



COMISIÓN CIENTÍFICA ECUATORIANA

EL SISTEMA DE ASPERSIONES AÉREAS
DEL PLAN COLOMBIA Y SUS IMPACTOS
SOBRE EL ECOSISTEMA Y LA SALUD EN
LA FRONTERA ECUATORIANA

QUITO-ECUADOR, ABRIL 2007

COMISIÓN CIENTÍFICA ECUATORIANA

DR. RAMIRO ÁVILA

DRA. ELIZABETH BRAVO

DR. JAIME BREILH

DR. ARTURO CAMPAÑA

DR. CÉSAR PAZ Y MIÑO

ING. LUIS PEÑAHERRERA

DR. JOSÉ VALENCIA

Ramiro Ávila Santamaría, LLM, Dr.
Abogado especialista en Derecho Internacional
de los Derechos Humanos
Docente de la Universidad Andina "Simón
Bolívar"
Asesor de la Clínica de Derechos Humanos de
la PUCE

Elizabeth Bravo, Ecóloga. PhD.
Docente de la Universidad Politécnica Salesiana
Experta en biodiversidad.
Investigadora de Acción Ecológica

Jaime Breilh, Md. MSc. PhD
Epidemiólogo y especialista en Medicina Social
Director del Área de Salud, Universidad Andina
"Simón Bolívar"
Director Ejecutivo, CEAS

Arturo Campaña, Md., Psiquiatra
Especialista en Salud Mental
Docente de la Universidad Central del Ecuador
Director Científico del Centro de Estudios y
Asesoría en Salud

César Paz-y-Miño, Md. Ph.D.
Director del Laboratorio de Genética
Molecular y Citogenética Humana
Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Luis Peñaherrera Colina. Ing. Agr. MSc.
Especialista en Fitotecnia y Herbicidas
Responsable de Melezología
Estación Experimental de Boliche, INIAP

José Valencia, Abg.
Master en Ciencias Políticas
Profesor de Derecho Internacional Público
U. Católica; U. San Francisco y FLACSO



CONTENIDO

3

Resumen

Introducción

I. Antecedentes

Orígenes de las aspersiones aéreas en Colombia

II. Los procesos determinantes de las aspersiones aéreas

Modelo para su caracterización

La riqueza biológica amenazada por las aspersiones

Características de los componentes de las aspersiones

III. Disensos científicos sobre la noción de "evidencia"

Un paradigma científico actual y transdisciplinario

IV. La falsa noción de inocuidad del roundup

Una cadena de errores científicos y desentendimientos éticos

Hacia un manejo ético y científico de la incertidumbre

V. El sistema de aspersiones aéreas y su impacto en las condiciones de vida y salud

La noción de determinantes de la vida y la salud como marco de estudio

Destrucción agro-social y pérdidas de recursos alimentarios

Impactos en la salud mental

Impactos en la salud orgánica y genética

VI. El sistema de aspersiones aéreas y su impacto en el ambiente

Impactos en el ecosistema boscoso

El efecto de borde

Impactos en las redes tróficas, sucesión ecológica, fenología

Efectos en las interacciones ecológicas

Surgimiento de super malezas

Efectos sobre los sistemas acuáticos y sus comunidades biológicas

Impactos sobre otras especies animales

VII. El principio de precaución como eje científico, ético y jurídico

VIII. Conclusiones Generales

Bibliografía

LISTA DE TABLAS

Tabla 1

Situación de los cultivos de coca en la franja de 10 Km. de frontera con Ecuador (Nariño y Putumayo) 2000 – 2007.

Tabla 2

Arrastre o deriva de una gota lanzada a 3 metros de altura según Syngenta.

Tabla 3

Tiempo de duración de las gotas de agua en el aire en diferentes condiciones según Syngenta.

Tabla 4

Velocidad de sedimentación de las gotas en función de su tamaño según Syngenta.

Tabla 5

Puntos de GPS y distancia a la frontera desde Colombia.

Tabla 6

Daños a cultivos y animales en Sucumbíos (Ecuador) 2001.

Tabla 7

Impactos de las aspersiones en la vida cotidiana de la población de Mataje. Febrero 2007.

Tabla 8

Distribución de afectados por comunidad estudiada.

Tabla 9

Tipos de cometa visibles en la población expuesta aspersiones aéreas.

Tabla 10

Alteraciones celulares en mujeres expuestas a aspersiones aéreas.

Tabla 11

Alteraciones celulares en mujeres del grupo control.

Tabla 12

Evolución de las plantaciones de coca en los departamentos fronterizos con Ecuador.

Tabla 13

Hongos patógenos aislados en muestras de plantas en zonas afectadas.

Las operaciones de aspersión aérea en los territorios colombianos fronterizos con el Ecuador han marcado las relaciones bilaterales entre Ecuador y Colombia. Como parte de una solución definitiva a este problema, el rol de la ciencia es fundamental para aportar los conocimientos, la información y el análisis necesario. La información científica debe conducir a la formulación de términos de precaución, de protección y remediación, frente a los efectos conocidos y potenciales que se desprendan de dichas operaciones.

En esta línea de razonamiento y objetivos ha venido trabajando la "Comisión Científica Ecuatoriana", con rigor, y con el sólido sustento que proveen una investigación y trabajo de campo serio, sumados a la vasta experiencia y rica calificación académica que acredita cada uno de los integrantes del equipo transdisciplinario que conforman la Comisión.

El producto de esa labor es este sustancioso documento, que también constituye un aporte valiosísimo al esclarecimiento de las inquietudes que la utilización de paquetes herbicidas de amplio espectro genera en la comunidad científica internacional. La peligrosidad del sistema de aspersiones aéreas no se agota en la nocividad del glifosato aislado y su potencial deriva. Trasciende esa esfera con efectos sobre todo organismo vivo y sus habitat, y por ello el presente estudio sistematiza las dimensiones del problema, y expone y explica los preceptos bioéticos y metodológicos en que sustenta su visión.

Este trabajo ofrece un amplio estudio sobre los principales disensos en los criterios de lo que es una "evidencia válida" sobre el daño, y sobre la responsabilidad de asumir medidas de precaución. Esta cuestión es central para arribar a entendi-

mientos que consoliden la buena vecindad. Sin embargo, corresponde registrar que, en coherencia con el acuerdo binacional ecuatoriano-colombiano que dio paso a la creación de la Comisión, es importante señalar que se trata de un análisis estrictamente científico, libre de influencias, y de responsabilidad exclusiva de sus autores.

La "Comisión Científica Ecuatoriana" es merecedora de honroso reconocimiento público, por la labor que ha cumplido.

Quito, abril 2007

María Fernanda Espinosa,
Ministra de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración



RESUMEN

7

El presente documento aborda el problema de las aspersiones aéreas del Plan Colombia y sus efectos en la frontera ecuatoriana. El Gobierno del Ecuador liderado por el Presidente Rafael Correa conformó la Comisión Científica para realizar una evaluación del impacto de tales aspersiones que en su paquete herbicida contiene glifosato, entre sus componentes, y que Colombia ha venido utilizando desde el año 2000, para el combate de plantaciones ilícitas en su territorio.

La problemática científica técnica en torno al asunto se resume en dos posiciones encontradas.

El gobierno de Colombia, con su argumentación sustentada en un documento elaborado por la CICAD (Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas), el que ha sido cuestionado por varias instituciones académicas y gremiales del propio país vecino, por no constituir una investigación de campo, tener una metodología inapropiada, llegar a conclusiones teóricas tan sólo fundamentadas en recopilaciones bibliográficas, omitir las posi-

ciones y testimonios de la población, utilizar términos ambiguos y dubitativos e incluso originarse en una institución de control de estupefacientes y no científica. En el centro de su defensa el gobierno de Colombia insiste en esgrimir la tesis de que las aspersiones aéreas -siempre reducidas por éste al tema del glifosato- son absolutamente inocuas e inofensivas, de tal manera que las quejas de los afectados, a uno y otro lado de la frontera, son apreciadas como actitud exagerada y desprovista de fundamento.

Frente a esta problemática, la Comisión Científica del Ecuador realizó constataciones y verificaciones; receptó testimonios de la población afectada y determinó una inobjetable afectación en su territorio. También recopiló y sistematizó los conocimientos generados, en gran volumen en los últimos años, acerca del glifosato, por investigadores e instituciones de todo el mundo, muchos motivados por el seguimiento crítico de las prácticas de aspersión aérea masiva. En esta publicación se expresan los resultados de los estudios sobre el impacto del sistema de aspersiones aéreas en las colectividades de la zona fronteriza y sus ecosistemas en territorio ecuatoriano, con sus consecuencias agro-sociales, ecológicas, económicas, en salud humana y animal, que sustentan científicamente el reclamo que el Ecuador hace a Colombia para que cesen definitivamente las aspersiones aéreas con el paquete herbicida, en la zona fronteriza en una franja de seguridad de por lo menos 10 km.

El presente documento asumió como ámbito de estudio, las evidencias del caso ecuatoriano así

como el conjunto de argumentos emitidos por la comunidad científica internacional acerca de esta problemática. La decisión del colectivo de autores fue no incorporar las evidencias sobre los impactos en el pueblo de Colombia por considerar que su tratamiento corresponde a las entidades científicas colombianas; se hizo excepción con aquellas recogidas en documentos públicos en dicho país y por observadores ecuatorianos que han participado en misiones binacionales. El documento recoge los datos de estudios del impacto de las aspersiones a nivel de daño de plantaciones lícitas agrícolas y endémicas (medido entre 2 a 10 km de distancia a la frontera y a las aspersiones), daño en animales domésticos (medido en porcentaje de muerte y enfermedad igualmente por distancia a la frontera), impacto en la ecología (respaldado en abundante material bibliográfico y comparación con problemáticas similares, así como evaluado indirectamente por pruebas genéticas en plantas), afectación a la salud humana (verificada por médicos), correlacionadas a estudios de vientos en la zona, estudios en suelos y estudios de daño en el material genético de la población expuesta directa o indirectamente al paquete herbicida utilizado en las aspersiones aéreas originadas en Colombia.

Para sustentar la posición científica, la Comisión presenta un escrito que inicia con los antecedentes de las aspersiones aéreas que afectan al Ecuador. Se describen los componentes químicos del paquete herbicida y sus efectos en los diferentes niveles; luego se presenta una argumentación epidemiológica sobre las concepciones actuales sobre el estudio y medición de impacto de un problema de salud pública, así como sus compo-

nentes éticos. Se confrontan dos paradigmas de análisis: el de la lógica del mercado, que promueve la duda razonable, el impacto aceptable y el no reconocimiento del rol humano o ecológico, y el de la lógica humanista que defiende la ecología, valida el testimonio humano, protege el ambiente y la salud y relaciona la problemática a determinantes sociales y derechos humanos.

Con estos argumentos el documento profundiza en los efectos ecológicos, trata sobre la afectación de los ecosistemas y su no recuperación satisfactoria, habla sobre la extinción de especies, contaminación de agua, suelo, plantas y aire. Destaca estudios realizados por investigadores ecuatorianos sobre el daño a nivel celular en plantas, que demuestran que el glifosato, reconocido componente del paquete herbicida, produce alteraciones durante la división de las células y además en su material genético (cromosomas), estudio comparado con pruebas de no exposición al producto.

Las verificaciones del daño a cultivos y animales que han recibido el impacto de las aspersiones según la zona próxima o lejana a la frontera, concluyen que la cuantía del daño es muy elevada y está relacionada con la distancia.

Los estudios de campo realizados a nivel de salud, muestran un incremento grande de patologías, distribuidas según distancia, las cuales aumentan a mayor proximidad de los sitios asperjados. Sobre salud mental de los habitantes de la zona, la Comisión reconoce los problemas suscitados por la lógica de aplicación, por el temor ante el volumen y capacidad de daño de los productos usados, por

la migración forzada, y la presencia de trastornos de comportamiento, atención y rendimiento en escolares y su angustia e inseguridad de vida.

Los estudios genéticos de campo, realizados en la población expuesta al paquete herbicida, muestran que existe daño a nivel cromosómico de los individuos, en un rango del 26% comparado con una población no expuesta al paquete herbicida u otro agente genotóxico conocido con rango de 4%. Los estudios de fragmentación del material genético de los individuos expuestos, evaluados por la prueba cometa (electroforesis de células únicas) muestran un incremento de alteración del material genético en el orden de 4 veces más (26% de daño medio), si se compara con el grupo control no expuesto.

El documento recoge los argumentos jurídicos nacionales e internacionales, fundamentados en instrumentos normativos vigentes, acuerdos legales, sustentados por la ONU, OMS, Convenio sobre Diversidad Biológica y Convenios sobre Derechos Humanos y otros, que resaltan, promueven y legitiman el Principio de Precaución como sustento del reclamo ecuatoriano ante el gobierno colombiano, y el pedido de cese definitivo de las aspersiones aéreas con paquetes herbicidas nocivos.

Se presentan conclusiones científico-técnicas que resumen los daños que el paquete herbicida produce a todo nivel: ecológico, ambiental, social, económico, en salud mental y física. Además, sustenta la posición de que uno de los componentes del paquete herbicida, el glifosato, es nocivo solo o con sus coadyuvantes.



