que más aplica es la que va destinada al mercado estadounidense, en chayote la tecnología que más aplica es la de productores independientes, en café de Costa Rica la tecnología que más aplica es la de Cooperativa 1 y en café de Guatemala la tecnología que más aplica es la convencional. Respecto al número de plaguicidas la tendencia es la misma con una excepción en la cadena de melón, donde la tecnología de bromuro de metilo aplica un menor número de plaguicidas que la de metam sodio (Figura 1).

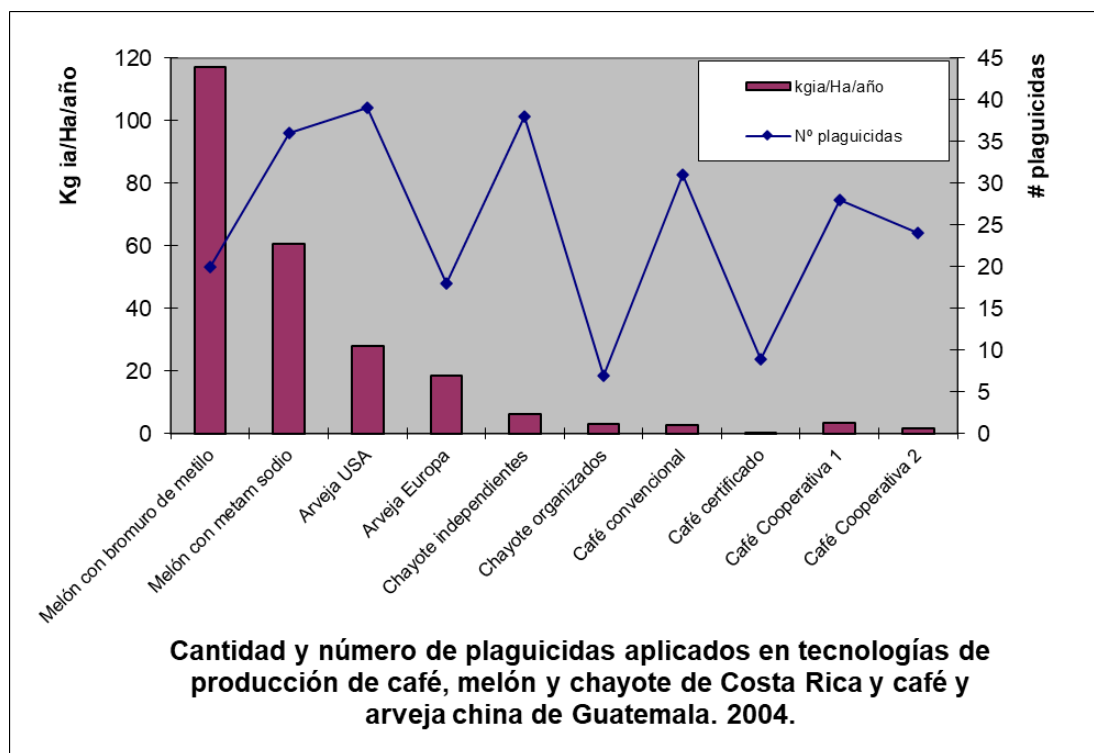


Figura 1

3.3 Indicadores de riesgo para la salud en el eslabón del productor

3.3.1 Cadena del café (Costa Rica)

En café de Cooperativa 1 y café de Cooperativa 2 se identificó el uso respectivo de 17 y 11 plaguicidas con toxicidad aguda entre moderada y severa, durante el 2004 (Cuadro 26). Los plaguicidas peligrosos más aplicados en café de Cooperativa 1 fueron el terbufos, paraquat y tebuconazol y en café de Cooperativa 2 caldo bordelés, tebuconazol y paraquat. Según la clasificación de toxicidad aguda de la OMS y de la EPA, el terbufos es el más tóxico aplicado (Ia, extremadamente tóxico).

La aplicación total de plaguicidas, de toxicidad aguda moderada a severa, en café de Cooperativa 1 fue de 2,07 kg/Ha/año y en café de Cooperativa 2 fue 0,44 kg/Ha/año. Esto significa un riesgo de problemas de salud agudos en los productores de café de Cooperativa 1 cuatro y media veces mayor que en los productores de café de Cooperativa 2.

Cuadro N°26: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad aguda de moderada a severa en café de Cooperativa 1 y de Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cooperativa 1	Cooperativa 2
Fungicida	caldo bordelés		0,1064
Fungicida	sulfato de cobre	0,1869	
Fungicida	tebuconazol	0,2849	0,0752
Fungicida	triadimenol	0,0950	0,0251
Subtotal		0,57	0,21
Herbicida	paraquat	0,3905	0,0615
Subtotal		0,39	0,06
Insecticida	clorpirifos	0,0866	
Insecticida	deltametrina		0,0001
Insecticida	diazinón	0,1982	0,0335
Insecticida	dimetoato		0,0250
Insecticida	metamidofos	0,0030	0,0349
Insecticida	oxamil	0,0801	0,0134
Insecticida	permetrina	0,0005	
Insecticida	protiofos	0,0018	
Subtotal		0,37	0,11
Nematicida	carbofuran	0,1232	
Nematicida	etoprofos	0,0006	0,0573
Nematicida	fenamifos	0,0401	
Nematicida	terbufos	0,5763	0,0060
Subtotal		0,74	0,06
Total		2,07	0,44

El Cuadro 27 muestra el uso de 5 plaguicidas en Cooperativa 1 y 4 plaguicidas en Cooperativa 2 con toxicidad tóxica por efectos positivos entre moderados y severos como irritativo en ojos, piel y alergeno durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en Cooperativa 1 fueron paraquat, sulfato de cobre y oxiclорuro de cobre. En Cooperativa 2 fueron oxiclорuro de cobre y caldo bordelés.

La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad tóxica de moderada a severa fue 0,71 kg/Ha/año en Cooperativa 1 y 0,34 kg/Ha/año en Cooperativa 2. Esto implica un riesgo dos veces mayor de efectos tóxicos en los productores de Cooperativa 1 comparado con los productores de Cooperativa 2.

Cuadro N°27: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad tóxica por efectos como irritativo en ojos, piel y alergeno. Cooperativa 1 y Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cooperativa 1	Cooperativa 2
Fungicida	caldo bordelés		0,1064
Fungicida	carbonato de cobre		
Fungicida	clorotalonil	0,0007	0,0345
Fungicida	oxicloruro de cobre	0,1312	0,1352
Fungicida	sulfato de cobre	0,1869	
Subtotal		0,32	0,28
Herbicida	paraquat	0,3905	0,0615
Subtotal		0,39	0,06
Insecticida	protiofos	0,0018	
Subtotal		0,0018	
Total		0,71	0,34

El Cuadro 28 muestra el uso respectivo de 9 y 8 plaguicidas en Cooperativa 1 y Cooperativa 2 con toxicidad crónica por efectos positivos en al menos un efecto de neurotoxicidad, cancerigenocidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en Cooperativa 1 fueron sulfato de cobre y triadimenol. En Cooperativa 2 fueron ferbam y benomil. La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad crónica, fue 0,39 kg/Ha/año en Cooperativa 1 y 0,31 kg/Ha/año en Cooperativa 2. Estos valores significan que el riesgo de problemas crónicos en los productores de Cooperativa 1 y Cooperativa 2 es similar.

Cuadro N°28: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad crónica por más de un efecto de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina. Cooperativa 1 y Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Cooperativa 1	Cooperativa 2
Fungicida	benomil	0,0149	0,0654
Fungicida	captan	0,0015	
Fungicida	carbendazim		0,0180
Fungicida	clorotalonil	0,0007	0,0345
Fungicida	ferbam	0,0022	0,1061
Fungicida	mancozeb		
Fungicida	sulfato de cobre	0,1869	
Fungicida	triadimenol	0,0950	0,0251
Subtotal		0,30	0,25
Insecticida	clorpirifos	0,0866	
Insecticida	deltametrina		0,0001
Insecticida	dimetoato		0,0250
Insecticida	metamidofos	0,0030	0,0349
Insecticida	permetrina	0,0005	
Subtotal		0,09	0,06
Total		0,39	0,31

Al comparar la aplicación de plaguicidas por acción biocida en las agrupaciones por toxicidad aguda, tóxica y crónica, Cooperativa 1 sobrepasó a Cooperativa 2 en todos los valores.

El Cuadro 29 resume los resultados para las tres toxicidades y muestra los factores de corrección utilizados para el cálculo de la toxicidad general. Este nuevo indicador al integrar las tres toxicidades compensa el error por la desigualdad en el tamaño de las clases y permite comparar la tecnología de Cooperativa 1 con la de Cooperativa 2 desde la perspectiva del riesgo para la salud en forma general. Obsérvese que este riesgo en Cooperativa 1 es 3,5 veces mayor que en Cooperativa 2.

Cuadro N°29: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad general. Cooperativa 1 y Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Coope-San Marcos	Factor corrección	Valor integrado	Cooperativa 2	Factor corrección	Valor integrado
Tóxica	0,71	0,25		0,34	0,25	
Aguda	2,07	0,50		0,44	0,50	
Crónica	0,39	0,17		0,31	0,17	
General			1,28			0,36

El cuadro 30 muestra los indicadores referidos a la unidad funcional. En este vemos como el riesgo en la salud del productor, inherente a un kilogramo de café que llega a la mesa del consumidor con origen en Cooperativa 1 en comparación con un kilogramo de café con origen en Cooperativa 2, es 5,4 veces mayor respecto a efectos agudos, 2,4 veces mayor respecto a efectos tóxicos, 1,5 veces mayor respecto a efectos crónicos y 4,2 veces mayor en términos de la salud en general. Esto significa que, desde la perspectiva de la salud, en el segmento agrícola de la cadena del café de Los Santos en Costa Rica es más sostenible la tecnología utilizada por Cooperativa 2 que la tecnología utilizada por Cooperativa 1.

Cuadro N°30: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad aguda, tóxica, crónica y general referidos a la unidad funcional (kg/Ha/año de producto). Cooperativa 1 y Cooperativa 2. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{SMT}	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{SMD}	IR _{SMT} / IR _{SMD}
	Cooperativa 1			Cooperativa 2			
Aguda	2,07	1273	0,0016	0,44	1470	0,0003	5,4
Tóxica	0,71	1273	0,0006	0,34	1470	0,0002	2,4
Crónica	0,39	1273	0,0003	0,31	1470	0,0002	1,5
General	1,28	1273	0,0010	0,36	1470	0,0002	4,2

La figura 2 muestra el uso de plaguicidas por tipo de toxicidad anteriormente descrito.