SUMMARY

11

The aerial spraying of glyphosate - initiated as part of the Plan Colombia - is having direct impacts on Ecuadorians and has become a major social, health and ecosystem hazard for communities living in the north of our country. The Ecuadorian Government, now represented by President Rafael Correa, has set up a transdisciplinary Scientific Commission to perform an evaluation of the impact of the wide spectrum herbicide mixture being sprayed which contains glyphosate among other harmful components. Colombia has been using this herbicide compound system since 2000, in order to eliminate illicit Coca plantations in its territory. The debate generated about this matter can be summarized in relation to the opposing positions of the Colombian and Ecuadorian government - the former assuring its safety; and the latter drawing on reliable scientific arguments and data that confirm glyphosate toxicity.

Unfortunately, the Colombian Government has ignored all scientific and ethical precautionary arguments and has appar-

ently decided to maintain its strategy of herbicide aerial spraying. It sustains its position based on a document elaborated by CICAD (Interamerican Commission for the Control and Abuse of Drugs / Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas). This same document has been questioned by several academic institutions and associations, some of which are Colombian. The argument of the Colombian government on aerial spraying at our border has generated considerable scientific criticism: it incorporates no field research; was based on documents generated by a political rather than scientific institution; it shows inappropriate methods and methodological flaws; and its conclusions are based on secondary sources and bibliographic information which not only neglect key elements of scientific observation but also omits the testimonies of affected Colombian communities. Based on inconsistent methodological and empirical evidence, the Colombian Government insists that the aerial spraying is innocuous and harmless and that all the testimonies of the affected populations on both sides of the border are overlooked and discarded for supposed lack of objectivity.

In order to face these problems, Ecuador's Scientific Commission traveled and interviewed the affected populations in the Ecuadorian side of the border, to reconfirm and verify the diverse impacts in our territory. The commission compiled information contained in previous research projects; databases on impact monitoring gathered by national researchers; and literature published by academic institutions from other parts of the

world focused on health impact assessment of the aerial application of glyphosate-based herbicide compounds. Our Commission organized and analyzed this collection of scientific evidence as well as qualitative data and testimonies reflecting health and ecosystem impacts over the 5 to 7 years since spraying began.

In broad terms, our scientific analysis encompasses a multiplicity of negative outcomes provoked by pesticide spraying that is operated within unsafe distances and through inappropriate spraying practices in the vicinity of vulnerable Ecuadorian communities and ecosystems on the border. These negative outcomes include: socio economic and agricultural impacts; impact on beneficial plant and animal species and related ecosystems components and services; impact on support systems required for family and community health; and related physical, mental and genetic impacts on human populations.

The Commission has decided not to incorporate evidence related to impacts in the Colombian population, because this problem is the concern of Colombian scientific institutions. Nevertheless, some exceptions were made – including reference to information already published by Colombian researchers or that which is included in the proceedings of bi-national meetings.

Aerial spraying of glyphosate-based compounds is considered a very hazardous and potentially destructive procedure. The safety requirements outlined in the instruction manuals of glypho-

sate producers note that air spraying should be conducted at an altitude of 3 meters over plants and only when spraying can be conducted under favorable and controlled weather conditions. Unfortunately, these are not the standards that have been applied in practice by the military logic of Colombian government spraying in our northern border. Rather, the spraying has been fulfilled at heights of up to 60m and in a manner that allows for the drifting of chemical droplets in Ecuador as well as the contamination of water, soil, animals and vegetation of the bordering area. Our evidence indicates that these practices have resulted in impact on endemic vegetation and legal agricultural crops; damage to domestic animals (as measured by high morbidity and death rates); damage to fish and aquatic fauna; and multiple indicators of human health impact, with impact gradients diminishing with increasing distance to the border.

Although not all evidence and variable correlations have been fully established, the available geographic, meteorological, epidemiological and ecological information gathered has revealed concerning impacts on the determinants of health as well as specific illness and disease. It is our scientific opinion that the available evidence is sufficiently comprehensive and systematic as to recommend the immediate cessation of all aerial spraying and the application of the precautionary principle.

Our Commission's report presents a range of scientific information in support of this position.

Specifically the report presents current scientific knowledge and factual evidence on the chemical residual environmental dynamics and effects of glyphosate as well as human health and ecosystem outcomes - including the psychosocial impacts of aerial military attack strategies and their association with the harmful impacts on environmental and epidemiological conditions.

The report also outlines basic ethical and juridical aspects related to the application of precautionary principle. As in all scientific debates of this kind, two opposing positions can be identified. On one side, those who produce and utilize wide spectrum herbicide systems argue in favor of its safety, not only by claiming the specificity of herbicide effect on coca crops and the innocuous nature of this compound for the human beings and the ecosystem, but also through reference to a calculation model based on minimal likelihood of chemical drift. Under those premises, the Colombian Government justifies their military strategy of aerial spraying and does not recognize any possibilities of harming human beings and the ecosystem in our territory. Furthermore, this viewpoint systematically neglects any concern for the testimonies and evidences presented by affected communities, discarding them as non scientific. On the contrary, our approach places the protection of human life and nature in the center, as non negotiable human rights; promotes a humanistic logic; and focuses on an integrated model of epidemiological and ecological research which prioritizes human and ecological protection.

Our report considers ecosystem damage in relation to impact on vulnerable species and water, soil, plant and air contamination. We also synthesize key studies conducted by Ecuadorian scientists who identify significant cellular damage (including cell cycle and genomic material alterations) in cells exposed to Glyphosate compounds, when compared to non-exposed. We also document a decline of plant and animal species which increases with proximity to the northern border - suggesting correlation with pesticide exposure.

Human impact studies are also articulated in our report. Our studies have identified that frequency of symptoms associated with glyphosate exposure increase with proximity to the border spraying zones. Psychosocial research has compared mental health symptoms before and after fumigations. Local communities have expressed increased fear, intimidation and sense of insecurity after repeated spraying, associated with forced migration from some communities, as well behavioral disorders

and decreased educational performance in children. Human genetic damage was also assessed through lymphocyte DNA alterations (comet assay). This study found 26% chromosomal alterations in women exposed to glyphosate spraying. The level of chromosomal damage was approximately four-times higher than the damage found in the control or non exposed group.

In summary, our report outlines a complex profile of health and ecological aggression resulting from the aerial spraying at the Ecuadorian-Colombian border. The technical, legal and ethical arguments and findings we have compiled are congruent with international norms and prohibitions approved by UN and WHO, including the Biological Diversity and Human Rights Agreements. These international standards promote and legitimize the need for urgent application of the precautionary principle in the face of herbicide mixture sprayings and support Ecuador's demand for at least a 10 km security zone within the Colombian border.



INTRODUCCIÓN

15

La instauración de un sistema de lógica militar de alto impacto para control de los cultivos ilícitos de coca por medio de aspersiones aéreas con un paquete herbicida -Plan Colombia-, ha desencadenado no solamente efectos nocivos, temor y malestar en las poblaciones ecuatorianas de la frontera, sino también la crítica de la comunidad científica internacional.

La evaluación científica de la peligrosidad del sistema de aspersiones aéreas, no se reduce al tema de la nocividad del glifosato aislado y su potencial deriva (transporte por viento) al territorio del Ecuador; es, por el contrario, un problema científico y humano mucho más complejo, cuyas diferentes facetas sólo podrían ignorarse por motivos extracientíficos o por desconocimiento de los paradigmas de investigación y bioética actuales.

En la presente publicación se sistematizan las dimensiones del problema ocasionado, se explican los preceptos bioéticos

y metodológicos en que se sustenta la visión integral que el equipo transdisciplinario de la Comisión Científica del Ecuador ha elaborado, y se destacan algunas recomendaciones urgentes para el Gobierno Nacional.

Se expone una breve historia del problema y las contribuciones que a su conocimiento han ofrecido distintos centros de investigación del país, de Colombia y del mundo, así como los pasos logrados por quienes integraron comisiones anteriores.

Para orientar la sistematización de las evidencias de daño disponibles y el propio trabajo científico de la Comisión, se formula un modelo interpretativo y de análisis científico cuyos elementos centrales son expuestos para mostrar las dimensiones de los procesos determinantes de impacto en nuestro país, sus componentes químicos, las vulnerabilidades de nuestra gente, la destrucción agro-social, los mecanismos de daño en la ecología y la biodiversidad, la afectación de soportes comunitarios y los mecanismos de atemorización, respecto a los impactos humanos, tanto orgánico genéticos, como psico-sociales.

Punto central de nuestra caracterización científica de las aspersiones es que, desde luego, no se reducen a un simple problema de asociación factual tipo $x \rightarrow y$: "glifosato aislado – enfermedad". Un modelo científico robusto de determinación de la salud por las aspersiones abre la mirada de su evaluación en varias dimensiones cruciales:

- a. Que opera bajo una lógica militar de alto impacto
- b. Que no se reduce al glifosato solo, sino a un paquete herbicida de amplio espectro, formado al menos por glifosato, POEA y Cosmo-Flux 411 y eventualmente integrado por otros recursos herbicidas, incluso micro-biológicos, ya justificados en contextos semejantes
- c. Que las operaciones de aspersión aérea no sólo desencadenan procesos químicos o químico-biológicos que generan directamente enfermedad humana, fitopatología y daño en los ecosistemas sino que encarnan también procesos de afectación alimentaria, socio-agrícola, impacto en los soportes bióticos y la biodiversidad y hasta impacto psicosocial y lesión a los soportes de vida familiar y comunitaria
- d. Que por lo anterior, la evaluación científica del impacto necesita abarcar todas dichas mediaciones y consecuencias que van acumulando un daño diverso en nuestra población y ecosistemas.

Se sistematizan los principales disensos sobre los criterios de lo que es una "evidencia válida" sobre el daño, y sobre la responsabilidad de asumir medidas de precaución, lo cual no solamente se aplica a este caso particular de los efectos en Ecuador del plan del Gobierno de Colombia, sino que constituye uno de los grandes temas de la discusión actual sobre la ética de procesos similares, que ha sido colocada por la comunidad científica mundial en el tapete de discusión frente a las frecuentes justificaciones y dilatorias

que plantean algunos sectores para expiar su irresponsabilidad humana y ecológica, justificar sus fines estratégicos y soslayar el cumplimiento del principio de precaución.

También sintetiza algunas de las principales evidencias de esa diversidad de impactos en la sociedad que producen las aspersiones aéreas, incluyendo las que genera el propio glifosato (aunque no solamente dicho agro-tóxico) y las constataciones de afectación en la salud mental, física y genética de la población ecuatoriana.

Más adelante se sistematizan, en base a estudios realizados en otros países, los posibles impactos en los ecosistemas del territorio ecuatoriano fronterizos con Colombia.

El documento reúne un robusto conjunto de argumentos científicos, dirigidos a apoyar a las autoridades en el despliegue de todos los esfuerzos nacionales e internacionales, para exigir las compensaciones y reclamos del caso y poner freno inmediato a la aplicación de un sistema destructivo, cuyos "beneficios" son relativos y cuestionados incluso por los datos de quienes los auspician. Además, no son sustentables, pues reemplazan la adopción de medidas sociales, económicas y culturales de fondo, que son el mejor y único antídoto frente a toda forma de actividad ilícita que florece reemplazando la lógica del desarrollo solidario bajo equidad.



I. ANTECEDENTES

19

Orígenes de las Aspersiones Aéreas en Colombia

Orígenes de las

Aspersiones Aéreas en Colombia

Las aspersiones aéreas en Colombia han seguido el siguiente patrón (Puyana, 2007):

Aspersiones discontinuas desde 1978 a 1991, cuando se inician los primeros ensayos con Paraquat, 2,4-D y Glifosato, en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Aspersiones sistemáticas desde 1992 a 1999. El Consejo Nacional de Estupefacientes (CNE) reglamenta el procedimiento y se le otorga el rango de política pública sistemática de Estado. En ese período, se asperjaron 187.858 ha., pero la producción se incrementó en 243%. Durante este período la Defensoría del Pueblo de Colombia denuncia el uso de Tebuthiuron, Velpar (hexazinona) e Imazapyr (Castro, 2000).

Incremento de las aspersiones desde el 2000 al 2006. Hasta diciembre del 2005 se habían fumigado 690.700 ha. A finales de ese año se registran 144.000 hectáreas de coca, lo que hace

suponer que hubo una reducción de 19.289 ha. (Puyana, 2007). En este último período destacan las denuncias de ensayos con *Fusarium oxisporum* variedad *eritroxylum*, en los programas de erradicación (La Hora, 2000; New Herald, 2000; St. Clair, 2002).

Esto, a pesar de que en 1984 el Instituto Nacional de Salud de Colombia convocó a un comité de expertos en herbicidas con el propósito de analizar el método de aspersión aérea masiva para el control de cultivos de coca y marihuana que el gobierno pensaba implementar. De acuerdo al informe (citado en Vides, 2003), los expertos concluyeron que:

1. Desde el punto de vista de la salud humana y el impacto al medio ambiente, el método químico debe ser el último en considerarse.
2. Con la información disponible sobre glifosato, 2,4-D y paraquat, sobre implicaciones a la salud e impactos al ambiente, no es acon-

sejable el nuevo uso masivo y por aplicación aérea propuesto por el Consejo Nacional de Estudefacientes.

3. Cualquier método que se proponga para la destrucción de estos cultivos, deberá estar precedido de estudios sobre los efectos en la salud de las personas, y del impacto sobre el ambiente.