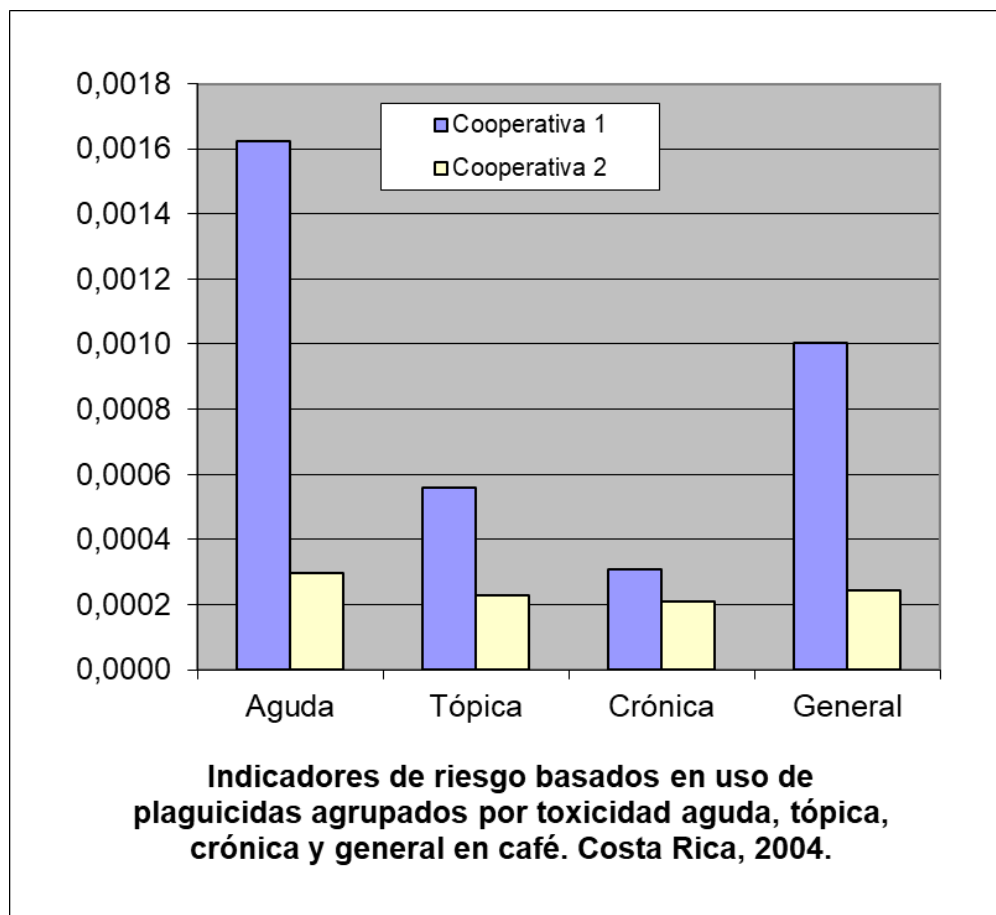


Figura 2

3.3.2 Cadena del café (Guatemala)

En café convencional y café certificado por Starbucks se identificó el uso respectivo de 18 y 5 plaguicidas con toxicidad aguda entre moderada y severa, durante el 2004 (Cuadro 31). Los plaguicidas peligrosos más aplicados en café convencional fueron el terbufos, caldo bordelés y endosulfan y en café certificado por Starbucks terbufos y endosulfan. Obsérvese que en ambas tecnologías el más usado es terbufos (extremadamente tóxico).

La aplicación total de plaguicidas, de toxicidad aguda moderada a severa, en café convencional fue de 1,50 kg/Ha/año y en café certificado por Starbucks 0,38 kg/Ha/año. Esto significa un riesgo de problemas de salud agudos en los productores de café convencional cuatro veces mayor que en los productores de café certificado por Starbucks.

Cuadro N°31: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad aguda de moderada a severa, en café convencional vs café certificado. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Café convencional	Café certificado
Fungicida	triadimenol	0,0003	
Fungicida	captafol	0,0005	
Fungicida	tebuconazol	0,0013	

Fungicida	procloraz	0,0094	
Fungicida	sulfato de cobre	0,0450	
Fungicida	caldo bordelés	0,2519	0,0264
Subtotal		0,31	0,03
Herbicida	2,4-D	0,0146	
Herbicida	paraquat	0,0335	
Subtotal		0,05	
Insecticida	foxim	0,00003	
Insecticida	malation	0,0038	0,0064
Insecticida	metil parathion	0,0414	0,0305
Insecticida	metamidofos	0,0653	
Insecticida	fenthion	0,1141	
Insecticida	endosulfan	0,1598	0,1211
Subtotal		0,38	0,16
Nematicida	carbofuran	0,0024	
Nematicida	etoprofos	0,0145	
Nematicida	aldicar	0,0148	
Nematicida	terbufos	0,7314	0,2005
Subtotal		0,76	0,20
Total		1,50	0,38

El Cuadro 32 muestra el uso de 5 plaguicidas en café convencional y 1 plaguicida en café certificado por Starbucks con toxicidad tóxica por efectos positivos entre moderados y severos como irritativo en ojos, piel y alérgico durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en café convencional fueron caldo bordelés, sulfato de cobre y oxiclورو de cobre. En café certificado por Starbucks el único plaguicida aplicado fue caldo bordelés.

La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad tóxica de moderada a severa fue 0,38 kg/Ha/año en café convencional y 0,03 kg/Ha/año en café certificado por Starbucks. Esto implica un riesgo doce y media veces mayor de problemas tóxicos en los productores de café convencional comparado con los productores de café certificado por Starbucks.

Cuadro N°32: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad tóxica por efectos como irritativo en ojos, piel y alérgico, en café convencional vs café certificado. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Café convencional	Café certificado
Fungicida	oxiclورو de cobre	0,0375	
Fungicida	sulfato de cobre	0,0450	
Fungicida	caldo bordelés	0,2519	0,0264
Fungicida	hexaconazol	0,0105	
Subtotal		0,34	0,03
Herbicida	paraquat	0,0335	
Subtotal		0,03	
Total		0,38	0,03

El Cuadro 33 muestra el uso de 11 plaguicidas en café convencional y 2 en café certificado por Starbucks con toxicidad crónica por al menos un efecto de neurotoxicidad, cancerigenocidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en café convencional fueron metamidofos, sulfato de cobre y mancozeb y en café certificado por Starbucks fue malation. La aplicación de plaguicidas, con toxicidad crónica, fue 0,17 kg/Ha/año en café convencional y 0,01 kg/Ha/año en café certificado por Starbucks. Esto significa un riesgo de efectos crónicos diecisiete veces mayor en café convencional respecto a café certificado por Starbucks.

Cuadro N°33: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad crónica por más de un efecto de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, en café convencional vs café certificado. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Café convencional	Café certificado
Fungicida	ferbam	0,0009	
Fungicida	mancozeb	0,0176	
Fungicida	metil tiofanato	0,0002	0,0024
Fungicida	sulfato de cobre	0,0450	
Fungicida	triadimenol	0,0003	
Fungicida	hexaconazol	0,0105	
Subtotal		0,07	0,002
Herbicida	2,4-D	0,0146	
Herbicida	alaclor	0,000005	
Subtotal		0,01	
Insecticida	malation	0,0038	0,0064
Insecticida	metamidofos	0,0653	
Subtotal		0,07	0,006
Nematicida	aldicar	0,0148	
Subtotal		0,01	
Total		0,17	0,01

Al comparar la aplicación de plaguicidas por acción biocida en las agrupaciones por toxicidad aguda, tóxica y crónica, el café convencional sobrepasó al café certificado por Starbucks en todos los valores.

El Cuadro 34 resume los resultados para las tres toxicidades y muestra la toxicidad general. Obsérvese que el riesgo para la salud en general es 4,4 veces mayor en los productores de café convencional respecto a los productores de café certificado por Starbucks.

Cuadro N°34: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad general, en café convencional vs café certificado. Guatemala, 2004.

Toxicidad	Café convencional	Factor corrección	Valor integrado	Café certificado	Factor corrección	Valor integrado
Aguda	1,50	0,50		0,38	0,50	
Tóxica	0,38	0,25		0,03	0,25	
Crónica	0,17	0,17		0,009	0,17	
General			0,88			0,20

En el cuadro 35 vemos como, en la cadena del café con origen en Guatemala, el riesgo en la salud del productor, inherente a un kilogramo de café convencional que llega a la mesa del consumidor en comparación con un kilogramo de café certificado por Starbucks, es 1,7 veces mayor respecto a efectos agudos, 6,1 veces mayor respecto a efectos tópicos, 8,3 veces mayor respecto a efectos crónicos y 1,9 veces mayor en términos de la salud en general. Esto significa que, desde la perspectiva de la salud, en el segmento agrícola de la cadena del café de Guatemala es más sostenible la tecnología utilizada por café certificado por Starbucks que la tecnología utilizada por café convencional.

Cuadro N°35: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad aguda, tóxica, crónica y general referidos a la unidad funcional (kg/Ha/año de producto) en café convencional vs café certificado. Guatemala, 2004.

Toxicidad	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{CONV}	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{CERT}	IR _{CONV} / IR _{CERT}
	Café convencional			Café certificado			
Aguda	1,50	616	0,0024	0,38	261	0,0015	1,7
Tóxica	0,38	616	0,0006	0,03	261	0,0001	6,1
Crónica	0,17	616	0,0003	0,009	261	0,00003	8,3
General	0,88	616	0,0014	0,20	261	0,0008	1,9

La figura 3 muestra el uso de plaguicidas por tipo de toxicidad anteriormente descrito.

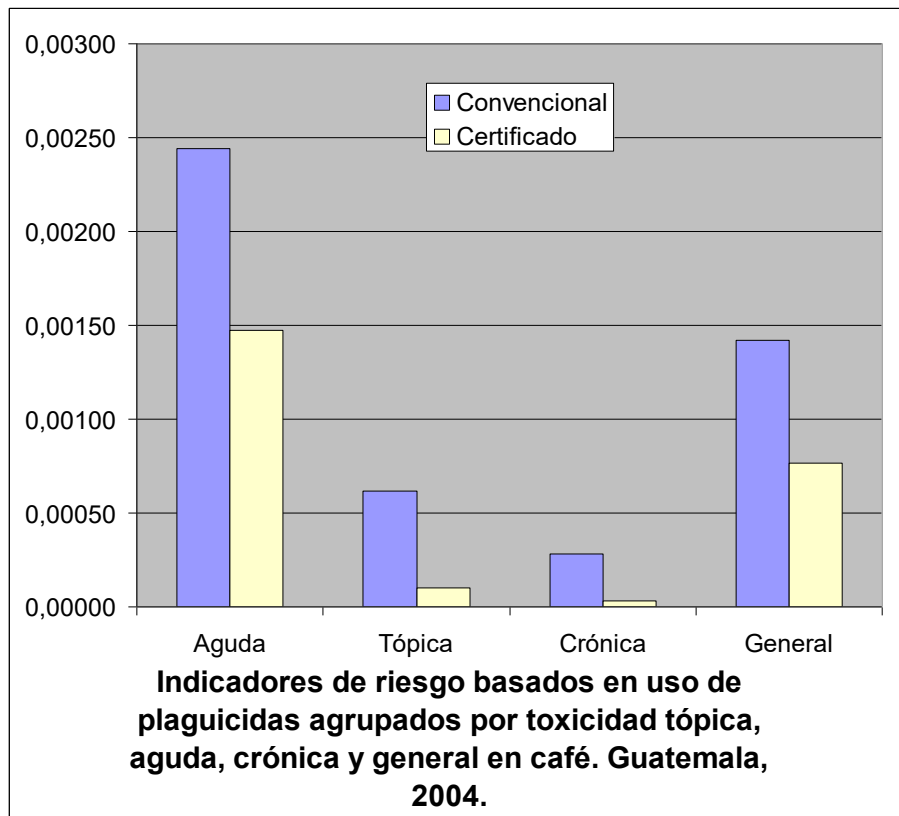


Figura 3

3.3.3 Cadena del melón (Costa Rica)

En melón con bromuro de metilo y melón con metam sodio se identificó el uso respectivo de 7 y 15 plaguicidas con toxicidad aguda entre moderada y severa, durante el 2004 (Cuadro 36). Los plaguicidas peligrosos más aplicados en melón con bromuro de metilo fueron el bromuro de metilo, metomil y diazinón y en melón con metam sodio fueron metam sodio y endosulfan.

La aplicación total de plaguicidas, de toxicidad aguda moderada a severa, en melón con bromuro de metilo fue de 111,05 kg/Ha/año y en melón con metam sodio 52,12 kg/Ha/año. Esto significa un riesgo de problemas de salud agudos en los productores de melón con bromuro de metilo dos veces mayor que en los productores de melón con metam sodio.

Cuadro N°36: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad aguda de moderada a severa, por productores de melón con bromuro de metilo vs productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Melón con bromuro de metilo	Melón con metam sodio
Desinfectante	amonio cuaternario		0,0002
Subtotal			0,0002
Fumigante	bromuro de metilo	109,3333	
Fumigante	metam sodio		50,0659
Subtotal		109,33	50,07
Fungicida	sulfato de cobre		
Subtotal			
Herbicida	paraquat		0,0205
Subtotal			0,02
Insecticida	abamectina	0,0010	0,0040
Insecticida	cipermetrina		0,1200
Insecticida	clorpirifos		0,2757
Insecticida	diazinon	0,4694	0,2511
Insecticida	dimetoato		0,0205
Insecticida	endosulfan		0,6038
Insecticida	imidacloprid	0,3286	0,2290
Insecticida	metomil	0,5204	0,2141
Insecticida	naled	0,3030	0,0637
Insecticida	oxamil		0,1055
Insecticida	permetrina	0,0901	0,0439
Subtotal		1,71	1,93
Nematicida	carbofuran		0,0985
Subtotal			0,10
Total		111,05	52,12

El Cuadro 37 muestra el uso de 2 plaguicidas en productores de melón con bromuro de metilo y 6 plaguicidas en productores de melón con metam sodio con toxicidad tóxica por efectos positivos entre

moderados y severos como irritativo en ojos, piel y alergeno, durante el 2004. El plaguicida con efectos tópicos más aplicado por la tecnología del bromuro de metilo es el clorotalonil y el más aplicado por la tecnología del metam sodio es el metam sodio.

La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad tóxica de moderada a severa fue 0,97 kg/Ha/año en productores de melón con bromuro de metilo y 52,76 kg/Ha/año en productores de melón con metam sodio. Esto implica un riesgo casi cincuenta y cuatro veces menor de problemas tópicos en los productores melón con bromuro de metilo comparado con los productores melón con metam sodio.

Esta gran diferencia respecto al riesgo por toxicidad tóxica entre las tecnologías es debida a que el bromuro de metilo quedó excluido de este grupo de plaguicidas porque el criterio de agrupación fue que el plaguicida presentara los tres efectos tópicos evaluados y para el bromuro de metilo, en el momento en que se realizó la revisión de toxicidad, no se encontraron estudios que comprobaran su capacidad como alergeno, aunque si existen otros que documentan toxicidad tóxica de severa a corrosiva en ojos y piel. Esto significa que de existir un estudio que compruebe la capacidad como alergeno del bromuro de metilo, este se incluiría en la agrupación y el riesgo respecto a efectos tópicos se invertiría.

Cuadro N°37: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad tóxica por efectos como irritativo en ojos, piel y alergeno, por productores de melón con bromuro de metilo vs productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Melón con bromuro de metilo	Melón con metam sodio
Desinfectante	amonio cuaternario		0,0002
Subtotal			0,0002
Fumigante	metam sodio		50,0659
Subtotal			50,07
Fungicida	clorotalonil	0,6654	1,5930
Fungicida	oxicloruro de cobre		1,0181
Subtotal		0,67	2,61
Herbicida	paraquat		0,0205
Subtotal			0,02
Insecticida	naled	0,3030	0,0637
Subtotal		0,30	0,06
Total		0,97	52,76

El Cuadro 38 muestra el uso respectivo de 6 y 12 plaguicidas en productores de melón con bromuro de metilo y en productores de melón con metam sodio con toxicidad crónica por efectos positivos en al menos un efecto de neurotoxicidad, cancerigenocidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en productores de melón con bromuro de metilo fueron bromuro de metilo y mancozeb. En productores de melón con metam sodio fueron metam sodio y mancozeb. La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad crónica, fue 112,20 kg/Ha/año en productores de melón con bromuro de metilo y 55,77 kg/Ha/año en productores de melón

con metam sodio. Estos valores significan que el riesgo de problemas crónicos en productores de melón con bromuro de metilo es dos veces mayor que en productores de melón con metam sodio.

Cuadro N°38: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad crónica por más de un efecto de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, por productores de melón con bromuro de metilo vs productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Melón con bromuro de metilo	Melón con metam sodio
Fumigante	bromuro de metilo	109,3333	
Fumigante	metam sodio		50,0659
Subtotal		109,33	50,07
Fungicida	benomil	0,3912	0,1574
Fungicida	carbendazim		1,2143
Fungicida	clorotalonil	0,6654	1,5930
Fungicida	mancozeb	1,3329	2,0480
Fungicida	metil tiofanato	0,3912	0,1848
Fungicida	sulfato de cobre		
Fungicida	triadimefon		0,0062
Subtotal		2,78	5,20
Insecticida	cipermetrina		0,1200
Insecticida	clorpirifos		0,2757
Insecticida	dimetoato		0,0205
Insecticida	permetrina	0,0901	0,0439
Insecticida	tiametoxan		0,0378
Subtotal		0,09	0,50
Total		112,20	55,77

El Cuadro 39 resume los resultados para las tres toxicidades y muestra la toxicidad general. Obsérvese que el riesgo para la salud en general es una y media veces mayor en los productores de melón con bromuro de metilo respecto a los productores de melón con metam sodio.

Cuadro N°39: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad general, por productores de melón con bromuro de metilo vs productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Melón con bromuro de metilo	Factor corrección	Valor integrado	Melón con metam sodio	Factor corrección	Valor integrado
Aguda	111,05	0,50		52,12	0,50	
Tópica	0,97	0,25		52,76	0,25	
Crónica	112,20	0,17		55,77	0,17	
General			74,47			48,54

En el cuadro 40 vemos como, en la cadena del melón en Costa Rica, el riesgo en la salud del productor, inherente a un kilogramo de melón con bromuro de metilo que llega a la mesa del consumidor en comparación con un kilogramo de melón con metam sodio, es 2,3 veces mayor respecto a efectos agudos, 1,98 veces menor respecto a efectos tópicos, 2.2 veces mayor respecto a efectos crónicos y 1,7 veces mayor en términos de la salud en general. Esto significa que en el segmento agrícola de la cadena del melón en Costa Rica la sostenibilidad, desde la perspectiva de la salud, es mayor en la tecnología utilizada por productores de melón con metam sodio que en la tecnología utilizada por productores de melón con bromuro de metilo.

Cuadro N°40: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad aguda, tóxica, crónica y general referidos a la unidad funcional (kg/Ha/año de producto) por productores de melón con bromuro de metilo vs productores de melón con metam sodio. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{BROM}	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{META} ^N	IR _{BROM} / IR _{META} ^N
	Melón con bromuro de metilo			Melón con metam sodio			
Aguda	111,05	23275	0,0048	52,12	25080	0,0021	2,3
Tóxica	0,97	23275	4,2E-05	52,76	25080	0,0021	0,02
Crónica	112,20	23275	0,0048	55,77	25080	0,0022	2,2
General	74,47	23275	0,0032	48,54	25080	0,0019	1,7

La figura 4 muestra el uso de plaguicidas por tipo de toxicidad anteriormente descrito.

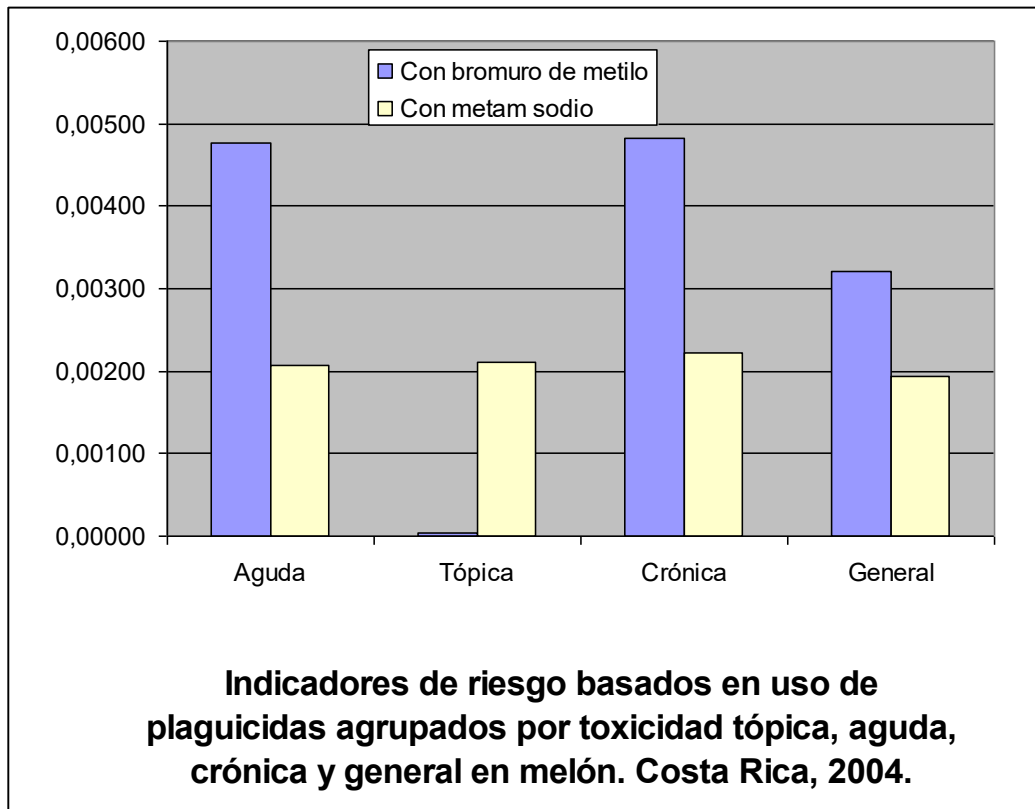


Figura 4

3.3.4 Cadena del chayote (Costa Rica)

En chayote de Costa Rica se identificó, durante el 2004, el uso de 24 plaguicidas con toxicidad aguda entre moderada y severa por productores independientes y 3 por productores organizados (Cuadro 41). Los plaguicidas más aplicados por independientes fueron el terbufos y dimetoato y por organizados paraquat y malation. La aplicación total de plaguicidas, de toxicidad aguda moderada a severa, en independientes fue de 2,68 kg/Ha/año y en organizados 0,61 kg/Ha/año. Esto significa un riesgo de problemas de salud agudos cuatro y media veces mayor en los independientes respecto a los organizados.