Estas afirmaciones fueron ratificadas por los expertos científicos con los siguientes argumentos: "El glifosato no se recomienda su uso por vía aérea (...) pues su toxicidad aguda en humanos es poco conocida, no hay en la literatura información sobre toxicidad crónica y tampoco hay información con respecto a sus efectos mutagénicos y teratogénicos..." (Vides, 2003). No obstante, el Gobierno de Colombia, un mes después, el 22 de mayo de 1984, ordenó el uso del glifosato en aspersiones aéreas de cultivos de coca, amapola y marihuana.



II. LOS PROCESOS DETERMINANTES DE LAS ASPERSIONES AÉREAS

Modelo Para su Caracterización

El conocimiento científico acumulado sobre las aspersiones aéreas con glifosato y otros agrotóxicos y la información disponible acerca del sistema empleado en la frontera norte, llevan a dos argumentos centrales: en el problema que enfrentamos no se trata de la aplicación del glifosato aislado y la salud no es sólo afectada por impacto tóxico, sino por la destrucción o deterioro de un conjunto de soportes y determinantes (agrosociales, ecológicos y psicosociales) que conforman un sistema destructivo con diversos componentes:

* Un paquete químico, compuesto por lo menos de glifosato, POEA y Cosmo Flux 411F, y eventualmente comprometedor con un agregado microbiológico (*Fusarium oxysporum*). Todos estos con evidencias de fitopatogenicidad no específica y patogenicidad humana; máxime en poblaciones como las de nuestra frontera, con evidente vulnerabilidad y debilidad en sus recursos de afrontamiento. Pero, además, las aspersiones aéreas, en su condición de "arma" en un escenario de "guerra"

o conflicto entre sectores armados, constituyen un mecanismo de alto impacto y desencadenan otros determinantes de la salud, con su efecto destructor sobre los soportes vitales de las comunidades:

- Un sistema de destrucción agro-social, que afecta las cadenas alimentarias agrícolas y acuáticas, determinando impacto por contaminación y pérdida de fertilidad, con menor producción o destrucción de fuentes de subsistencia y alimentación, destrucción/deterioro de la vida acuática (reserva de agua y alimentos).
- Un sistema de impacto en los ecosistemas, en especies benéficas, animales y vegetales y en la biodiversidad, lo cual implica forzar

la producción de ecosistemas insalubres, con destrucción de especies medicinales y de importancia cultural.

- Un sistema de amenaza a soportes comunitarios, por generar migración forzosa y descomposición de armonía comunitaria y familiar.
- Un sistema de agresión psicológico-social y atemorización.

En otras palabras, las aspersiones aéreas destruyen no por impacto tóxico directo de los residuos químicos del glifosato solamente, sino mediante la afectación del conjunto de procesos determinantes de la vida humana y ambiental que hemos descrito. El modelo se encuentra resumido en el Diagrama 1

Modelo para Estudiar Impacto del Sistema de Aspersiones Aéreas



La riqueza biológica amenazada por las aspersiones

Ecuador es considerado uno de los 12 países megadiversos (con mayor diversidad biológica). Con su reducido tamaño (0.17% del tamaño del planeta), alberga 9,2 especies por kilómetro cuadrado, lo que le convierte en el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en el mundo.

En Ecuador existen alrededor de 18.000 especies de plantas con flores y 1.300 especies de helechos. Se calcula que el 20% de la flora ecuatoriana es endémica.

Con su pequeña extensión territorial, ocupa el 4to lugar en América del Sur en diversidad de mamíferos, y el 9no a nivel mundial. El número total de especies de mamíferos es de 369. Su región con más alta diversidad es la amazónica, con 191 especies, es decir el 52% de toda la diversidad de mamíferos del país. El 8% de los mamíferos ecuatorianos son endémicos (Tirira, 1999).

Se han identificado 1.616 especies de aves, lo que, para el tamaño de nuestro territorio significa uno de los valores más altos para especies de aves registrado en cualquier lugar del mundo (17% del total mundial). La mayor biodiversidad de aves se encuentra en los bosques húmedos tropicales. El 50% se encuentra en la región amazónica.

Según Coloma (1991) en el Ecuador se habían identificado 414 especies de anfibios hasta 1990,

una de las más altas concentraciones de anfibios a nivel mundial. La mayoría de estas especies se conocen solamente en áreas de distribución restringidas y muchas de ellas están en peligro de desaparición. Datos igualmente altos se han registrado para reptiles. (Coloma, 1991; Suárez y Ulloa, 1993).

La Región del Chocó ecuatoriano alberga los últimos reductos de bosques tropicales de la costa del Pacífico. Estos bosques hacen parte de la región biogeográfica del Chocó, que se extiende desde el sur de Panamá hasta el norte de Esmeraldas. En esta zona hay unas 10.000 especies de plantas, de las cuales unas 2.500 son endémicas. Este es el hogar de los pueblos Awá, Chachi y Tsachila, así como de comunidades afroecuatorianas que mantienen formas de vida propias.

Adicionalmente, la región amazónica es el centro de origen del cacao, la yuca, el camote, la coca, la papa china, así como de frutas como papaya, chirimoya, entre otras. En los sitios donde se ha domesticado alguna especie, se encuentran los denominados parientes silvestres de los cultivos que son especies muy cercanamente relacionadas con las plantas cultivadas y en muchos casos son sus antecesoras.

Características de los componentes de las aspersiones: paquete herbicida de amplio espectro

Según fuentes oficiales se fumiga un promedio de 23,66 litros (6,25 galones) de esta mezcla por hectárea, lo que equivale a 10,4 litros de Roundup

(con POEA incluido) sin diluir, más 0,24 litros de Cosmo-Flux y 0,08 litros de Cosmo-InD¹, mezclados en 12,94 litros de agua. Sin embargo, los datos aportados por la misma Dirección Nacional de Estudefacientes (DNE, 2007) de Colombia,

ante una petición de acceso a la información, son muy diferentes. Para la franja de 10 km de frontera con Ecuador, los cultivos y aspersiones han seguido la siguiente distribución:

Tabla 1
Situación de los cultivos de coca en la franja de 10 km de frontera con Ecuador (Nariño y Putumayo) 2000 – 2007

Año	Hectáreas de coca* detectadas	Operaciones erradicación en los 10 km	Galones Roundup usados ***	Galones Cosmoflux usados	Relación Roundup / Cosmoflux	Litros Glifosato/ha
2000**	20.185	3	8.958,7	206,7	43,34/1	1,67
2001	12.359	1-Nariño 4-Putumayo	22.170,5	511,6	43,33/1	6,78
2002	5.186,7	2N 2P	44.497,5	1.026,8	43,33/1	32,43
2003	2.830	3N 2P	18.205,7	420,1	43,33/1	24,31
2004	2.691,6	1N 3P	13.316,1	307,2	43,34/1	18,70
2005	3.975	2N 1P	25.695,5	592,9	43,33	24,43
2006	5.996	2P	24.402,9	563,1	43,33/1	15,38
2007	17.000	1N 1P				
Total		28	157.246,9	3.628,4	43,33/1=2,3%	

Elaboración: CIF, en base a datos de la DNE Colombia, del 2007.

*Detectadas por el SIMCI² a comienzos de cada año.

** En el 2000 comenzaron el último trimestre. No cubrieron todos los cultivos sino hasta el primer trimestre del 2001.

*** Galones usados al final del año.

N= Nariño y P= Putumayo

1. No sabemos si en la actualidad se esté usando este producto; después de unos estudios que hizo el Ministerio de la Protección Social, antes Ministerio de Salud, encontraron tan alta la toxicidad de este antiespumante que la recomendación del Ministerio y del ICA fue no usarlo. Con seguridad fue uno de los causantes de los peores problemas de salud a comienzos de 2001 en Putumayo.
2. Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos.

Estos datos indican que en la franja de 10 km de Colombia con Ecuador, después de haber rociado sobre ella 594.393,3 litros (157.246,9 galones) de roundup más POEA (en cantidades por hectárea muy superiores a las indicadas) y cerca de 13.715,3 litros (3.628,4 galones) de cosmoflux (a una concentración del 2,3%, que duplica la anunciada), en 6 años sólo se han erradicado 3.185 hectáreas.

La mezcla utilizada contiene: 44% de Roundup Ultra, mientras que la etiqueta de uso en los Estados Unidos para Roundup Ultra permite concentraciones de 1,6% a 7,7% para la mayoría de los usos y, como máximo, una concentración del 29%. La etiqueta de Estados Unidos indica que, en la mayor parte de las condiciones, la aplicación aérea no deberá exceder de 1 litro por acre del producto formulado. En Colombia, la tasa corresponde a casi 4,5 veces esa cantidad (Isacson, 2002).

Si se considera que un avión de 300 galones (1.137 litros) deposita 40 L/ha de la mezcla, con una descarga efectiva de 23,4 L/ha de Roundup Ultra, esta descarga equivale a 10,3 L/ha de glifosato en forma de sal isopropilamina (IPA). A esta situación se añade que el Cosmo Flux 411F, cuadruplica la acción biológica del glifosato (CIF, 2003).

El glifosato

El glifosato es un herbicida sistémico que se aplica en post emergencia; no selectivo, de amplio espectro, usado para eliminar malezas que pueden ser pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas.

El INIAP³ (2007) recomienda el uso de glifosato en áreas agrícolas, considerando aplicaciones dirigidas con pantalla en cultivos perennes y totales sobre áreas no cultivadas como en aquellas donde se practica la labranza cero o mínima con equipo acoplado al tractor, nunca con equipo aéreo. La dosis que se recomienda aplicar varía de dos a cuatro litros de producto comercial por hectárea, considerando dosis menores para especies anuales, y mayores para especies perennes.

De acuerdo al Farm Chemicals Handbook (1990), no se recomiendan aplicaciones aéreas.

La Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (EPA) ya reclasificó los plaguicidas que contienen glifosato, como clase II, altamente tóxicos, por ser irritantes de los ojos (EPA, 1993). La Organización Mundial de la Salud, sin embargo, describe efectos más serios; en varios estudios con conejos, los calificó como "fuertemente" o "extremadamente" irritantes.

El glifosato inhibe la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano), a través de interferir en la ruta metabólica del

3. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador.

ácido chiquímico. A partir del ácido chiquímico se producen además otros productos aromáticos como ligninas, alcaloides, flavonoides, ácidos benzoicos y fitohormonas propias del metabolismo secundario como los aleloquímicos. De hecho, un 20% del carbono que es fijado en la fotosíntesis es utilizado en esta ruta metabólica.

La ruta metabólica del ácido chiquímico está presente en plantas y micro-organismos. Estudios hechos por Bode y colaboradores (Bode, 1986) en 19 estirpes de levaduras Ascomicetes y Basidiomicetes, demostraron que el glifosato también inhibe la actividad de la enzima 5 enolpiruvilsintasa 3 fosfato sintasa (EPSPS), como ocurre en las plantas.

En plantas, el herbicida, después de asperjado, es absorbido a través de las hojas y otras partes verdes transportado al resto, donde actúa en su sistema enzimático.

El glifosato es un ácido, pero se usa comúnmente como sal, siendo la forma más utilizada la sal isopropilamina (IPA) de N-(fosfonometil) glicina, o sal isopropilamina de glifosato. Es altamente soluble en agua y prácticamente insoluble en solventes orgánicos. Por ser hidrosoluble, se lo usa unido a un surfactante, que lo fija a la planta y mejora la penetración en los tejidos.

Como todo plaguicida, el glifosato, antes de salir al mercado pasa por un proceso de formulación comercial, durante el cual los ingredientes activos son mezclados con otras sustancias como solventes, coadyuvantes y más, denominados

como "ingredientes inertes", sobre los cuales no se proporciona información en las etiquetas y en muchos casos son sustancias biológicas, químicas o toxicológicamente activas. Estas preparaciones confieren características diferentes a las encontradas en cualquiera de los componentes por separado. Los preparados comerciales, por lo tanto, pueden entrañar mayor riesgo o daño para la salud y el ambiente.

Su nombre comercial más conocido es Roundup, patentado por Monsanto. Existen varias formulaciones que se caracterizan comúnmente por contener 480 g/l de sal IPA de glifosato y el surfactante POEA (polioxiethyl amina). POEA pertenece a la familia de alquilaminas polietoxiladas sintetizadas de ácidos grasos de origen animal. Se ha reportado que el El POEA tiene mayor toxicidad (Kaczewer, 2002).

Según Nivia (2001a), no se conoce con exactitud la combinación que se utiliza en las aspersiones aéreas fronterizas. Sugiere que se estarían usando coadyuvantes nuevos, que potenciarían la acción del glifosato, aumentando también su toxicidad.

Destino ambiental del glifosato

El glifosato ha sido fabricado para ser aplicado directamente a las hojas de las plantas, pero "aunque el glifosato no se aplica directamente a los suelos, una concentración significativa del compuesto puede llegar al suelo durante una aplicación" (Haney, Senseman, Hons y Zuberer, 1999).

Una vez en el suelo, hay diferentes procesos que determinan el destino final del glifosato:

- La formación de complejos con agua de iones de Ca^{2+} y Mg^{2+}
- Adsorción en sedimentos o partículas suspendidas en el agua y el suelo
- Entra en el metabolismo de las plantas
- Es biodegradado por micro-organismos
- Es arrastrado por escorrentía y llega a fuentes de agua

Algunas bacterias pueden degradar el glifosato usándolo como fuente de carbono, fósforo y nitrógeno. Uno de los principales metabolitos en la degradación del glifosato en ambientes terrestres es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), que tiene una estructura similar al glifosato. Del AMPA se pasa a metilamina y de aquí a formaldehído, carcinógeno conocido. (Cox, 1991 y 1995; Dinham, 1999). Al combinarse con nitrato (presente en saliva humana o fertilizantes) el glifosato puede generar trazas de N-nitroso glifosato. La mayoría de compuestos N-nitroso son cancerígenos y no existe nivel seguro de exposición a ellos.