Cuadro N°41: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad aguda de moderada a severa, por productores independientes de chayote vs productores organizados. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Chayote independientes	Chayote organizados
Fungicida	imazalil	0,0008	
Fungicida	propiconazol	0,0026	
Fungicida	ziram	0,0657	
Subtotal		0,07	
Herbicida	paraquat	0,2501	0,4800
Subtotal		0,25	0,48
Insecticida	abamectina	0,0007	
Insecticida	ciflutrin	0,0014	
Insecticida	bifentrin	0,0016	
Insecticida	foxim	0,0029	
Insecticida	imidacloprid	0,0079	
Insecticida	metomil	0,0084	
Insecticida	cartap	0,0105	
Insecticida	diazinon	0,0207	
Insecticida	deltametrina	0,0272	0,0050
Insecticida	oxamil	0,0308	
Insecticida	clorpirifos	0,0438	
Insecticida	metamidofos	0,0814	
Insecticida	endosulfan	0,0966	
Insecticida	cipermetrina	0,1390	
Insecticida	malation	0,2410	0,1200
Insecticida	permetrina	0,2758	
Insecticida	dimetoato	0,3001	
Subtotal		1,29	0,13
Nematicida	etoprofos	0,0366	
Nematicida	forato	0,0807	
Nematicida	terbufos	0,9557	
Subtotal		1,07	
Total		2,68	0,61

El Cuadro 42 muestra el uso de 2 plaguicidas en productores de chayote independientes y en productores de chayote organizados con toxicidad tóxica por efectos positivos entre moderados y severos como irritativo en ojos, piel y alérgico, durante el 2004. El plaguicida más aplicado por ambas tecnologías es el paraquat, que posee efectos de severos a corrosivos como irritativo en piel y ojos.

La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad tóxica de moderada a severa fue 0,26 kg/Ha/año en productores de chayote independientes y 0,73 kg/Ha/año en productores de chayote organizados. Esto implica un riesgo casi tres veces mayor de problemas tóxicos en los productores organizados comparado con los productores independientes. Este resultado es debido a que los productores organizados abandonaron el cultivo por mucho tiempo, lo que favoreció el establecimiento de numerosas malezas. Por esta razón, para restablecer el cultivo se aplicó paraquat intensivamente (4 aplicaciones/año en dosis de 1,5 l/ha).

Cuadro N°42: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad tóxica por efectos como irritativo en ojos, piel y alérgico, por productores independientes de chayote vs productores organizados. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Chayote independientes	Chayote organizados
Fungicida	clorotalonil	0,0060	0,2500
Subtotal		0,006	0,25
Herbicida	paraquat	0,2501	0,4800
Subtotal		0,25	0,48
Total		0,26	0,73

El Cuadro 43 muestra el uso de 16 y 5 plaguicidas realizado por productores de chayote independientes y productores de chayote organizados, con toxicidad crónica positiva en al menos un efecto de neurotoxicidad, cancerígenidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados por productores de chayote independientes fueron mancozeb y dimetoato, mientras que por los productores de chayote organizados fueron mancozeb y clorotalonil. La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad crónica, fue 3,32 kg/Ha/año por productores de chayote independientes y 1,32 kg/Ha/año por productores de chayote organizados. Esto significa que el riesgo de problemas crónicos en productores de chayote independientes es dos y media veces mayor que en productores de chayote organizados.

Cuadro N°43: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad crónica por más de un efecto de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, por productores independientes de chayote vs productores organizados. Costa Rica, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Chayote independientes	Chayote organizados
Fungicida	captan	0,0005	
Fungicida	clorotalonil	0,0060	0,2500
Fungicida	ziram	0,0657	
Fungicida	metil tiofanato	0,0840	0,1400
Fungicida	benomil	0,1563	

Fungicida	mancozeb	1,5354	0,8000
Subtotal		1,85	1,19
Insecticida	bifentrin	0,0016	
Insecticida	deltametrina	0,0272	0,0050
Insecticida	clorpirifos	0,0438	
Insecticida	metamidofos	0,0814	
Insecticida	tiametoxan	0,1304	
Insecticida	cipermetrina	0,1390	
Insecticida	cihalotrina lambda	0,2349	
Insecticida	malation	0,2410	0,1200
Insecticida	permetrina	0,2758	
Insecticida	dimetoato	0,3001	
Subtotal		1,48	0,13
Total		3,32	1,32

El Cuadro 44 resume los resultados para las tres toxicidades y muestra la toxicidad general. Obsérvese que el riesgo para la salud en general es casi tres veces mayor en los productores de chayote independientes respecto a los productores de chayote organizados.

Cuadro N°44: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad general, por productores independientes de chayote vs productores organizados. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Chayote independientes	Factor corrección	Valor integrado	Chayote organizados	Factor corrección	Valor integrado
Aguda	2,68	0,50		0,61	0,50	
Tópica	0,26	0,25		0,73	0,25	
Crónica	3,32	0,17		1,32	0,17	
General			1,96			0,70

En el cuadro 45 vemos que en chayote de Costa Rica el riesgo en la salud del productor, inherente a un kilogramo de chayote de productores independientes que llega a la mesa del consumidor en comparación con un kilogramo de chayote de productores organizados, es 4,4 veces mayor respecto a efectos agudos, 1,60 veces menor respecto a efectos tópicos, 2,5 veces mayor respecto a efectos crónicos y 2,8 veces mayor en términos de la salud en general. Esto significa que en el segmento agrícola de la cadena del chayote en Costa Rica la sostenibilidad, desde la perspectiva de la salud, es mayor en la tecnología de productores organizados que en la tecnología de productores independientes.

Cuadro N°45: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad aguda, tóxica, crónica y general referidos a la unidad funcional (kg/Ha/año de producto) por productores independientes de chayote vs productores organizados. Costa Rica, 2004.

Toxicidad	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{IND}	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{ORG}	IR _{IND} / IR _{ORG}
	Chayote independientes			Chayote organizados			
Aguda	2,68	73880	3,63034E-05	0,61	73728	8,206E-06	4,4
Tóxica	0,26	73880	3,46674E-06	0,73	73728	9,901E-06	0,4
Crónica	3,32	73880	4,49815E-05	1,32	73728	1,784E-05	2,5
General	1,96	73880	2,65153E-05	0,70	73728	9,551E-06	2,8

La figura 5 muestra el uso de plaguicidas por tipo de toxicidad anteriormente descrito.

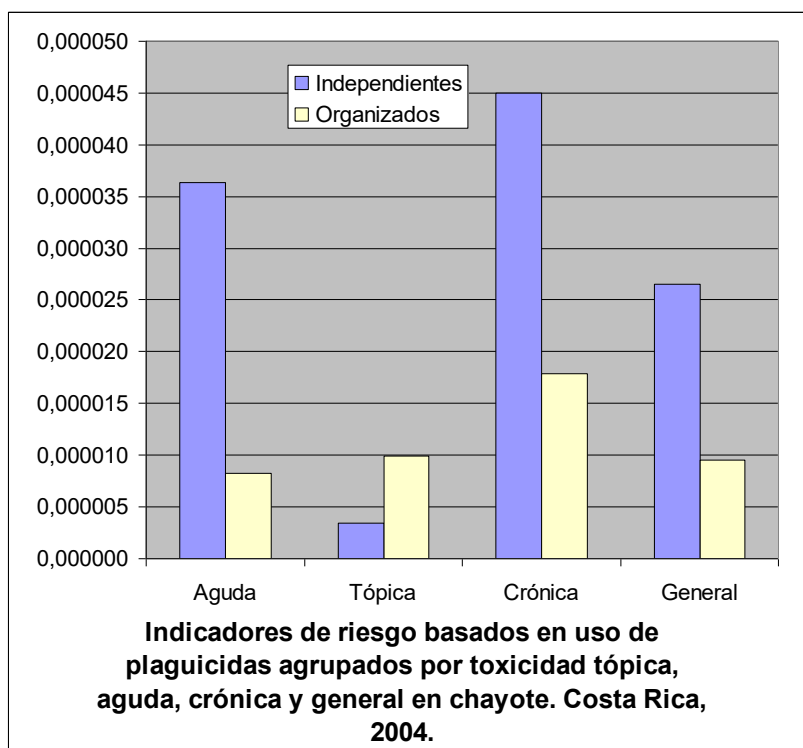


Figura 5

3.3.5 Cadena de la arveja china (Guatemala)

En arveja china con destino a USA y arveja china con destino a Europa se identificó el uso respectivo de 22 y 8 plaguicidas con toxicidad aguda entre moderada y severa, durante el 2004 (Cuadro 46). Los plaguicidas peligrosos más aplicados en arveja china con destino a USA fueron el ziram, malatión y endosulfan y en arveja china con destino a Europa ziram, terbufos y sulfato de cobre. Obsérvese que en ambas tecnologías el más usado es Ziram (altamente tóxico).

La aplicación total de plaguicidas, de toxicidad aguda moderada a severa, en arveja china con destino a USA fue de 12,35 kg/Ha/año y en arveja china con destino a Europa 12,78 kg/Ha/año. Esto significa un

riesgo una vez mayor de problemas de salud agudos en los productores de arveja china con destino a Europa comparado con los productores de arveja china con destino a USA.