Movilidad del glifosato

Aunque se afirma que el glifosato es poco móvil en el suelo, algunos estudios científicos ponen en duda esta afirmación.

Por ejemplo, se ha encontrado que la adsorción del glifosato varía de acuerdo a los tipos de suelos. Hay una menor adsorción en suelos con bajos contenidos de óxido de hierro (Piccolo y

Celano, 1994). El contenido de minerales en la arcilla puede jugar también un papel importante. Estos autores encontraron que en algunos tipos de suelos se libera el 80% del herbicida adsorbido, mientras que otros liberan entre el 15 – 35%.

Hay suelos que no pueden retener al glifosato el tiempo suficiente para que haya degradación microbiana, y en esos casos el herbicida es muy móvil. Este glifosato liberado puede penetrar en los niveles más bajos del suelo.

El glifosato puede unirse a sustancias hidrosolubles del humus. Las sustancias húmicas son las principales responsables de la movilidad de los pesticidas en el suelo. El glifosato transportado por las sustancias húmicas, puede también entrar en los niveles más profundos del suelo (Piccolo y Celano, 1994).

Un estudio hecho por Morillo, Undabeytia y Maqueda (1997) revela que la adsorción del glifosato disminuye con la presencia de cobre, debido a la formación de complejos glifosato-cobre. Este estudio concluye que para entender la relación entre el glifosato liberado y su movilidad en el suelo, es necesario tener en cuenta el tipo de suelos y los elementos presentes en el suelo capaces de formar complejos con el glifosato.

Se ha encontrado también que la materia orgánica presente en el suelo, compite con el glifosato por los sitios de adsorción (Gerritse, Beltrán y Hernández, 1996). Un estudio brasileño conducido por Prata *et al* (2003), muestra que el glifosato compite con el fósforo por sitios

específicos de adsorción, especialmente en suelos con niveles elevados de fósforo. Los suelos del Ecuador se comportan diferentemente que otros suelos en países tropicales. El glifosato podría ser más móvil que en otros suelos tropicales. En el análisis de muestras de suelos extraídas en la zona de Mataje, se observan elevados contenidos de Fe, N y, en determinados casos, de Ca y P. Estos elementos pueden, en determinadas circunstancias, modificar el comportamiento y destino del glifosato en el ambiente. Además, son suelos con altos de arena y limo, que también repercuten en su comportamiento.

El glifosato puede entrar en aguas superficiales cuando se aplica cerca de los cuerpos de agua, por efecto de la deriva o a través de la esorrentía. Puede haber un proceso de percolación hacia las aguas subterráneas. Dependiendo de los sólidos suspendidos y de la actividad microbiana, el glifosato puede transportarse varios kilómetros río abajo (CCME, 1989).

Persistencia del glifosato

Otra afirmación que se hace en relación al glifosato es que este herbicida se inactiva y degrada rápidamente en el suelo. La Agencia Ambiental de Estados Unidos ha reportado que la vida media⁴ del glifosato en el suelo puede ser de hasta 60 días según (EPA, 1999). La EPA añade que en estudios de campo los residuos se encuentran a menudo al año siguiente.

A continuación se presentan algunos datos sobre la persistencia del glifosato en distintos ambientes, recopilados por Cox (1995):

- 249 días en suelos agrícolas de Finlandia
- Entre 259 y 296 días en 8 sitios forestales en Finlandia
- Entre 1 y 3 años en 11 sitios forestales en Suecia
- 335 días en un sitio forestal en Canadá
- 360 días en 3 sitios forestales de Canadá

Dos estudios canadienses encontraron que el glifosato puede persistir entre 12 y 60 días en un cuerpo de agua luego de una aplicación directa.

Se encontró residuos de glifosato en los sedimentos de una laguna un año después de su aplicación directa, en Estados Unidos.

Estudios hechos en bosques de Canadá sobre la persistencia del glifosato en el suelo, encontraron que en suelos de bosques canadienses, estos pueden persistir entre 45 y 60 días. Luego de 360 días se encontró aún una presencia del 6 al 18% de los niveles iniciales, tanto en el suelo como en los residuos vegetales (Bell *et al.*, 1997).

El glifosato puede adherirse a partículas del suelo y puede todavía ser tóxico y biodisponible a organismos que se alimentan por filtración, tales como crustáceos y moluscos, así como a otros organismos que ingieren cantidades significativas de suelo durante su alimentación normal, incluyendo

4. tiempo que tarda en desaparecer la mitad de un compuesto en el ambiente

peces, aves que se alimentan en las playas de los ríos, anfibios y algunos mamíferos.

Se ha encontrado que el AMPA es más persistente que el glifosato. Se han reportado vidas medias para este compuesto de entre 199 y 958 días (WHO, 1995). Aunque el efecto del glifosato como químico por sí solo ha sido investigado en algunos tipos de suelos, los efectos de los surfactantes y otros aditivos utilizados en las formulaciones de aspersión no han sido investigados en suelos y mucho menos el Cosmoflux usado en la erradicación de los cultivos ilícitos en Colombia.

Poliacrilamida

Como el agua colocada en el ambiente forma gotas grandes debido a la tensión superficial, en la formulación de muchos herbicidas se adicionan poliacrilamidas, para disminuir la tensión de los líquidos y aumentar la superficie de contacto entre el agroquímico y las hojas de las plantas, aumentando su adsorción.

Las evidencias parecen indicar que la acrilamida es liberada en forma de poliacrilamida ambiental.

La cocción de vegetales que han estado expuestos al glifosato utilizado en cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas, o usados durante la preparación del suelo en cultivos convencionales, resultaría en una adicional liberación de acrilamida.

En los EE.UU., los aditivos tipo poliacrilamida se consideran "secreto comercial" y la información

sobre la composición de las fórmulas herbicidas no está al alcance del público.

En un informe publicado por el Institute of Science in Society de Inglaterra, el Profesor Joe Cummins (2002) analiza una alerta sanitaria producida por la presencia de acrilamida tóxica en alimentos cocidos. Esta emergencia estuvo relacionada con el glifosato. El hallazgo tuvo una repercusión masiva, porque la acrilamida es un potente tóxico neural en humanos y también afecta la función reproductiva masculina y causa malformaciones congénitas y cáncer en animales.

Surfactantes y Adherentes Asociados con Herbicidas

Polioxietileno amina (POEA)

POEA es un surfactante que se usa para que el glifosato pase a través de la cutícula de las plantas, ya que esta tiene características no polares (lipofílicas), lo que dificulta la absorción del químico. Los llamados "elementos inertes" actúan como solventes y humectantes capaces de aumentar la permeabilidad y atravesar la barrera cuticular vegetal.

Los diferentes fabricantes de herbicidas en base de glifosato, no colocan en sus etiquetas la presencia de estos "elementos inertes" y muchos de ellos son conservados como secreto de formulación. Adicionalmente, el proceso de registro, por lo general, se realiza sobre el ingrediente activo y no sobre el producto final.

POEA (polioxi-etileno amina) tiene una toxicidad aguda mucho mayor que la del glifosato, causa daño gastrointestinal, alteraciones del sistema nervioso central, problemas respiratorios, destrucción de los glóbulos rojos, daños al hígado y riñones, es corrosivo de ojos y fuerte irritante de piel. Además está contaminado por 1-4 dioxano, el cual ha causado cáncer y daño a hígado y riñones en humanos (Nivia, 2001a).

La toxicidad aguda del surfactante POEA es entre 4 y 5 veces mayor que la de glifosato y Roundup. Las DL50 oral (ratas) y dermal (conejos) reportadas son de >1200 y >1260 mg/kg respectivamente.

Cosmoflux

Del Cosmoflux nada se sabe, sólo que con su adición al Roundup es más tóxico (categoría III, moderadamente tóxico). El compuesto utilizado tendría una vida media entre 60 días hasta tres años (Cox 1991 y 1995).

Se describe químicamente como una mezcla de aceite mineral y surfactantes especializados no iónicos con agentes de acoplamiento. El ingrediente activo es descrito como una mezcla de ésteres de Hexitan: alcoholes lineales + aryl etoxilado (Cosmoagro, 2004).

Contiene además isoparafinas líquidas: aceite isoparafínico de alta pureza, de muy baja fitotoxicidad, de muy bajo contenido de aromáticos y baja tensión superficial que mejora la humectabilidad, promoviendo así la eficacia de los ingredientes activos.

No forma parte de la formulación comercial, pero se le añade para aumentar el nivel de acción del herbicida. Se ha demostrado que aumenta en 4 veces el efecto del Roundup al incrementar el poder de penetración del glifosato.

Es irritante de piel y conjuntivas.

Un componente especial que se adiciona en las aplicaciones en la frontera es el surfactante Cosmo-Flux 411F, cuyo uso ha sido aprobado en Colombia sin que se hayan hecho estudios sobre sus posibles efectos. Es un líquido amarillento a 25°C; punto de llama (flash point) mayor de 149°C; gravedad específica 0.89; viscosidad 60 mPa a 25°C; pH en solución al 1% en agua destilada entre 6.3 y 6.8 y concentración de aceite 80-85 (% w/w). Soluble en aceites minerales, aceites vegetales y solventes orgánicos usados en la formulación de agroquímicos. Dispersable en agua e insoluble en etanol. Coadyuvante estereoespecífico de carácter no-iónico formado por la combinación de aceite parafinado más un tensoactivo adyuvante estereoespecífico; mejora la adherencia y uniformidad de las preparaciones de agroquímicos, controlando la evaporación e hidrólisis del activo con cubrimiento total, garantizando concentración homogénea del activo por unidad de área y extendiendo el espectro de actividad biológica de los agroquímicos.

Herbicidas Biológicos

Fusarium oxysporum

Fusarium oxysporum Schlecht es un hongo esen-

cialmente necrotrófico y vascular. Sus distintas formas especiales parasitan a una gran cantidad de cultivos. Tiene una distribución cosmopolita.

Este hongo invade las células radicales, ocasionando la pudrición radicular y muerte de plántulas. La tasa de velocidad de la infección depende de factores como el tiempo de la infección inicial, la virulencia y las condiciones climáticas.

Este hongo penetra en las raíces a través de heridas y continúa hacia el xilema o por los tejidos conductores de agua. Los retoños y las hojas se marchitan durante el día, pero ganan turgencia durante la noche. Cuando la infección progresa, los tallos se palidecen. Las toxinas producidas por el hongo decoloran el tejido del huésped y precipitan el marchitamiento de las hojas, las que pueden presentar una coloración amarillenta o rojiza. El xilema es obstruido, causando la muerte de la planta.

El tallo cortado transversalmente presenta en los haces vasculares una coloración amarillenta o marrón con la muerte y deshilachamiento de los tejidos, sin afectarse la médula; este es un aspecto muy importante para diagnosticar la enfermedad y distinguirla de otras enfermedades vasculares.

Las raíces y los tallos no presentan daño inicial importante, pero luego se afectan severamente con la formación de cavidades, presentándose una pudrición seca en la base de las plantas y en las raíces.

En el Ecuador una de estas formas especiales, conocida como Mal de Panamá acabó con la variedad de banano Gross Michel.

Aunque se dice que las formas especiales de *Fusarium* pueden ser muy específicas para el tipo de cultivo que va a parasitar, este hongo como cualquier ser vivo puede mutar y convertirse en patógeno de otros cultivos. La pérdida de especificidad en especies patógenas se ha registrado aun en hongos altamente específicos, como es el caso de hongos biotróficos (Griffith *et al.*, 1993).

Se arguye que el *fusarium oxysporum* variedad *erytroxylum* es especializado en producir el marchitamiento vascular a las plantas de coca, pero una serie de factores, incluyendo la cantidad de inóculo que se usaría en un programa de erradicación de este cultivo, puede convertirlo en patógeno de otras especies, constituyéndose en un riesgo potencial para las 200 especies que son parientes silvestres de la especie *erytroxylum*. En Colombia, 4 especies de *erytroxylum* están incluidas en las listas rojas de especies en peligro de extinción (Pimiento, 2001).

La alta sobrevivencia de sus clamidosporas, resistentes a la degradación química y microbiológica, hace que el hongo pueda permanecer en el suelo por muchos años.

Se ha reportado que el *fusarium oxysporum* puede convertirse en patógeno de humanos, especialmente en poblaciones inmunocomprometidas, prevalentes en las zonas de influencia de los programas de erradicación (Jave, 2001).



III. DISENSOS CIENTÍFICOS SOBRE LA NOCIÓN DE “EVIDENCIA”

Un Paradigma Científico Actual y Transdisciplinario

La literatura científica sobre el empleo de aspersiones con glifosato y las correspondientes evidencias acerca de la destrucción causada a la salud y sus determinantes, tanto a nivel internacional como de la zona afectada, es fundamental para cuestionar los estudios pro-aspersiones y nos llevan a argumentar la necesidad urgente de reclamar, como punto de partida, la inmediata aplicación del Principio de Precaución, como obligación irrenunciable y condición de objetividad científica, base para demandar de los causantes la remediación y compensación inmediatas.

Los detractores de dicho Principio se sitúan en la orilla de las productoras y aplicadoras de sustancias o mecanismos peligrosos, mientras las instituciones cuya misión es la protección de la vida, han desarrollado una poderosa argumentación a favor. El principio se ha discutido en foros internacionales y en los debates, el argumento de “las pruebas científicas rigurosas” que los detractores demandan a los afectados antes de

acceder a suspender acciones y aplicar medidas correctivas, resultan una maniobra para convertir la "ciencia dura" en un concepto legal que corre en sentido inverso al del Principio de Precaución, argumentando, en definitiva, que es lícito demostrar cualquier medida preventiva o prohibición de procesos peligrosos, hasta que no se hayan demostrado concluyentemente todos los eslabones de la llamada "cadena causal" y hasta que no se haya logrado el consenso científico (Von Weizsäcker, 2006).

De ahí que en esta parte del documento se plantean cinco elementos:

- a. Adoptar un modelo interpretativo integral, para evitar el error científico de la noción reduccionista de asociación causal glifosato-enfermedad
- b. Poner al descubierto los errores científicos y éticos de quienes abogan por las aspersiones
- c. Sistematizar las evidencias científicas internacionales sobre la peligrosidad de las aspersiones en cuestión
- d. Presentar las evidencias de impacto, recogidas por organizaciones ecuatorianas en las comunidades agredidas de nuestra frontera norte.



IV. LA FALSA NOCIÓN DE INOCUIDAD DEL ROUNDUP

Una Cadena de Errores Científicos y Desentendimientos Éticos

Las pruebas fraudulentas o sesgadas de la supuesta inocuidad para la salud de las formulaciones con glifosato.

La historia de los litigios relativos a la salud entre las empresas públicas o privadas que provocan contaminación u otros impactos y las comunidades afectadas, muestran un mismo patrón ampliamente documentado en la literatura científica y el cual parece repetirse ahora en el litigio por las aspersiones: las empresas –en este caso Monsanto– forjan datos de prueba favorables para sustentar la inocuidad de sus productos. Una vez en fase de utilización, las empresas recurren a operaciones de propaganda y, en caso de efectos nocivos, contratan o convencen a científicos para que las respalden y “demuestren” la inocencia de su producto. Las comunidades, siempre en desventaja, acuden a sus aliados para recoger pruebas de la destrucción causada, las cuales casi siempre terminan aceptándose tardíamente, cuando ya se ha provocado la destrucción masiva de la

salud (i.e. un caso demostrativo del tiempo que toma la lucha por corregir agresiones masivas es el del asbesto: en Inglaterra la minería comenzó en 1879 y recién 120 años más tarde las empresas reconocieron su peligro y fue prohibido (von Weizsäcker, 2006).

El caso citado recuerda el efecto de "quema de tiempo", mediante el argumento, recurrente en casos como éste, de que "hasta ahora no se ha demostrado con pruebas científicamente sólidas el daño producido". Las llamadas "pruebas científicamente sólidas" operan como un recurso para dilatar las cosas y se transforman en instrumento político ideológico, antes que científico (Levidow, 2004).

Con estos antecedentes miraremos el caso del Roundup, pues es urgente impedir que se consume ese mismo ciclo y se demoren las acciones de prohibición y remediación.

Tanto la vendedora (Monsanto) como el ente aplicador del sistema (Plan Colombia), sostienen estos argumentos:

- a. Que se requieren mayores pruebas que contradigan las pruebas de inocuidad ya realizadas por el productor
- b. Que se exageran los efectos por motivos extra científicos
- c. Que de cesar la aplicación de los productos cuestionados, se estarían favoreciendo amenazas mayores, como el narcotráfico.

Procedimientos extra-científicos alrededor del registro y calificación del glifosato. _____

Mientras universidades y centros de investigación acumulan crecientes evidencias sobre la peligrosidad del glifosato para el ser humano y el medio ambiente, que han sido sistematizadas en revisiones de la literatura internacional (Bigwood, 2002), la empresa se ha empeñado en forjar una imagen de inocuidad de su producto.

En primer lugar, se registra una historia oscura desde el propio registro y calificación farmacológica del Roundup con glifosato. Los estudios toxicológicos requeridos oficialmente para su registro y aprobación estuvieron asociados con prácticas fraudulentas. En 1976, una auditoría realizada por la EPA descubrió serios errores y deficiencias en estudios conducidos por uno de los más importantes laboratorios norteamericanos involucrados en la determinación toxicológica del pesticida, previa a su registro. La EPA acusó públicamente a Industrial Biotest Laboratories (IBT) -laboratorio que condujo 30 estudios sobre glifosato y fórmulas comerciales en base a glifosato (entre estos 11 de los 19 estudios realizados respecto de su toxicidad crónica)- de falsificación rutinaria de datos y omisión de informes sobre incontables defunciones de ratas y cobayos. La EPA denunció, en 1991, que Craven Laboratories, empresa que condujo determinaciones para 262 compañías fabricantes de pesticidas, había falsificado estudios, recurriendo a "trucos", tales como forjar anotaciones de registros de laboratorio y manipular manualmente el equipamiento científico para que brindara resultados falsos.

Estudios sobre residuos de Roundup en papas, uvas y remolachas fueron parte de las pruebas cuestionadas. (Kaczewer, 2002)

Hasta el advenimiento de los cultivos transgénicos tolerantes al glifosato, el límite máximo de glifosato residual en soya establecido en EE.UU. y Europa, era de 0,1 miligramos por kilogramo. Pero a partir de 1996, estos países lo elevaron a 20 mg/kg, un incremento de 200 veces con respecto al límite anterior. Semejante aumento responde a que las empresas productoras de glifosato están presionando para que se les extienda permisos y se apruebe la presencia de mayores concentraciones de glifosato en alimentos derivados de cultivos transgénicos. Monsanto, por ejemplo, ya fue autorizada para un triple incremento en soya transgénica en Europa y EE.UU. (de 6 ppm a 20 ppm).

Por otra parte, la empresa ha recurrido a estrategias dolosas de comercialización. En Francia donde Gilles-Eric Séralini y Robert Bellé han investigado los efectos tóxicos in vitro y cancerígenos del Roundup-, se ha producido una condena formal en el Tribunal de Lyon, tras la denuncia presentada en el 2001 por la Asociación de Aguas y Ríos de Bretaña (Eaux et Rivières de Bretagne - ERB), ante el Ministerio del Medioambiente; así mismo, el Secretariado de Estado para los Consumidores acusó a Monsanto Agriculture

France y a Scotts France, distribuidora en Francia del Roundup, de mentir en su publicidad, y aportó pruebas sobre el engaño inscrito en las etiquetas de seis diferentes productos de Monsanto conteniendo Roundup, cuyo principio activo es el glifosato.

En sus considerandos, el fallo condenatorio a pago de multa del Tribunal de Lyon explica que el glifosato no es biodegradable ni siquiera según las especificaciones del producto incluidas por Monsanto en el embalaje y, por tanto, tampoco deja el suelo limpio, peor aún teniendo en cuenta que se recomienda su uso permanente. Además, señaló que Monsanto y Scotts France conocían las características ecotóxicas del producto, pero que a pesar de ello difundían mensajes publicitarios engañosos "conteniendo argumentos ecológicos erróneos con el objetivo de hacer creer falsamente en la existencia de una inocuidad total e inmediata para el ambiente de sus productos". Esto, a pesar de que en el 2001 la Comisión Europea clasificó al glifosato como "tóxico para los organismos acuáticos" y capaz de "provocar efectos nefastos para el ambiente a largo plazo". Las dos principales moléculas del glifosato se encuentran presentes en el 55 y 35 por ciento de las aguas superficiales francesas⁵. En 1999, el fiscal de Nueva York también enjuició a Monsanto por publicidad engañosa.

5. El Le Monde (Hervé Morin, Marzo 13 del 2005) difunde en el mundo entero la noticia de la condena a Monsanto y la existencia de estudios en Francia: Gilles-Eric Séralini, en un artículo publicado el 24 de febrero, en la revista "Environmental Health Perspective", demuestra, con su equipo de la Universidad de Caen, varios efectos tóxicos del glifosato y de los coadyuvantes que se le asocian para facilitar su difusión; también Robert Bellé de la estación biológica de Roscoff (CNRS), estudia desde hace varios años el impacto del glifosato sobre las células de erizo de mar, mostrando fases precoces de cancerogénesis del Roundup e impacto en etapas claves de la división celular.

Se rebate la supuesta inocuidad de las aspersiones aéreas y la ausencia de deriva. Reconocidos científicos especializados en la investigación de esta problemática han denunciado la peligrosidad de las aspersiones aéreas en Colombia (Nivia, 2001b) y Brasil (Claro y Paganella, 2000).

El propio manual de instrucciones de utilización del "Roundup" (nombre comercial del glifosato), elaborado por la empresa Monsanto, dice:

■ *las aplicaciones aéreas deben evitarse si existe peligro de que el químico se ponga en contacto con especies deseables... cantidades mínimas de este herbicida pueden causar daños severos o destrucción de cultivos y plantas hacia las cuales no estaba dirigido el tratamiento. El riesgo de daño por Roundup es mayor cuando la velocidad del viento excede de 8 kilómetros por hora. Igualmente señala dicho instructivo, que "debe evitarse la contaminación de semillas y alimentos de consumo humano o animal". —*

El estudio realizado en Colombia, por encargo de la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), (Solomon et al., 2005), no sólo es producto de entidades con intereses vinculados –la propia CICAD, sino que, careciendo de un criterio independiente, contiene sesgos de diseño que han sido denunciados por el propio Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia (Sicard, et al., 2005). En efecto, según esta entidad, el estudio adolece de:

- Errores metodológicos generales: no posee una estructura científica con hilo conductor

entre preguntas, hipótesis y demostración; excluye sorpresivamente los elementos sociales y económicos; se basa en estudios secundarios para estudiar los impactos del herbicida en la salud humana, y aún más, lo hace desestimando los estudios que reconocen su peligrosidad.

- El estudio desestimó expresamente los expedientes de más de 8.000 quejas interpuestas formalmente ante la Defensoría del Pueblo por comunidades afectadas en Colombia y que abarcan daños sobre la vegetación (87%), salud humana (6.9%) y el resto en especies animales y agua.
- El eje metodológico lo constituyen líneas de búsqueda destinadas a invisibilizar los impactos negativos más agudos y extensos: se escogió la fertilidad humana cuya latencia rebasa el período cubierto para ponderar efecto en la salud; no se enfoca el impacto en especies de cultivos lícitos; se soslaya el impacto en la destrucción del suelo; se esconde el hecho de que las zonas de cultivo ilícito son las que corresponden a áreas de alta biodiversidad; no proveen de datos sobre la concentración de glifosato en las aguas superficiales de la zona afectada. En definitiva el estudio cuestionado centra su mirada en efectos ecosistémicos poco estimables en lugar de concentrarse en efectos directos y fácilmente estudiables como: destrucción de biodiversidad, eliminación de especies benéficas y erosión de suelos.

- Errores técnicos puntuales: para la valoración de impacto en aguas superficiales no se explican los criterios de selección de zonas de aplicación del herbicida; no se explicitan los parámetros de agrología y ecológicos que permitan valorar la dinámica del herbicida, ni los tiempos entre aspersión y toma de muestras.

En una comunicación oficial reciente (26/02/2007) del Gobierno de Afganistán, se explican las razones científicas de impacto humano, social y ecológico, por las que dicho Estado negó radicalmente el sistema de aspersiones aéreas con glifosato para el control de cultivos ilícitos de adormidera o amapola (*Papaver somniferum*) (Ashraf, 2007).

El problema de la deriva _____

La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), ha demostrado que existe normalmente una "deriva técnica" y que los actuales equipos de aspersión, con calibración, temperatura y vientos ideales, distribuyen sus aspersiones así: cerca de 32% son retenidas por las plantas blanco; 49% van al suelo, 19% van por el aire a otras áreas vecinas. De esta manera, las aspersiones afectan cultivos próximos y zonas habitadas, con lo cual se violan las normas de contacto en áreas con fuentes de agua, ríos y residencias, como lo prohíbe el Código Forestal y la Ley de Agrotóxicos del Brasil (Chaim, 2004). Además, en dicho país han medido la deriva, estableciéndola, para vuelos de baja altura (4 metros sobre la capa vegetal), en 800 metros de distancia (Claro y Paganella, 2000). Tómese en cuenta que en Colombia se fumiga a una altura de

entre 60 y 100 metros, según lo reconoce la misma Embajada de los EEUU. (Williams, 2003).

Leiva (2007), en su trabajo para la empresa Bayer, recuerda que, en 1974, Himel decía que "sólo el 25% del volumen (de herbicidas) aplicado llega a las plantas" y cómo este bajo porcentaje se debe a los problemas de la endo y exoderiva. La primera es la que cae en el suelo dentro del cultivo objeto, sin llegar a la planta, y la segunda es la que se desplaza fuera del área tomada como objetivo.