Cuadro N°46: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad aguda de moderada a severa, en arveja china para USA vs arveja china para Europa. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Arveja china con destino a USA	Arveja china con destino a Europa
Fungicida	folpet	0,140	
Fungicida	sulfato de cobre	0,009	2,720
Fungicida	ziram	4,285	4,670
Subtotal		4,43	7,39
Herbicida	paraquat	0,089	
Subtotal		0,09	
Insecticida	ciflutrin	0,015	0,002
Insecticida	cipermetrina	0,001	
Insecticida	clorpirifos	0,028	
Insecticida	deltametrina	0,011	
Insecticida	diazinon	0,254	
Insecticida	dimetoato	0,184	0,320
Insecticida	endosulfan	1,417	1,143
Insecticida	foxim	0,004	
Insecticida	malation	1,560	0,456
Insecticida	metamidofos	0,759	
Insecticida	metil parathion	0,038	
Insecticida	metomil	0,189	
Insecticida	oxamil	0,009	
Insecticida	profenofos	0,008	
Subtotal		4,47	1,92
Nematicida	carbofuran	0,059	
Nematicida	etoprofos	0,791	0,133
Nematicida	forato	1,342	
Nematicida	terbufos	1,160	3,333
Subtotal		3,35	3,47
Total		12,35	12,78

El Cuadro 47 muestra el uso de 5 plaguicidas en arveja china con destino a USA y 2 plaguicidas en arveja china con destino a Europa con toxicidad tóxica por efectos positivos entre moderados y severos como irritativo en ojos, piel y alergeno, durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en arveja china con destino a USA fueron clorotalonil y oxiclورو de cobre. En arveja china con destino a Europa el plaguicida más aplicado fue el sulfato de cobre.

La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad tóxica de moderada a severa fue 1,93 kg/Ha/año en arveja china con destino a USA y 3,02 kg/Ha/año en arveja china con destino a Europa. Esto implica un riesgo una y media vez mayor de problemas tóxicos en los productores de arveja china con destino a Europa comparado con los productores de arveja china con destino a USA.

Cuadro N°47: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad tóxica por efectos como irritativo en ojos, piel y alergeno, en arveja china para USA vs arveja china para Europa. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Arveja china con destino a USA	Arveja china con destino a Europa
Fungicida	clorotalonil	1,632	0,300
Fungicida	hexaconazol	0,019	
Fungicida	oxicloruro de cobre	0,178	
Fungicida	sulfato de cobre	0,009	2,720
Subtotal		1,84	3,02
Herbicida	paraquat	0,089	
Subtotal		0,09	
Total		1,93	3,02

El Cuadro 48 muestra el uso respectivo de 17 y 10 plaguicidas en arveja china con destino a USA y arveja china con destino a Europa con toxicidad crónica por efectos positivos en al menos un efecto de neurotoxicidad, cancerigenocidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, durante el 2004. Los plaguicidas más aplicados en arveja china con destino a USA fueron mancozeb y ziram. En arveja china con destino a Europa fueron ziram, sulfato de cobre y mancozeb. La aplicación total de plaguicidas, con toxicidad crónica, fue 17,60 kg/Ha/año en arveja china con destino a USA y 12,45 kg/Ha/año en arveja china con destino a Europa. Estos valores significan que el riesgo de problemas crónicos en los productores de arveja china con destino a USA es un 40% mayor que en los productores de arveja china con destino a Europa.

Cuadro N°48: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) con toxicidad crónica por más de un efecto de neurotoxicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, trastornos reproductivos y disrupción endocrina, en arveja china para USA vs arveja china para Europa. Guatemala, 2004.

Acción biocida	Ingrediente activo	Arveja china con destino a USA	Arveja china con destino a Europa
Fungicida	benomil	0,176	0,144
Fungicida	bitertanol	0,005	
Fungicida	captan	1,156	0,384
Fungicida	carbendazim	0,005	0,200
Fungicida	clorotalonil	1,632	0,300
Fungicida	ferbam	0,849	1,167
Fungicida	hexaconazol	0,019	
Fungicida	mancozeb	6,910	2,089
Fungicida	sulfato de cobre	0,009	2,720
Fungicida	ziram	4,285	4,670
Subtotal		15,05	11,67
Insecticida	cihalotrina lambda	0,017	
Insecticida	cipermetrina	0,001	
Insecticida	clorpirifos	0,028	
Insecticida	deltametrina	0,011	

Insecticida	dimetoato	0,184	0,320
Insecticida	malation	1,560	0,456
Insecticida	metamidofos	0,759	
Subtotal		2,56	0,78
Total		17,60	12,45

El Cuadro 49 resume los resultados para las tres toxicidades y muestra la toxicidad general. Obsérvese que el riesgo para la salud en general es una y media vez mayor en los productores de arveja china con destino a USA respecto a los productores de arveja china con destino a Europa.

Cuadro N°49: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad general, en arveja china para USA vs arveja china para Europa. Guatemala, 2004.

Toxicidad	Arveja china con destino a USA	Factor corrección	Valor integrado	Arveja china con destino a Europa	Factor corrección	Valor integrado
Aguda	12,35	0,50		12,78	0,50	
Tópica	1,93	0,25		3,02	0,25	
Crónica	17,60	0,17		12,45	0,17	
General			9,59			9,22

En el cuadro 50 vemos como, el riesgo en la salud del productor, inherente a un kilogramo de arveja china con destino a USA que llega a la mesa del consumidor en comparación con un kilogramo de arveja china con destino a Europa, es prácticamente igual respecto a efectos agudos, 1,4 veces menor respecto a efectos tópicos, 1.3 veces mayor respecto a efectos crónicos e igual en términos de la salud en general. Esto significa que, desde la perspectiva de la salud, en el segmento agrícola de la cadena de la arveja china de Guatemala la sostenibilidad es muy similar en la tecnología utilizada por arveja china con destino a Europa y la tecnología utilizada por arveja china con destino a USA.

Cuadro N°50: Ingredientes activos aplicados (kg/Ha/año) según toxicidad aguda, tópica, crónica y general referidos a la unidad funcional (kg/Ha/año de producto) en arveja china para USA vs arveja china para Europa. Guatemala, 2004.

Toxicidad	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{DUSA}	Plaguicida (kg/ha/año)	Producto (kg/ha/año)	IR _{DEU}	IR _{DEU} / IR _{DUSA}
	Arveja china con destino a USA			Arveja china con destino a Europa			
Aguda	12,35	3318	0,0037	12,78	3089	0,0041	0,9
Tópica	1,93	3318	0,0006	3,02	3089	0,0010	0,6
Crónica	17,60	3318	0,0053	12,45	3089	0,0040	1,3
General	9,59	3318	0,0029	9,22	3089	0,0030	1,0

La figura 6 muestra el uso de plaguicidas por tipo de toxicidad anteriormente descrito.

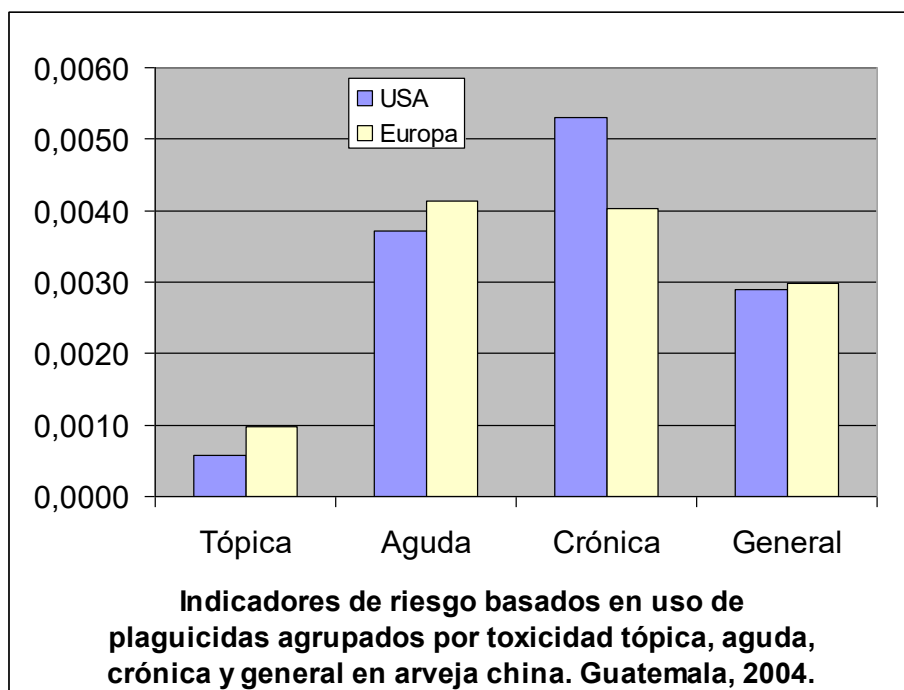


Figura 6

3.4 Indicadores de riesgo para la salud en el eslabón del consumidor

El cuadro 51 resume el análisis cualitativo realizado para ver diferencias de las cadenas en el eslabón del consumidor. La EPA encontró, en el 2004, residuos de acefato, clorotalonil y metamidofos en arveja china proveniente de Guatemala. Según el diagnóstico, metamidofos fue usado por las tecnologías de arveja con destino a Estados Unidos y a Europa. Mientras que clorotalonil fue usado solo por la tecnología con destino a Estados Unidos. Los residuos sobrepasaron los límites máximos para clorotalonil en los Estados Unidos y para metamidofos en los Estados Unidos y la Unión Europea. En melón producido en Costa Rica, EPA detectó residuos de endosulfan, metalaxyl, metamidofos, metomil, o-phenylphenol, permotrina y tiabendazol. El endosulfan, el metomil y el tiabendazol fueron usados por la tecnología del metam sodio. El tiabendazol también fue usado por la tecnología del bromuro de metilo. De un total de 83 muestreos, el metomil sobrepasó en 32 (39%) la tolerancia de los Estados Unidos y en 26 (31%) los límites máximos de residuos en la Unión Europea.

En los análisis de cucurbitáceas (familia del chayote) EPA encontró residuos de diazinón, dimetoato, endosulfan, metalaxil y metomil, pero ninguno por encima de los límites máximos. El diazinón, dimetoato y endosulfan fueron usados en el 2004 por productores independientes de chayote.

Los datos son escasos y solo se pueden relacionar parcialmente con las tecnologías bajo estudio. Sin embargo, surge preocupación respecto a riesgos para los consumidores, especialmente consumidores vulnerables como mujeres embarazadas, ancianos, niños y personas enfermas. Con base en la toxicidad de los residuos encontrados, se podría sospechar la existencia de algún nivel de riesgo para los consumidores de arveja china por efectos agudos del metamidofos y por efectos crónicos del clorotalonil y el metamidofos y para consumidores de melón por efectos agudos y crónicos del endosulfan y el metomil y por efectos crónicos del tiabendazol.

Cuadro N°51: Residuos de plaguicidas en alimentos en relación con las cadenas y tecnologías evaluadas y la toxicidad de los ingredientes activos. América Central, 2004.