Los elementos que respaldan el argumento ecuatoriano sobre la deriva son:

El Tamaño de la gota

Las gotas con menor diámetro, si bien actúan mejor sobre las plantas, se mantienen más tiempo en el aire y sobre ellas puede actuar el viento que las puede desplazar a largas distancias, mientras simultáneamente sufren la evaporación. Las gotas gruesas si bien caen con más fuerza y rapidez disminuyendo la deriva, sin embargo, pueden rebotar en las hojas y perder el objetivo de actuar sobre ellas cayendo por escurrimiento. En este sentido se ha definido el llamado Diámetro Volumétrico Medio (DVM), como el tamaño de gota que divide la aspersión en dos volúmenes iguales; es decir, que el 50% del volumen asperjado lo hace en este tamaño de gota, mientras que el restante 50% es de tamaños muy diferentes. En cada aspersión es imposible que todas las gotas formadas tengan el mismo tamaño. El volumen que se ha demostrado más adecuado para aspersiones de cultivos lícitos (realizados apenas a 3 metros de altura) aconseja

el uso de gotas con un diámetro entre 200-250 μ , pues a partir de 350 "no hay adherencia y la gota escurre" como lo señala Leiva en su trabajo para la Bayer (2007). Pero sin embargo en Colombia, Solomon (2005) refiere que en el programa de aspersiones del PECIG⁶ se utilizan gotas con un DVM entre 300 y 1.500 μ , margen demasiado amplio; además, a la altura real de las aspersiones y bajo las condiciones atmosféricas imperantes, con toda seguridad alta proporción de gotas será de menor tamaño y, por ende, de mayor deriva que el cálculo promedio teórico reportado.

La eficiencia del depósito de la gota

Dependerá de su tamaño y de la superficie de la lámina foliar vegetal. Por ello, se evitan las aspersiones aéreas en época de lluvia. Ya se ha comentado por qué las condiciones mesológicas alteran dicha eficiencia sobre la vegetación blanco, que es la de la coca, a expensas de otras vegetaciones.

La estabilidad atmosférica

En este apartado no sólo hay que tener en cuenta la velocidad del viento, donde según diferentes empresas se prohíben aspersiones entre 2.8 y 4.2 m/s (10 y 15 km/h) (Bayer-Leiva), o entre 1.7 y 2.2 m/s (6-8 km/h) como lo reporta Pérez en su trabajo para la Syngenta: *Por grande que sea el DVM, si la velocidad del viento excede los 1.7 m/s (6 km/h), el arrastre es muy fuerte y en este caso es mejor parar la aplicación.* Lamentablemente,

según los informes del INAMHI (Naranjo, 2006), se constata que en puntos representativos de la zona de frontera se dan vientos superiores a los que recomienda el modelo Syngenta. Así, en Nuevo Rocafuerte son de 1.8 a 2.4 m/s; en Lago Agrio de 1.5 a 2 m/s; y en Tulcán de 3.5 a 4.5 m/s, con predominio de la dirección norte en los tres casos. Es decir, se están realizando aplicaciones con vientos que condicionan la deriva. Según datos promediales, en la zona norte de la región interandina y oriental se localiza, entre diciembre y febrero, una dorsal de alta presión continental del Atlántico Sur y del Caribe, que favorece la presencia de los vientos del norte, en el nivel de 850 hPa (1500m), con intensidad promedio de 12 m/s.

Hay que valorar también la temperatura y la humedad relativa que actúan directamente sobre las aspersiones con sustrato acuoso, como las del PECIG, que sufren de un mayor proceso de evaporación, el cual aumenta en ambientes más secos. Las aspersiones del PECIG suelen hacerse preferentemente en las épocas secas, entre diciembre y febrero, cuando la humedad es menor. Sirva como ejemplo que a igualdad de temperatura ambiente (30°C) y humedad relativa (50%), una gota de 200 μ demora 42 segundos en reducirse a la mitad, mientras una de 100 μ tarda apenas 14 segundos en evaporarse (Leiva, 2007). Por esto, como medida de seguridad, se ha establecido que las aspersiones aéreas se realicen con temperaturas inferiores a 25°C o con humedad relativa superior al 60%. Sin embargo, estas condiciones no siempre se cumplen en el PECIG.

6. Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos con Glifosato que aplica el Gobierno de Colombia.

Los campesinos refieren que las aspersiones se hacen incluso a medio día, cuando el sol es más fuerte. Un último punto a tener en cuenta es que a veces se pueden dar los denominados fenómenos de inversión térmica. En la atmósfera la temperatura disminuye aproximadamente un grado cada 100m de altura; esto hace que el aire frío, al bajar, ayude a asentar las aspersiones. En las inversiones térmicas, cuando las capas de aire caliente se mantienen arriba, las aspersiones pueden permanecer suspendidas en el aire por períodos prolongados y derivar largos trayectos en presencia de pequeñas brisas. Sin embargo, Solomon (2005) plantea que la velocidad del viento, medida desde los helicópteros por el humo generado de las aeronaves de aspersión, es suficiente indicador para medir derivas.

La evaporación

Depende, en las mezclas con agua, de las altas temperaturas, de la baja humedad relativa y del tamaño de la gota. Syngenta reconoce que *“la evaporación también trae como consecuencia la disminución en el tamaño de la gota, lo cual permite un mayor arrastre y puede ocasionar: contaminación humano ambiental y daño a cultivos susceptibles”*. Se ha de tener en cuenta que la disminución del peso de la gota por unidad de tiempo, tiene relación con la disminución del tamaño de la gota por la evaporación.

La altura de vuelo del avión

Normalmente las aspersiones aéreas se realizan entre 1,5 y 4 metros sobre la capa vegetal a asperjar,

altura que se pretende sea la menor posible, pues a mayor altura las posibilidades de deriva aumentan. La propia DNE recomienda una altura de vuelo de menos de 25 metros para la coca. No obstante, debido a la orografía y al temor de que las avionetas sean derribadas, este parámetro nunca se cumple, y las aspersiones se realizan, según la DNE, por encima de los 30 metros de altura. Las filmaciones y fotografías demuestran, sin embargo, que estas se realizan a no menos de 60 metros e incluso, según la Embajada de Estados Unidos en Bogotá (Williams, 2003), entre 60 y 100 metros de altura.

El motivo de que en el programa del PECIG se estén utilizando concentraciones tan altas de químicos (23,65 l/ha) se debe precisamente a lo que Bayer (Leiva, 2007) reconoce como máximo volumen, aplicable cuando, por razones de deriva incontrollable, debe asegurarse la cobertura requerida, solo que en el PECIG este máximo volumen es lo que se usa sistemáticamente. Obtener una cobertura de 30 gotas/cm² se puede hacer con un volumen de 5,3 litros/ha, asperjando gotas de 150μ o con 42,4 litros/ha, utilizando un tamaño de 300μ (Leiva, 2007). Así, mientras la Bayer, citando a Leiva (2007) aconseja que a más de 25°C y menos de 70% de humedad, se suspendan las aspersiones por las altas pérdidas de producto por la evaporación, Syngenta (Pérez, sf) sin embargo, aconseja que para asegurar la cobertura de las aspersiones a temperaturas entre 28°C y 32°C con humedades relativas menores al 70%, no se deben utilizar volúmenes de aplicación por debajo de 9 galones/ha.

En definitiva, por parámetros de vuelo, por elementos climáticos, por volúmenes y concentraciones

intencionalmente altos, y por las características del paquete que se asperja, hemos establecido la falacia de los cálculos de inocuidad y poca deriva, que se han argumentado sobre bases de análisis equivocadas.

Contrariando argumentos científicos probados, en una carta dirigida por el coronel Plazas Vega (2004), como director de la Dirección Nacional de Estupeficientes de Colombia, a la entonces Comisión Científica del Ecuador, menciona que se adopta el modelo matemático recogido por Syngenta (Pérez) para medir la deriva (D), donde ésta es proporcional a la altura (H) y a la velocidad horizontal del viento (U), e inversamente proporcional a la velocidad terminal de la gota (Vt), aplicando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{H \times U}{Vt}$$

La fórmula, no tiene en cuenta la temperatura ambiente ni la humedad, ni mide el proceso de evaporación a una altura de entre 60 y 100 metros, ni las inversiones térmicas, ni la velocidad del avión en marcha, que influyen en la velocidad inicial de la gota. Además, uniformiza el tamaño de las gotas, sin tener en cuenta que sólo la mitad del volumen (DVM) corresponde con el indicado. Presentada como verdad incuestionable, llega a afirmar que la deriva máxima, para una altura de 25m x 1,3 m/seg (equivalente a un viento de 4,8 km/h), dividido por una velocidad terminal de 2,7 m/seg, para una gota promedio de 650 µ, da un máximo de deriva de 12 metros.

Sin embargo, la misma empresa Syngenta (Pérez), en el documento consultado por el coronel Plaza, reconoce que gotas de 5µ pueden permanecer en el aire 66 minutos y desplazarse 4.827 metros siendo lanzadas a una altura de 3 metros:

Tabla 2
Arrastre o Deriva de una gota lanzada a 3 metros de altura

Tamaño de gota (µ)	Tiempo necesario para caer 3 metros	Arrastre con una velocidad de 4,8 km/h
5	66 minutos	4.827 m
20	11,58 min	338,2 m
50	72,8 seg	54,29 m
100	11 seg	14,64 m
400	4 seg	2,59 m
1000	0,75 seg	1,48 m

Fuente: Pérez, Horacio. Syngenta

Estos tiempos y distancias son para una altura de 3 metros. En el PECIG, donde se usan alturas de 60 a 100 metros, se pueden esperar mayores distancias en condiciones atmosféricas apropiadas. Estas condiciones son tan determinantes

que en cada unidad de tiempo la gota puede disminuir su tamaño. Syngenta sostiene, en la siguiente tabla, que la influencia de la temperatura y la humedad es importante:

Tabla 3
Tiempo de duración de las gotas de agua en el aire en diferentes condiciones

Tamaño de la gota en μ	Temp. 20°C – 22°C y Humedad relativa 80%	Temp. 30°C y HR de 50%
50	15 seg	3,5 seg
100	50 seg	14 seg
200	200 seg	56 seg

Fuente: Pérez, Horacio. Syngenta

La fórmula a la que se refería el coronel Plaza iba acompañada, en su documento, de la ley de Stokes para la velocidad terminal (V_t) de la gota, expresada en la siguiente fórmula:

$$V_t = \frac{G \times D^2 \times W}{18A}$$

Esta ley establece que las gotas alcanzan una velocidad constante de caída en función de la aceleración de la gravedad (G) en m/sg, el diámetro de la gota (D) en μ , y la densidad de la gota (W) en kg/m³, siendo inversamente proporcional a la viscosidad del aire (A) en newton-seg/m².

Sobre esta velocidad terminal Syngenta (Pérez) establece un cuadro orientador:

Tabla 4
Velocidad de sedimentación de las gotas en función de su tamaño

Tamaño de las gotas en micras (μ)	Velocidad terminal (cm/seg)
1.000 = 1mm	400
500	220
200	72
150	48
100	26
90	21
50	7
20	1,2
10	0,3

Fuente: Pérez, Horacio. Syngenta

Sin embargo, la empresa advierte que estas son las características para una gota lanzada con aire en calma y sin evaporación; y lo que pretende demostrar es que las gotas menores de 100 μ alcanzan el equilibrio entre la fuerza de gravedad y el rozamiento con el aire en menos de 25cm de caída, manteniendo una velocidad constante, mientras que en las gotas superiores de 500 μ la velocidad terminal se alcanza a los 70 centímetros. Pero, la caída desde la altura que está siendo utilizada en Colombia, debería aplicar correcciones, dado que el tamaño de la gota es diferente desde que es asperjada hasta que cae al suelo, medición que la fórmula no incluye, como tampoco incluye la influencia de la velocidad inicial de la gota ni las condiciones atmosféricas, cuando queda demostrado que son determinantes.

Las afirmaciones del Director de la DNE a la Comisión Ecuatoriana sorprenden, dado que son posteriores al ensayo realizado en el 2000 ante la prensa y el congresista norteamericano Paul Wellstone, quien recibió un "baño de glifosato" cuando fue invitado a presenciar la demostración de las "precisiones técnicas" de las operaciones aéreas de la fumigación. El escaso viento arrastró el herbicida hasta el sitio en el que se encontraban todos los invitados, a unos 200 metros, demostrando la poca fiabilidad en la precisión de las fumigaciones (Hotakainen, R., 2000).

Sorprenden también porque cinco años antes, Nivia (1999) describe cómo en aplicaciones terrestres, entre el 14% y el 78% del glifosato

aplicado sale del sitio, describiendo muertes de plantas a más de 40 metros y encontrando residuos a 400 metros de una aplicación terrestre. En aplicaciones con helicóptero describe cómo las pérdidas de glifosato desplazado fuera de sitio oscilan entre el 41 y 82%, encontrándolo en mediciones a más de 800 metros de su punto de aplicación. Situación que se agrava con los aviones pues un estudio en California encontró residuos a 800 metros, que fue la mayor distancia estudiada.

En recientes estudios, en Costa Rica y California se han encontrado residuos de pesticidas en zonas de bosques lluviosos a más de 20 km de distancia de donde se encuentran los granjas agrícolas (Minard, 2007). Los estudios han encontrado no sólo niveles 10 veces más altos de pesticidas en las charcas de las ranas, sino en los cuerpos de las mismas, lo que supone que puede ocasionar la muerte de más del 90% de esas poblaciones. Lo cual se explica por la vaporización de estos productos, que al ser utilizados y llegar a las capas más frías de la atmósfera, vuelven a la fase líquida y, con la lluvia, se concentran en lugares en donde habitan estos anfibios.