Cadena	N° de muestreos	Ing. activo	N° de muestreos		Tecnologías	Puntaje de toxicidad		
			R >T* EPA	R >T* EU		Aguda	Tópica	Crónica
Arveja	1	acefato			ND [§]			
		clorotalonil		1	USA	0	3	2
		metamidofos	1		USA y Europa	1	0	3
Melón	83	endosulfan			metam sodio	1	0	1
		metalaxyl	2		ND			
		metamidofos			ND			
		metomil	32	26	metam sodio	1	0	1
		o-phenylphenol			ND			
		permetrina			ND			
		tiabendazol		1	metam sodio y bromuro de metilo	0	0	1
Cucurbi-taceas	33	diazinon			Independientes	1	0	1
		dimetoato			Independientes	1	1	3
		endosulfan			Independientes	1	0	1
		metalaxil			ND			
		metomil			ND			

* R >T: residuos mayores que las tolerancias máximas permitidas

§ ND: Su uso no fue detectado en nuestras encuestas

Fuente: US Environmental Protection Agency (EPA), 2004.

3.5 Life Cycle Assessment

El cuadro 52 muestra los resultados obtenidos al aplicar la metodología de Life Cycle Assessment a los datos obtenidos en el diagnóstico de uso de plaguicidas en el segmento agrícola de las cadenas. No existen factores de equivalencias respecto a la salud para muchos plaguicidas encontrados en nuestro diagnóstico. Por tanto, se hicieron los cálculos de LCA con aquellos plaguicidas para los cuales existen estos factores. Con relación a esto, con excepción de la tecnología que usa bromuro de metilo en melón, las tecnologías que mostraron mayores impactos en la salud global, según LCA, fueron las mismas tecnologías que mostraron mayores riesgos para la salud del productor, de acuerdo con el método desarrollado por el IRET. Sin embargo, las magnitudes de las diferencias de una tecnología respecto a otra fueron muy distintas en ambos métodos. Esto al menos parcialmente se debe al hecho de que el factor de impacto de LCA incluye menos plaguicidas.

Cuadro N°52: Impacto global en la salud generado por el uso de plaguicidas en el segmento agrícola de las cadenas y tecnologías evaluadas, estimado con base en la metodología de Life Cycle Assessment. Costa Rica y Guatemala, 2004.

Tecnología	Impacto según LCA * 10⁻⁵	Ingredientes activos excluidos	Razón de impactos
Café CR Cooperativa 1	184,4	13/28	11,0
Café CR Cooperativa 2	16,7	9/24	
Café Guatemala convencional	474,5	11/31	1,6
Café Guatemala certificado	289,9	2/9	
Melón-bromuro de metilo	2,0	10/20	0,7
Melón-metam sodio	2,9	17/36	
Chayote independientes	5,6	9/31	28,0
Chayote organizados	0,2	1/7	
Arveja-USA	395,0	9/39	0,9
Arveja-Europa	424,0	3/18	

IV. Discusión

El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar una metodología para evaluar y comparar la sostenibilidad de diferentes tecnologías de producción agrícola desde la perspectiva del uso de plaguicidas y la salud. El equipo del IRET desarrolló con este fin indicadores de riesgo para la salud del productor en las cadenas evaluadas en Costa Rica y Guatemala. El IRET también realizó un intento de desarrollar indicadores de riesgo para la salud del consumidor y una prueba preliminar de la metodología del Life Cycle Assessment, a los plaguicidas identificados en el diagnóstico, para comparar con los resultados obtenidos con nuestra metodología sobre el impacto en la salud humana ocasionado por las diferentes tecnologías de producción en el segmento agrícola de las cadenas.

En el desarrollo de nuestra metodología el IRET partió de la revisión de fuentes secundarias de información. Tanto en Costa Rica como en Guatemala los datos recopilados sobre uso de plaguicidas en estas fuentes fueron escasos, poco detallados y de confiabilidad variable. La mayoría fueron recomendaciones técnicas y no uso real. De las instituciones consultadas en Costa Rica solamente la Universidad Nacional (UNA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) han generado datos de uso real. En nuestros países no existe capacidad en las instancias competentes o no se ha despertado interés para generar esta información, por la variabilidad de los datos y la dificultad de sistematizarlos y mantenerlos actualizados.

En las instituciones donde existe algún tipo de información respecto a uso de plaguicidas, falta desarrollar metodologías estandarizadas de recopilación y análisis de datos. Como consecuencia de lo anterior, la información recopilada mostró diferentes grados de incertidumbre en la identificación del plaguicida y la cantidad aplicada. Muchos de los datos recopilados procedían de regiones específicas y no representaban toda el área de distribución del cultivo en el respectivo país. Los periodos con información, aunque fueron conocidos, no en todos los casos fueron recientes. Tampoco hay en todos los casos información respecto a cuál tecnología de producción correspondía el paquete tecnológico recopilado y/o a cuál tipo de productores (pequeños, medianos y grandes).

La valoración del uso de registros, investigaciones y otros documentos institucionales sobre uso de plaguicidas para la definición de indicadores de riesgo para la salud, permitió al IRET orientar la búsqueda de más y mejores datos sobre el control químico de plagas en fuentes primarias de información, a través de un diagnóstico de uso de plaguicidas en las cadenas agroalimentarias evaluadas en Costa Rica y Guatemala.

La metodología desarrollada por el IRET, para los indicadores de riesgo, supone que la cantidad aplicada de ingredientes activos de plaguicidas, independientemente o agrupados de acuerdo con algún criterio, puede ser un indicador que permite ver diferencias respecto a riesgos para la salud de productores expuestos a plaguicidas en el primer eslabón de las cadenas. En IRET comparamos los riesgos para evaluar la sostenibilidad de diferentes tecnologías utilizadas en un mismo cultivo dentro de un país, de acuerdo con la selección de tecnologías realizada por los economistas del proyecto, pero estos indicadores también permiten comparar sostenibilidad entre diferentes cultivos o entre el mismo cultivo en diferentes países. Al calcular los indicadores en forma repetida, también se pueden evaluar cambios en la sostenibilidad de las cadenas a través del tiempo. Los indicadores se pueden usar desde el nivel de finca o plantación, hasta los niveles local, regional o internacional.

La metodología permite comparar riesgos relacionados con 1) uso de ingredientes activos específicos particularmente peligrosos, 2) uso total de plaguicidas, 3) uso de plaguicidas agrupados según criterios agrícolas (acción biocida) o según criterios de toxicidad (aguda, tóxica y crónica). Igualmente pueden compararse riesgos a través de un índice integrado de toxicidad que incluye todos los plaguicidas. Los indicadores de la cantidad aplicada de plaguicidas específicos, la cantidad aplicada de plaguicidas agrupados por acción biocida y la cantidad aplicada del total de plaguicidas permitieron visualizar la cantidad de plaguicidas a la que estaban expuestos los productores en cada tecnología evaluada, pero no proporcionaron información respecto a efectos en la salud relacionados con esta exposición. Los indicadores basados en la cantidad aplicada de plaguicidas agrupados de acuerdo a puntajes asignados de toxicidad aguda, tóxica y crónica, por el contrario, permitieron identificar los riesgos del uso de plaguicidas inherentes a las tres modalidades de toxicidad, en cada tecnología, para el eslabón del productor. El indicador de toxicidad general permitió ver diferencias con respecto a riesgos para la salud de productores expuestos a plaguicidas en las tecnologías evaluadas en forma integrada.

Hay varias limitaciones importantes en la aplicación de esta metodología. Una limitación mayor en el desarrollo de los indicadores es que los datos disponibles sobre toxicidad son de difícil interpretación y muchas veces escasos o inexistentes. Al no contar con datos confiables para la totalidad de los ingredientes activos reportados, existe la posibilidad de no incluir agentes químicos que en realidad cumplirían con los criterios de toxicidad. Por otra parte, continuamente emerge nueva información, lo cual hace indispensable mantener actualizada la base de datos de toxicidad, que exigen hacer nuevas clasificaciones. Por esta razón excluimos en la metodología el indicador de riesgo para la toxicidad general.

Una segunda limitación es la confiabilidad de los datos de uso de plaguicidas, que son esenciales en esta metodología. Los datos deben ser precisos y recopilados en forma sistemática en diagnósticos de uso de plaguicidas mediante cuestionarios estandarizados y ampliamente probados en el campo. Los encuestadores deben ser personas entrenadas y con conocimientos de los cultivos que evalúan, tanto en las prácticas agronómicas como en los aspectos fitosanitarios de plagas y enfermedades que los atacan. Además, deben estar familiarizados con los plaguicidas y las diferentes presentaciones comerciales que se ofrecen en el mercado.

A pesar de las anteriores limitaciones, el proyecto logró desarrollar herramientas para la recopilación de datos toxicológicos y de uso de plaguicidas con la suficiente calidad para mostrar diferencias notables entre varias tecnologías. La metodología puede ser refinada mediante la integración de determinantes de exposición a las fórmulas de evaluación de los riesgos.

Para dar verticalidad a la cadena, intentamos desarrollar también indicadores para el eslabón referente al consumidor. En general, datos para el último eslabón de la cadena son escasos y difíciles de obtener en los países de producción. Primero exploramos si se podían agrupar los plaguicidas de acuerdo con otros criterios, como por ejemplo características de persistencia de los plaguicidas en alimentos. Sin embargo, encontramos datos en la literatura sobre persistencia de plaguicidas en suelos, agua y sedimento, pero no en alimentos. Se procedió como segunda opción a la búsqueda de antecedentes de residuos en alimentos de exportación. En esta nueva búsqueda encontramos que los análisis de residuos en productos de exportación en nuestros países son cada vez menos frecuentes, por la disponibilidad de recursos. Además, muchas veces los resultados de los análisis son considerados confidenciales y son manejados únicamente por los entes gubernamentales y las empresas involucradas. Los países miembros de la Unión Europea realizan muestreos a los productos que importan. Sin embargo, debido a los costos, estos muestreos no se hacen aleatoriamente en todos los productos, sino más bien enfocados a ciertos productos de acuerdo con prioridades definidas por cada país importador. Los resultados de los análisis son reportados en un informe anual a la Unión Europea como base para sus estrategias de control. Intentamos obtener esta información a través de Internet, pero los datos disponibles en dominios públicos son pocos. Los Estados Unidos de Norteamérica a través de la Environmental Protection Agency (USEPA) también realiza muestreos a los productos que importan, pero tampoco muestrean todos los alimentos ni analizan todos los plaguicidas. Esta agencia también publica anualmente los resultados de sus análisis. Estos pueden obtenerse a través de la Internet o por contacto vía correo electrónico.

La Environmental Protection Agency (USEPA) nos suministró datos de residuos de plaguicidas para melón, arveja y cucurbitáceas correspondientes a los años 2003, 2004 y 2005. De estos se seleccionaron los datos del período 2004 por ser el año en que se realizó el diagnóstico de uso de plaguicidas en las cadenas evaluadas para el desarrollo de los indicadores del segmento del productor. Con base en los datos de residuos, desarrollamos un análisis de tipo cualitativo integrando los datos de residuos encontrados en los muestreos con las tecnologías de producción evaluadas y las toxicidades inherentes a cada plaguicida. Esta integración brinda una idea respecto a plaguicidas a los que ha estado expuesto el consumidor y los problemas en la salud a los que podría conducirle esa exposición. El alcance de estos indicadores fue poco, y solo dan una idea cualitativa sobre los riesgos para el consumidor inherentes a algunos plaguicidas específicos. A menos que los gobiernos empiecen a analizar masivamente los productos de importación, no se puede pensar en un indicador para el consumidor. Quizás el indicador de cantidad de uso de plaguicidas en el eslabón de producción es también un indicador indirecto del riesgo potencial para el consumidor.