En un boletín reciente de la Red de Acción sobre Plaguicidas en América Latina (Bellé, 2007), se publica una entrevista realizada a uno de las mayores autoridades científicas en la investigación de los impactos del glifosato, el Dr. Roberte Bellé, del Centro Nacional de la Investigación Científica de la Universidad Pierre y Marie Curie, de Francia, quien sostiene textualmente:

■ *El problema es que cuando se pulveriza en avionetas o hasta con un atomizador manual, la mezcla es cien veces más concentrada que aquella que puede desregular el funcionamiento de la célula. Cada microgota puede tocar miles de células simplemente cuando las respiramos, y si esas microgotas son pulverizadas en avión pueden viajar cientos de kilómetros. Cuando se fumiga en un jardín, las gotas pueden recorrer entre 2 y 3 km, si hay viento. Monsanto recomienda no fumigar cuando hay viento, pero es imposible porque siempre hay viento. También recomienda el*

uso de máscara, encauchado, botas y guantes. El que fumiga está protegido, pero los que están a 500 m no lo están.

Una fumigación aérea es otra cosa. Es una catástrofe. Se ha demostrado que hay arena del Sahara en el Polo Norte, y un grano de arena es más grande y pesado que una microgota. Las microgotas de pulverización son casi como el vapor de agua, que viajan simplemente con el movimiento de la tierra, como las nubes. Es una locura pulverizar con avión.

Hacia un manejo ético y científico de la incertidumbre

Hace aproximadamente tres décadas surgió en el mundo la preocupación sobre el desfase entre la ciencia y los problemas de salud y ambientales. La ocurrencia de episodios lamentables de impactos provocados por procesos industriales urbanos o agroindustriales con empleo de productos como ciertos agrotóxicos, que habían sido proclamados como seguros, más la creciente incertidumbre sobre nuevos procesos y productos hechos por el ser humano pero poco conocidos en sus efectos sobre la vida, pusieron en el debate un hecho que podría resumirse así: la ciencia raramente entrega evidencias concluyentes y, las decisiones para proteger la vida en el planeta y la salud deben tomarse antes de disponer de conclusiones definitivas basadas en pruebas reconocidas universalmente como concluyentes.

A partir de esa época se han multiplicado los conocimientos sobre este problema, en contextos más responsables en el plano social y ambiental y ha crecido una voluminosa base bibliográfica que empieza a ser sistematizada junto a la necesidad de revisar en forma crítica tanto los paradigmas científicos y las lógicas de gobernanza, cuanto los contextos institucionales que han defendido, hasta ahora, una ciencia desfasada e insensible. El escenario de los debates sobre políticas, normas constitutivas, fijación de estándares y regulaciones para protección de la vida de la Unión Europea, conforma una experiencia de enorme utilidad, pues más de una década de discusión y elevada polémica han permitido decantar los puntos clave de la crítica contra una visión científica ciega a las necesidades de

la sociedad y aferrada a un paradigma que usa la incertidumbre como herramienta para justificar la permisividad, anteponiendo el interés de empresas al bien común y a la protección de la vida (Guimaraes *et al.*, 2006).

En América Latina tampoco han sido solamente las organizaciones sociales pro salud y ambientalistas las que han alimentado una discusión sobre los problemas del vínculo entre ciencia, sociedad y formulación de políticas, sino que un amplio conjunto de núcleos científicos y académicos constituyeron una importante corriente de reflexión crítica al respecto, una de cuyas expresiones ha sido la Asociación Latinoamericana de Medicina Social (ALAMES). En esta red académica y de reflexión socio médica toman parte varios de los más destacados centros de investigación de la región.

En el centro de este movimiento científico y social mundial está la crítica a un paradigma científico reduccionista y lineal que fragmenta y descontextualiza los problemas de salud y ambientales; empobrece la observación científica, reduciéndola a evidencias cuantitativas, supuestamente precisas, y reduce la noción de prueba científica a la demostración de asociaciones factuales (Breilh, 2004).

Dicho paradigma científico ha facilitado la hegemonía de un modelo estrecho de "toma de decisiones basadas en la ciencia" que utiliza la incertidumbre como recurso de expiación de culpa, como instrumento de maniobras ligadas a intereses estratégicos y como obstáculo para

la aplicación del principio de precaución (Craye, 2006).

El modelo cuestionado opera así: la adopción de políticas se basa sólo en evidencias "concluyentes" y "ciertas". Las otras evidencias son no concluyentes y resultan de falta de conocimiento y falencia provisional de datos base. La solución para la falta de evidencias concluyentes se resuelve con más investigación. Este camino implica el registro de datos cuantitativos probabilísticos precisos y solamente se actúa cuando se dispone de este tipo de "certezas" (Craye, 2006).

A lo largo de los años, controversias ambientales y sanitarias han generado cuestionamientos científicos a ese modelo de relación entre ciencia y toma de decisiones, justamente en problemas como el que ahora enfrentamos los ecuatorianos –proximidad a aspersiones con un paquete herbicida que incluye glifosato– y en casos provocados por agresores semejantes, sobre los que existen puntos de incertidumbre (i.e. químicos, disruptores endocrinos, dioxinas, organismos genéticamente modificados, radiaciones, etc.). Se ha hecho evidente que las controversias no se producen esencialmente por la falta de información factual concluyente y que no se resuelven con un poco más de investigación, sino que son el producto de la complejidad del problema, de la existencia de perspectivas o visiones científicas y sociales opuestas; y lo que es muy importante, que se dan en contextos institucionales cruzados por intereses encontrados (los de las empresas causantes y los de la población afectada) (Craye, 2006).

La experiencia europea, en estas dos últimas décadas, nos permite comprender que si queremos desarrollar un modelo científicamente objetivo y éticamente justo tenemos que superar el encuadre que hemos explicado. Un punto central es superar la *falsa noción de incertidumbre*, que supone falta de más investigación, y reconocer que la complejidad de nuestros problemas va de la mano con formas más profundas de incertidumbre, que no se reducen a lo que se expresa en términos probabilísticos. Así, varios científicos han demostrado que existe también *ignorancia* (no

sólo no tener bases para estimar probabilidades de daño sino desconocer impactos que puedan darse en un contexto específico) (Funtowicz y Ravetz, 1990); *indeterminación* (por la acción imprevista de sistemas no predecibles) (Wynne, 1992); y *ambigüedad* (no hay acuerdo sobre los significados precisos del tema o son confusos) (Wynne, 2001).

Queda claro entonces, que las evaluaciones científicas sobre los impactos de las aspersiones aéreas deben distanciarse de este modelo científicamente falante y éticamente irresponsable.



V. EL SISTEMA DE ASPERSIONES AÉREAS Y SU IMPACTO EN LAS CONDICIONES DE VIDA Y SALUD

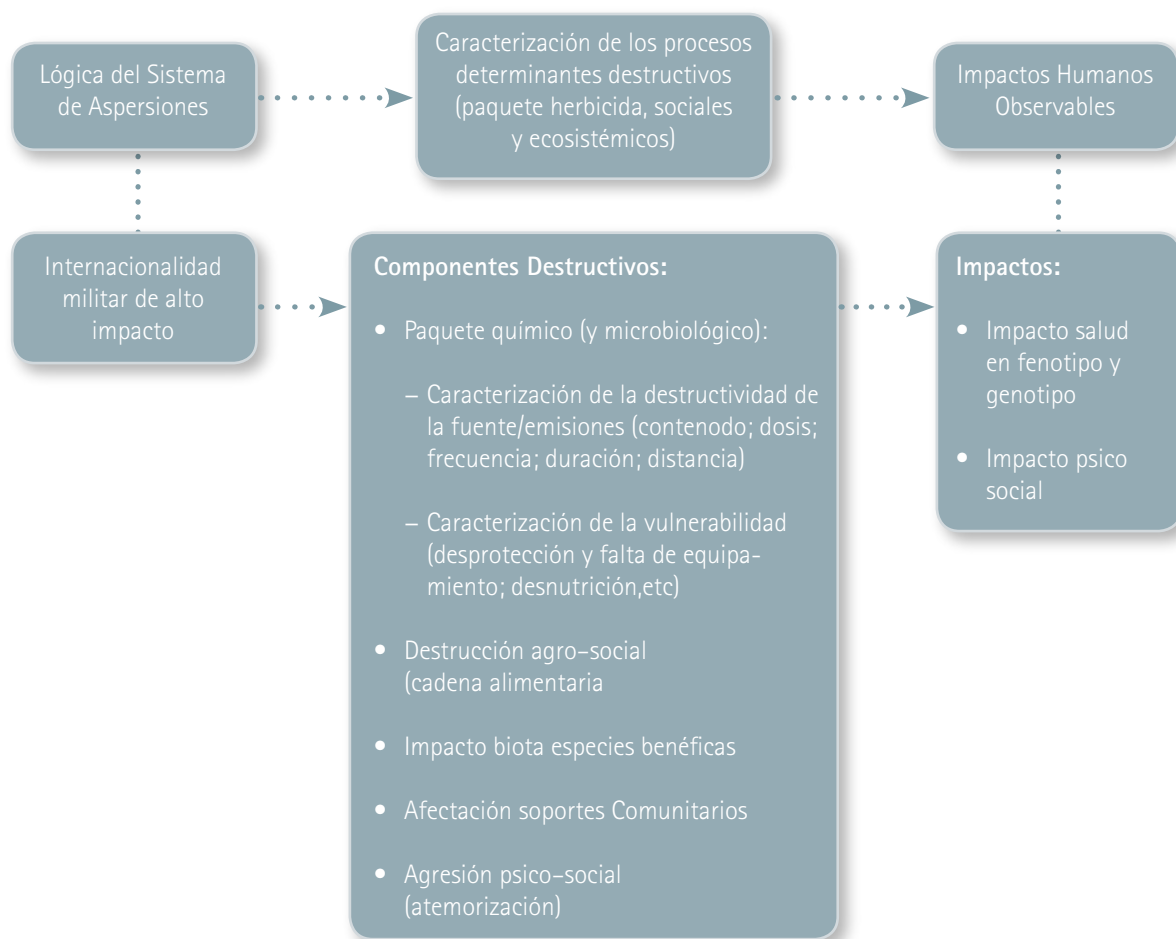
La Noción de Determinantes de La Vida y La Salud como Marco de Estudio

La investigación epidemiológica de un proceso destructivo implica el estudio de un sistema de relaciones -con sus evidencias empíricas-, que explican la conexión que se da entre los elementos que generan una nocividad colectiva, los procesos determinantes de la salud y los diversos impactos generados.

La Organización Mundial de la Salud establece un modelo sobre la determinación de la salud (Commission on Social Determinants on Health, 2005), que debe aplicárselo en la investigación de afectaciones colectivas de la salud, como las que padecen las poblaciones de la franja fronteriza norte del Ecuador, a raíz del inicio del sistema de aspersiones aéreas.

El presente análisis asume entonces la noción de *determinantes de la salud* (Marmot, 2005; Breilh, 2004), como marco lógico para estudiar el sistema de relaciones que permiten comprender los daños operados en la población ecuatoriana de frontera y las vías de determinación de los mismos. (Ver diagrama siguiente).

Modelo para Estudiar Impacto del Sistema de Aspersiones Aéreas



El análisis epidemiológico del sistema de aspersiones confirma su diseño de alto impacto y elevada peligrosidad.

- * **Lógica del sistema:** no accidental, sino intencional bajo modalidad de alto impacto.
- * **Destructividad del sistema**

Contenido de paquete fuente/emisiones: Glifosato, N-(fosfometil) glicina herbicida de amplio

espectro, no selectivo, que se aplica en paquete con otros componentes peligrosos (como mínimo POEA, Cosmo Flux 411F) y bajo modalidad de aspersión aérea de altura, con efecto múltiple y atemorizante (ya descrito).

"Dosis"/magnitud de las aplicaciones: concentraciones altas que se corroboran por la corta latencia del efecto. En las entrevistas a informante claves de la población de

Mataje⁷ se establece lo siguiente sobre la última incursión aérea:

metros de distancia durante la última aspersión.

- Flotilla de seis avionetas y cinco helicópteros.
 - Número de vuelos observados: la mayoría reconocen 3 y otros 5.
 - Demoraron entre 4 y 5 minutos en cada repaso, cubriendo todo el horizonte.
 - Distancia: los informantes en la población de Mataje se encontraban entre 700 a 1000
- En el caso de aspersiones del 2002 (Maldonado, 2002), para verificar la distancia de las fumigaciones efectuadas en la frontera, la misión de verificación se adentró en territorio colombiano y, con un equipo de GPS procedió a identificar las zonas fumigadas en Colombia y su distancia del Río San Miguel, dando los siguientes resultados:

Tabla 5
Puntos de GPS y distancia a la frontera desde Colombia

Lugar	Punto	Elevación	18° Norte	UTM	Distancia a Ecuador
La Pedregosa (Col)	7	248 m	0317989	0029601	6m
Nueva Granada (Col)	8	266 m	0318341	0031095	1.412 m
Nueva Granada (Col)	9	275 m	0318295	0031318	1.635 m
La Pedregosa (Col)	10	270 m	0318088	0030359	706 m
Los Cristales (Col)	14	270 m	0333976	0037515	8.285 m
Aguas Blancas (Col)	15	276 m	0332612	0035459	6.981 m
Aguas Blancas (Col)	16	292 m	0332616	0035463	6.986 m

- Altura estimada: alrededor de 100 m; 30 m sobre dosel
- Emisiones: mayoría reconoce que fueron abundantes y de color blanco, para uno fueron muy abundantes y de color verde oscuro.