El enlace de los indicadores de riesgo para la salud con Life Cycle Assessment no fue una experiencia positiva. Los resultados obtenidos en la aplicación de LCA están influidos por una primera fuente de sesgo atribuible al supuesto de emisiones de 2% al aire, 2% al agua y 88% al suelo, por lo que deben ser utilizados con discreción. Los factores de equivalencia que utiliza Life Cycle Assessment para estimar los impactos a cada uno de los sustratos han sido desarrollados para un número muy reducido de plaguicidas, como puede observarse en el cuadro 10, por lo que no todos los plaguicidas encontrados

en el diagnóstico están incluidos en el LCA. Además, los factores de equivalencia existentes para plaguicidas casi en su totalidad dejan el suelo excluido y corresponden en su gran mayoría solamente a emisiones en aire y agua. Por tanto, las comparaciones entre tecnologías con base en el impacto global en la salud ocasionado por el uso de plaguicidas en el segmento agrícola de las cadenas evaluadas no fueron factibles en este estudio.

Sin embargo, sobre el destino de plaguicidas y metabolitos se ha generado bastante conocimiento a la fecha. También, para cuantificar emisiones al ambiente se han desarrollado, desde hace 10 años, algunos modelos que estiman el destino de los contaminantes y la proporción en que estos se distribuyen en los diferentes sustratos analizados. Estos modelos son sencillos de aplicar y utilizan para sus estimaciones principalmente el peso molecular de las sustancias, la presión de vapor y la constante de equilibrio entre el octanol y el agua (Clemens Ruepert, Comunicación personal). Aunque, las estimaciones con base en estos modelos no se han realizado aún para la totalidad de los plaguicidas y la validez de estas depende en gran medida de la degradación de estas sustancias en los diferentes medios en que se distribuyen, estas estimaciones podrían ser la base para el cálculo de nuevos factores de equivalencias e impactos.

V. Conclusiones y recomendaciones

Los indicadores establecidos en esta investigación para el eslabón del productor contribuyen en la diferenciación de tecnologías sostenibles, desde la perspectiva de la salud humana. Las cantidades aplicadas de ingredientes activos específicos o agrupados por acción biocida y toxicidad aguda, tóxica y crónica, así como las cantidades totales de plaguicidas usados y el índice de toxicidad general permiten ver diferencias respecto a riesgos para la salud de productores expuestos a plaguicidas y evaluar la sostenibilidad de tecnologías alternativas en el segmento agrícola de diferentes cadenas agroalimentarias. Aún a pesar, de que falta integrar los datos sobre las condiciones de uso de plaguicidas.

Para establecer estos indicadores se debe considerar lo siguiente:

- Las tecnologías o las variables por comparar deben ser bien definidas antes del trabajo de campo.
- El muestreo de los cultivos debe procurar mayor representatividad de las tecnologías y diferentes grupos de productores.
- Los encuestadores deben ser entrenados en diagnóstico de uso de plaguicidas y con conocimientos de los cultivos que evalúan y los plaguicidas que se ofrecen en el mercado.
- Los datos de uso de plaguicidas deben ser precisos, confiables y recopilados en forma sistemática y estandarizada.
- La base de datos de toxicidad debe ser regularmente actualizada por personal calificado.

Estos indicadores pueden ser utilizados como base para gestión de producción y estrategias de comercialización tanto a nivel de productores como a nivel de gobierno. Los indicadores les permiten a los productores ubicar la sostenibilidad de una tecnología o una finca en relación con otros productores. También les permiten identificar los plaguicidas más problemáticos y priorizar cambios respecto a estos en los procesos productivos para reversión de daños y evaluar el efecto de estos cambios en el

tiempo. Sobre todo, el uso de estos indicadores les permite a los productores mejorar la posición de sus productos en el mercado, la obtención de sellos verdes y un mayor margen de ganancia.

Para disminuir los riesgos, los productores pueden eliminar el uso de los plaguicidas con mayor toxicidad aguda y crónica e incrementar el uso de métodos alternativos al control químico de plagas. Aprender sobre agricultura orgánica y no usar plaguicidas les traerá beneficios económicos a mediano plazo. Los productores deberían exigir a sus gobiernos la implementación de políticas de agricultura sostenible y la creación de alianzas entre los productores y los programas de agricultura sostenible en las universidades.

Los gobiernos por su parte deberían usar datos locales de uso e impacto de plaguicidas para mejorar el registro de plaguicidas, prohibiendo los plaguicidas más problemáticos. Los gobiernos pueden establecer vínculos con programas de agricultura sostenible en las universidades para monitorear los riesgos asociados al uso de plaguicidas en cultivos de exportación (y consumo local) y pedir apoyo en la formulación e implementación de políticas sostenibles de producción agrícola.

Las cantidades residuales de plaguicidas detectadas en análisis practicados a alimentos importados en países de destino (EU y USA) no son prometedoras como un indicador de riesgo para la salud de los consumidores. Proponemos complementarlo con el indicador de uso total de plaguicidas a nivel del eslabón del productor.

La comparación de los indicadores de riesgo para la salud aquí desarrollados con los resultados para el impacto global en la salud correspondiente a la metodología de Life Cycle Assessment es factible solamente si se cuenta con datos concretos de sustancias madre, metabolitos, estabilidad en el ambiente, emisiones y factores de equivalencia para todos los plaguicidas utilizados en una determinada tecnología.

VI. Bibliografía

- Wesseling C, Aragon A, Castillo L, Corriols M, Chaverri F, de la Cruz E, Keifer M, Monge P, Partanen TJ, Ruepert C, van Wendel de Joode B. Hazardous pesticides in Central America. *Int J Occup Environ Health* 2001;7:287-94.
- Castillo L, Chaverri F, Ruepert C, Wesseling C, editors (1st ed.); add Astorga Y, Monge P (2nd ed.). *Manual de Plaguicidas: Guía para América Central*. EUNA, Heredia, Costa Rica. 1ª edición 1995; 2ª edición 1999.
- Instituto del Café (ICAFFE). "Manual de recomendaciones para el cultivo del café" 1ª edición. Costa Rica, 1998.
- Chaverri F, Gadea A, Briceño J y Ramírez F "Alternativas al uso de Bromuro de Metilo en Costa Rica para el cultivo de melones y flores de corta". Ministerio de Ambiente y Energía - Comisión Gubernamental del Ozono, Universidad de Costa Rica - Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad Nacional - Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Heredia, Costa Rica, 2003. Por publicar.

- Hartley M y Díaz R. "Perfil Ambiental de la Cadena Agroalimentaria de Chayote Quelite" Centro Internacional de Política Económica de la Universidad Nacional (CINPE). Costa Rica, 2003. Manuscrito.
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. "Manual de Plaguicidas: Guía para América Central". Universidad Nacional. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). De la Cruz E. (Edit.). Tercera edición en proceso. Editorial Universidad Nacional (EUNA). Heredia, Costa Rica. 2009.
- Fundación para el Desarrollo Rural de los Productores de Café (FUNCAFE). "Inventario de agroquímicos en café". Documento de trabajo. Guatemala, 2003. Sin publicar.
- Fundación para el Desarrollo Rural de los Productores de Café (FUNCAFE). "Inventario de agroquímicos en arveja china". Documento de trabajo. Guatemala, 2003. Sin publicar.
- Unión Europea (UE). "Registros de Plaguicidas". Recuperado en noviembre del 2003 de <http://www.epa.gov> y <http://www.europa.eu>
- US Environmental Protection Agency (EPA). "Registros de Plaguicidas". Recuperado en noviembre del 2003 de <http://www.epa.gov>
- US Environmental Protection Agency (EPA). "Resultados analíticos de residuos de plaguicidas en arveja china de Guatemala, melón de Costa Rica y cucurbitáceas de América Central, 2004.". Suministrado por EPA en febrero del 2006.

Bases de datos de toxicidad consultadas

- Internacional Program for Chemical Safety (IPCS), Organización Mundial de la Salud (OMS), base de datos INCHEM:
 - a) <http://www.inchem.org/pages/pds.html>
 - b) <http://www.inchem.org/pages/hsg.html>
 - c) <http://www.inchem.org/pages/jmpr.html>
 - d) <http://www.inchem.org/pages/pims.html>
 - e) <http://www.inchem.org/pages/icsc.html>
 - f) <http://www.inchem.org/pages/ech.html>
- IPCS Intox Data Bank: <http://www.intox.org/databank/pages/chemical.html> US
- IPCS, International Centre for Pesticides and Health Risk Prevention: <http://www.icps.it/English/Pestidoc/index.htm>
- Environmental Protection Agency (USEPA): <http://cfpub.epa.gov/oppref/rereg/status.cfm?show=rereg>

- Pesticide Action Network (PAN): <http://pesticideinfo.org/Index.html>
- Pesticide Action Network UK (PAN-UK): <http://www.pan-uk.org/pub31.htm>
- Agency of Toxic Substances and Disease Registration (ATSDR):
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phsindex.html#A
- EXTTOXNET: <http://exttoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>
- California Department of Pesticide Regulation:
<http://www.cdpr.ca.gov/docs/toxsums/toxsumlist.htm>
- Fluoride Action Network Pesticide Project:
<http://www.fluoridealert.org/1.a-e.fluoride.pesticides.htm>
- Unión Europea: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/ph_ps/pro/eva/existing/list1_en.htm
- New Jersey Department of Health and Senior Services:
<http://www.state.nj.us/health/eoh/rtkweb/rtkhsfs.htm>
- FAO-Pesticide Residues in Food - 1997 Report:
<http://www.fao.org/docrep/W8141E/w8141e00.htm#Contents>

VII. Anexos

Anexo N°1

Mejoramiento de la Sostenibilidad en la Cadena AgroAlimenticia en América Central
Costa Rica

ENCUESTA DE USO DE PLAGUICIDAS (Aplicadores y pequeños productores)

Fecha _____

Hora inicio _____

Nombre del encuestador _____

Hora final _____

Introducción:

¡Buenos Días! Mi nombre es _____, trabajo en el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional, en Costa Rica.

El IRET colabora con una investigación que busca desarrollar indicadores de salud en cultivos de exportación. Estos son importantes para el apoyo a los agro-exportadores en materia de sostenibilidad. El trabajo se desarrolla en forma conjunta y simultánea con otros países de Centroamérica. Los cultivos que evaluamos son café, melón, chayote, marañón y arveja china.

Debido al riesgo que representa el uso de sustancias tóxicas para la salud humana, entrevistamos propietarios y trabajadores agrícolas que aplican plaguicidas. Le haremos algunas preguntas sobre este tema, si usted esta dispuesto a participar.

Aclaro, que la información que usted aporte es confidencial y que solo se utilizará para los fines de nuestro estudio.

¡Gracias!

Información general:

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: 1. Femenino 2. Masculino

Nombre de finca: _____

Puesto: 1. Empleado 2. Propietario

Ubicación de la finca:

Provincia _____ Cantón _____ Distrito _____

Aplicaciones:

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre los plaguicidas que utiliza en las diferentes etapas del cultivo. Tome el tiempo que considere necesario para pensar bien sus respuestas. Es importante que usted identifique bien los productos y aporte datos precisos de área, dosis, frecuencia y equipo de aplicación y protección.

Códigos de equipo de aplicación para uso de encuestador:

- | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Bomba manual espalda | 4. Mano pelada | 7. Boom tractor | 10. Bomba nematicidas |
| 2. Bomba de motor | 5. Avioneta | 8. Boom manual | 11. Galón con huecos |
| 3. Tractor | 6. Tarro cortado | 9. Inyectado | 12. Otro, especificar |

1. Nombre del cultivo _____ Área del cultivo _____ Área de aplicación _____

Vivero	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuántas veces aplica / ciclo de producción o / año?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por hectárea?
Fungicidas					
Insecticidas					
Bactericida					
Preparación Terreno	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuántas veces aplica / ciclo de producción o / año?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por hectárea?
Fumigantes					
Herbicidas					
Otros					
Siembra	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuántas veces aplica / ciclo de producción o / año?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por hectárea?
Nematicidas					
Insecticidas					
Otros					

Códigos de equipo de aplicación para uso de encuestador:

- | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Bomba manual espalda | 4. Mano pelada | 7. Boom tractor | 10. Bomba nematicidas |
| 2. Bomba de motor | 5. Avioneta | 8. Boom manual | 11. Galón con huecos |
| 3. Tractor | 6. Tarro cortado | 9. Inyectado | 12. Otro, especificar |

Mantenimiento del Cultivo	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuántas veces aplica / ciclo de producción o / año?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por hectárea?
Insecticidas					
Fungicidas					
Herbicidas					
Rodenticidas					
Otros					

Códigos de equipo de aplicación para uso de encuestador:

- | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Bomba manual espalda | 4. Mano pelada | 7. Boom tractor | 10. Bomba nematicidas |
| 2. Bomba de motor | 5. Avioneta | 8. Boom manual | 11. Galón con huecos |
| 3. Tractor | 6. Tarro cortado | 9. Inyectado | 12. Otro, especificar |

Post-cosecha (Tratamiento del Producto antes de empacarlo)	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por N cajas?	¿Cuántas cajas exporta por año?
Fungicidas					
Insecticidas					
Desinfectantes					
Otros					
Transporte ¿Fumiga las cajas en los camiones o contenedores?	¿Cuáles plaguicidas utiliza? (Concentración)	¿Qué dosis utiliza?	¿Qué equipo de aplicación utiliza?	¿Cuanto caldo de dilución gasta por camión o contenedor?	¿Cuántos camiones o contenedores envió por año?

Observaciones o dudas:

Encuestador: encierre en un círculo el número correspondiente a la respuesta indicada

2. ¿Cuánto tiempo después reingresa a los lugares donde aplicó? (especifique el plaguicida)

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Horas después _____ | 4. A la semana _____ |
| 2. Al día siguiente _____ | 5. A los quince días _____ |
| 3. A los dos días _____ | 6. Al mes _____ |

Equipo de aplicación:

3. ¿Quién lava o limpia el equipo de aplicación después de utilizarlo?

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Yo mismo | 5. El ayudante o peón |
| 2. El supervisor o capataz | 6. Aplicador |
| 3. El mecánico | 7. Otro _____ |
| 4. El bodeguero | 8. No se lava |
- Pase pregunta 5

4. ¿Dónde lava o limpia el equipo de aplicación?

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

5. ¿Qué hacen con el equipo de aplicación dañado?

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Lo reparo yo mismo | 3. No se repara, se utiliza dañado |
| 2. Lo repara otra persona, especifique _____ | 4. Se desecha |
| | 5. Otro _____ |

Caldos de aplicación y mezclas:

6. ¿Quién prepara los plaguicidas para aplicar?

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Yo, todos | 7. El ayudante / peón quién _____ |
| 2. Yo, algunos y el resto _____ | 8. Mezclador |
| 3. El técnico / agrónomo | 9. Aplicador |
| 4. El bodeguero | 10. Otra persona, especifique _____ |
| 5. El supervisor / capataz | 11. NS/NR |
| 6. El dueño | |

7. ¿Dónde prepara los plaguicidas?

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

8. ¿En qué forma prepara usualmente los caldos de aplicación o dilución de plaguicidas?

- | | |
|---|--|
| 1. En un estañón, revolviendo con la mano | 5. No se diluyen, se aplican directamente |
| 2. En un estañón, revolviendo con un palo | 6. Vaciando la dosis en el boom, donde se agita solo |
| 3. Vaciando la dosis en la bomba y agitando | 7. Otra forma _____ |
| 4. Tanque especial | |

9. ¿Hay algún plaguicida que diluya en forma diferente?
 1. Si 2. No Pase a 11

10. ¿Cuál plaguicida es y en qué forma lo hace?

11. ¿Aplica juntos o mezcla diferentes plaguicidas?
 1. Si 2. No Pase a 14 3. NS/NR Pase a 14

12. ¿Cuáles plaguicidas mezcla?

13. ¿En qué forma prepara estas mezclas?

1. Haciendo una premezcla en un balde aparte
2. Haciendo una premezcla en un estañón y agregando luego agua
3. Vaciando los plaguicidas sin ningún orden en un estañón con agua
4. Otra forma _____

Equipo de protección y vestimenta:

Encuestador, anote la respuesta mediante estos códigos: Si usa (1) No usa (2) A veces usa (3)

14. ¿Qué ropa y equipo de protección usa?	¿Cuándo prepara caldos y mezclas?	¿Cuándo aplica?
1. Kimono / overall		
2. Delantal 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 _____		



Si responde de la opción 6 en adelante pasar a la pregunta 21

24. ¿Cuándo está usted aplicando fuma?

1. Si 2. Si, a veces 3. No 4. NS/NR

25. ¿Cuánto tiempo después de aplicar se baña?

1. Inmediatamente después, en el trabajo 3. Muchas horas después, cuando llego a casa
2. Pocas horas después, cuando llego a casa 4. Al día siguiente

26. ¿Cuánto tiempo después de aplicar se cambia la ropa?

1. Inmediatamente después, en el trabajo 3. Al día siguiente
2. Horas después, cuando llego a la casa

27. ¿Quién lava la ropa utilizada en la aplicación?

1. Usted 4. Lavandera de la finca (Pase a 29)
2. Un familiar, quién _____ 5. No se lava (Pase a 29)
3. Peón de mantenimiento de la finca (Pase a 29) 6. Otro _____

28. ¿Se lava la ropa utilizada en la aplicación aparte de la familia?

1. Si 2. Si, a veces 3. No 4. NS/NR

Almacenaje de plaguicidas, residuos y envases

29. ¿Almacenan los productos?

1. Si 2. No Pase a 31 3. NS/NR

30. ¿En donde exactamente almacenan los plaguicidas?

1. En la casa adentro, _____ 5. En una bodega con el resto de materiales y equipo
2. En la casa afuera, _____ 6. En otro lugar _____
3. En la oficina, _____ 7. NS/NR
4. En una bodega especial para agroquímicos

31. ¿Qué hacen con los envases cuando se acaba el producto?

1. Se devuelven al proveedor (pase a 33) 4. Se almacenan, dónde _____
2. Se botan, dónde _____ (pase a 33) 5. Se entierran, dónde _____ (pase a 33)
3. Se reutilizan, en qué _____ (pase a 33) 6. Se queman, dónde _____ (pase a 33)
7. Otro _____

32. ¿Qué hacen con los sobrantes de los caldos de aplicación?

Efectos en la salud

33. ¿En el último año, durante alguna aplicación de plaguicidas o hasta un día después, experimentó algún malestar y no visitó el médico?

1. Si. Pase al cuadro
2. No. Pase a 34

Encuestador: Anote el número 1 para indicar la presencia del síntoma

Si (1)	Síntomas	¿Con qué plaguicida experimento este malestar?	Codificación
	Intoxicación		
	Desmayo (***)		
	Diarrea (**)		
	Retorcijón del estómago (**)		
	Vómito (**)		
	Dolor de pecho (**)		
	Palpitación del corazón (**)		
	Calambres (**)		
	Dificultad para caminar (**)		
	Temblores en todo el cuerpo (**)		
	Dificultad para respirar (**)		
	Dificultad para hablar (**)		
	Hormigueo o adormecimiento de la piel (*)		
	Agotamiento (*)		
	Trastornos en el sueño (*)		
	Zumbido en los oídos (*)		
	Dolor en las articulaciones (*)		
	Tos (*)		
	Náuseas, asco, ganas de vomitar (*)		
	Dolor de cabeza (*)		
	Mareo (*)		
	Vértigo (**)		
	Escupidera (salivación excesiva) (*)		
	Le lloraban los ojos, lagrimeo excesivo (*)		
	Sudoración anormal (*)		
	Moquera, secreción por la nariz (*)		
	Falta de vista, vista nublada (**)		
	Excitación, nerviosismo, ansiedad, inquietud (*)		
	Dermatitis de contacto		
	Brotes en la piel en el sitio de contacto: piel roja, salpullido, vejigas, picazón, hinchazón, grietas, pelando la piel (*)		
	Ampollas, quemaduras (**)		
	Uñas partidas o caídas (*)		
	Brote, enrojecimiento, hinchazón, generalizados		

	Problemas oculares		
	Ojos rojos (*)		
	Párpados hinchados (*)		
	Picazón, ardor, hinchazón, punzadas en los ojos (*)		
	Quemadura en el ojo		
	Problemas respiratorios		
	Alergia respiratoria		
	Dificultad para respirar (*)		
	Respiración silbante (**)		
	Problemas tópicos localizados		
	Ardor en la nariz (*)		
	Sequedad garganta (*)		
	Picazón / dolor de garganta (*)		
	Picazón de labios (*)		
	Sangrado por la nariz (*)		

34. ¿En el último año, después de una aplicación de plaguicidas, lo ha atendido un médico?

1. Si 2. No Termine la entrevista

35. ¿Que problemas presentaba usted?

1. Quemaduras y/u otros problemas de piel 3. Problemas en los ojos
2. Intoxicaciones 4. Otro, especifique _____

36. ¿Cuál plaguicida le ocasionó el problema?

37. ¿Cómo ocurrió el accidente?

Observaciones