7. Entrevistas en la población de Mataje (Esmeraldas) el día miércoles 21 de febrero, es decir a los 16 días de la última aspersión aérea por la aviación de Colombia.

En dicho estudio realizado para el área del Putumayo se estableció además lo siguiente: las fumigaciones aéreas, dentro del marco del Plan Colombia, comenzaron oficialmente en el departamento del Putumayo el 22 de diciembre del 2000. Hasta el 28 de enero del 2001 se fumigaron alrededor de 29.000 hectáreas; durante el 2001 se fumigaron 94.000 ha, según la embajada de Estados Unidos en Colombia. La administración norteamericana planeaba

ampliar el área de fumigación a 150.000 ha durante el 2002 y a 200.000 ha para el 2003, lo que exacerbaría los impactos socio-ambientales y a la salud humana de las poblaciones de frontera.

La investigación permitió testimoniar y establecer un registro preciso de las operaciones de aspersión ya en el 2002, como lo destaca el estudio antes citado.

TESTIMONIOS DE ASPERSIONES EN EL AÑO 2002

En La Pedregosa (punto 7), a seis metros del río San Miguel, se encontraron signos de cultivos destruidos por las fumigaciones, posiblemente por la deriva aérea.

En el punto 10 se observaron severos impactos, dado que las fumigaciones se hicieron directamente sobre el área y a 706 metros de distancia de la frontera.

En el recinto Nueva Granada (puntos 8 y 9), a 1.600 metros de la frontera, los testimonios de la población informan que, entre el 30 de agosto y el 6 de septiembre, los aviones fumigaron directamente sobre las casas. Como evidencia de ello, se observaron en la cancha de fútbol, situada en el centro del poblado, grandes círculos de clorosis. La profesora de la escuela manifestó que sus 35 alumnos se enfermaron con dolores de cabeza, lagrimeo y fiebre.

En Aguas Blancas (puntos 15 y 16), a una distancia de 7 a 8 km de la frontera, se comprobó la destrucción de todo tipo de cultivos.

En Los Cristales (punto 14), se obtuvieron testimonios acerca de que las avionetas pasaron por encima de las casas y fueron rociados el 1 y 18 de agosto del 2002, sin consideración de que se estaban afectando las viviendas, cultivos alimenticios y fuentes de agua.

En La Playera Oriental y Chone 2 (entre 1 y 1.257m de la rivera del río San Miguel) se observaron evidentes daños derivados de las fumigaciones realizadas el 6 de septiembre del 2002, en el lado colombiano, en las orillas del río San Miguel.

En todos los puntos, se tomó muestras de suelo y vegetación, se obtuvo datos de salud de la población y testimonios sobre los impactos sociales.

Patrón de Exposición

En el caso de Mataje todos los entrevistados se encontraban en la localidad (1 en el patio de guardería, 2 en el río lavando, otro en el exterior frente a la playa del río); varios sintieron los efectos casi inmediatamente en la piel : "una sensación de hormigueo" y luego comenzó la "rasquiña", e irritación de los ojos; otros sintieron comecón luego de estar en el río un rato ese día; todos ingirieron agua del río o fuentes de la zona; todos tuvieron contacto del agua con la piel en ese mismo día y posteriores. Además, reportaron haber registrado en la familia y en familias vecinas casos de diarrea, mareos y a los pocos días algunos niños desarrollaron conjuntivitis purulenta. En familias entrevistadas 2 casos de estados respiratorios agudos. La enfermera de la localidad ha procurado atender esta casuística.

En el caso de aspersiones anteriores, el estudio de Maldonado (2002) estableció el mismo patrón de evidencias que en Mataje. La Asociación de Campesinos "Santa Marianita" (Ordóñez, 2002) de la Parroquia General Farfán, con 27 socios, denuncia que tras las fumigaciones recientes en Colombia sufren "de enfermedades en la piel y los ojos, infecciones respiratorias, fiebres semejantes a las del paludismo, pero con análisis siempre negativos. Los animales hembras mal paren y tenemos una baja en la producción de maíz, cacao, arroz, plátanos, hasta no poder recuperar la inversión". La comunidad Chone 2, Puerto

Nuevo y La Playera, en la vía Tetetes, parroquia de Pacayacu, denuncian daños en sus cultivos y en los animales. De igual manera se habla de graves daños y problemas a la salud en la comunidad fronteriza de Cohembi.

Protección y vulnerabilidad de la población

También en el caso de las aspersiones más recientes en Mataje, todos los entrevistados refirieron que fueron sorprendidos; se encontraban con brazos y piernas descubiertos; algunos ingresaron por breve tiempo a sus desprotegidas casas, pero debieron salir y aun ir al río en ese mismo día y posteriores. En los niños afectados de la zona se encuentran signos de desnutrición crónica.

Existe en la frontera de Ecuador con Colombia un mayor nivel de desnutrición en la población escolar que la presentada en una población igual pero a más de 20 km de la frontera. La desnutrición, crónica, aguda y global, son superiores en la población a menos de 10 km de la frontera y que en reiteradas ocasiones han recibido los impactos de las fumigaciones del Plan Colombia. La situación de violencia que se vive en la frontera, se aumenta en este sector de la población ecuatoriana por un componente más: el miedo. Miedo, estrés y desnutrición son una carga demasiado pesada para una población sin ayuda, de la cual ha huido, en los últimos 5 años, el 56% (Maldonado, 2006).

Destrucción Agro–Social

y Pérdidas de Recursos Alimentarios

En enero del 2001 la prensa nacional se hizo eco de los impactos en la Provincia de Sucumbíos, por las fumigaciones de diciembre (*El Comercio*, Quito, 12/01/01).

Meses más tarde, 188 campesinos de diferentes comunidades presentaron una denuncia a la

Defensoría del Pueblo de Lago Agrio; trámite que pasó a la Defensoría de Quito donde se detuvo su avance. En esta denuncia se recogían las demandas de campesinos de las parroquias de General Farfán, Nueva Loja, Pacayacu, Dureno y Tarapoa. La demanda recogía las siguientes pérdidas:

Tabla 6
Daños a los cultivos y animales en Sucumbíos (Ecuador) 2001

Cultivos	Número hectáreas dañadas	Porcentaje	Animales	Número animales muertos	Porcentaje
Café	1.215	47.4%	Peces	6.355	53.7%
Potrero	785	30.6%	Gallinas	4.681	39.6%
Plátanos	182	7.1%	Chanchos	315	2.7%
Arroz	103	4.0%	Vacas	188	1.6%
Maíz	87	3.4%	Cuyes	117	1.0%
Cacao	79	3.1%	Patos	73	0.6%
Frutales	53	2.0%	Perros	49	0.4%
Yuca	51	2.0%	Caballos	43	0.4%
Total	2.560		Total	11.828	

Impactos semejantes, como se verá inmediatamente, han sido reportados por organizaciones sociales e indígenas de Colombia

Una comisión de verificación (ADUC, 2003) al departamento de Arauca (al norte de Colombia – frontera con Venezuela) en el 2003, reportó

importantes pérdidas económicas y efectos en la nutrición de la población:

■ *"La fumigación aérea se hace de forma indiscriminada, afectando directamente a sectores que no tienen cultivos ilícitos, por el contrario, los plantíos más afectados son los destinados a*

la subsistencia de los habitantes de la región, así como a los hábitat naturales cercanos a los sectores fumigados (...) No hay una directa erradicación de los cultivos ilícitos, han sido fumigados los cultivos de pancoger, afectando la alimentación y la subsistencia de la región".

Tres años antes se acabó con un proyecto de achiote para la elaboración de tinturas para exportar a países europeos (Puyana, 2007)

En Nariño, la Personería Municipal de Buesaco elaboró un informe (Cabrera, 2003) en que profesionales universitarios, miembros de la Secretaría de Agricultura y Medioambiente de Nariño, el coordinador de la UMATA municipal y profesionales de ese municipio lo recogen así:

■ *"Se pudo constatar que los mencionados sectores no tienen presencia de cultivos ilícitos y que los cultivos fumigados corresponden a cultivos lícitos de pancoger (...) las avionetas del gobierno asperjaron sus cultivos de pancoger y destruyeron su único medio de subsistencia".*

Representantes del Pueblo Kankuamo (Rodríguez, 2003), asentados en la Sierra Nevada del departamento de Santa Marta (costa norte atlántica de Colombia) han denunciado como:

■ *"Árboles frutales como el aguacate, la naranja, el limón, etc., ya son productos escasos en esta zona, debido a muchas fumigaciones que se han hecho, tenemos enfermedades en plantas medi-*

cinales, (...) enfermedades en los animales, estamos sufriendo las mismas consecuencias que el sur de Colombia, la muerte de caballos, burros, vacas, chivos, cerdos, ... y de animales silvestres de los cuales nosotros nos mantenemos".

En agosto del 2000 cultivadores de palmito agrupados en "Agroamazonía" parte del proyecto oficial PLANTE y financiado por USAID en el Putumayo, reportaron las pérdidas de 100 hectáreas de cultivos con destino a la planta procesadora de Puerto Asís y a la cadena de supermercados Carrefour, por valor de 300 millones de pesos. (Puyana, 2007).

La Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC, 2007) ha manifestado que a pesar de que la sentencia SU 383 del 2003 obliga al Estado a la consulta sobre las fumigaciones en territorios indígenas, se sigue fumigando y en los sitios afectados por las fumigaciones aéreas se ha generado que las familias queden desamparadas y sin posibilidades económicas, pues la fumigación de una hectárea de coca deja 10 ha dañadas a su alrededor.

El cabildo Embera (2006) denunció a la Defensoría del Pueblo que las comunidades de San Antonio, La Danta, y San Juan están con hambre, sin cosecha, sin semillas y sin saber qué comer porque hasta el río fue fumigado y los peces murieron.

Todas estas afectaciones son, como hemos dicho, semejantes a las sufridas por los ecuatorianos en la frontera. Las comunidades de Chone 2, Playera

Oriental, Yanamarum, Puerto Nuevo, Chanangué, Santa Marianita, Puerto Mestanza, 5 de agosto, Monterrey, La Frontera, Corazón Orense, El Trampolín, San Francisco 1, San Francisco 2, San Pedro del Cóndor, 10 de Agosto, Nuevo Mundo, Salinas,... son nombres de una larga lista de comunidades que han recibido los impactos de las fumigaciones al interior del Ecuador.

En la zona de Mataje surgen iguales reclamos. Cinco familias que vivían de la pesca se han visto obligadas a dejar esa actividad o la han visto dramáticamente mermada, pues según

expresan los entrevistados en 2007, ya no se consigue el camarón de río ni la minchilla, cuya pesca era un renglón alimentario y de supervivencia importante. (Comisión Científica Ecuatoriana, 2007).

La Comisión Científica Ecuatoriana registró otros impactos en la vida cotidiana de los pobladores de Mataje. En la siguiente tabla se sistematiza los testimonios recogidos, en lo referente a los cambios que las aspersiones han significado en su vida cotidiana, especialmente en el uso del tiempo y del espacio.

Tabla 7
Impactos de las aspersiones de glifosato en la frontera colombo ecuatoriana

ACTIVIDAD	PROBLEMA PRODUCIDO POR LAS ASPERSIONES	CAMBIO EN EL USO DEL TIEMPO	CAMBIO EN EL USO DEL ESPACIO	PERJUCIOS A LA POBLACIÓN
Agricultura	Con las aspersiones se han dañado muchos cultivos, especialmente de plátano y yuca. Cuando sobrevuelan los aviones se queman los cultivos. Unas semanas más tarde, cuando se quiere volver a sembrar, los cultivos no prosperan. El suelo pierde su fertilidad. En otros caso se reporta que los cultivos se secan desde la raíz hacia arriba.	Muchas personas han abandonado la agricultura debido a los impactos de las aspersiones en los cultivos.	UDENOR ha entregado a algunos campesinos cacao, pero no están seguros que va a resultar un cultivo rentable o si van a tener mercado. El cacao es sembrado en las tierras dedicadas a cultivos de subsistencia como el plátano (alimento básico), yuca, caña.	Debido a la destrucción de cultivos, los pobladores que antes vendían plátano en San Lorenzo, ahora tienen que comprarlo. Lo mismo sucede con otros cultivos.

Pesca	En las aspersiones del año pasado, el río se llenó de camarones y peces muertos. Las poblaciones naturales del camarón de río no se han recuperado.	Las personas que se dedicaban a la recolección de camarón de río han tenido que dedicarse a otras actividades.	El río ya no es utilizado para la recolección de camarón de río. Las poblaciones de pescado de agua dulce también se han reducido.	La pérdida de las poblaciones naturales de camarón han afectado económicamente a las personas que se dedicaban a esta actividad. Ellos, trabajando 3 días a la semana tenían ganancias de \$80 dólares. Los habitantes ya no pueden incluir en su dieta normal al camarón.
Cacería	Las aspersiones han ahuyentado a animales de caza.	Los hombres ya no pueden salir de cacería.		Disminución de fuentes de proteínas.
Actividades domésticas	Contaminación del río. Las mujeres lavan la ropa en el río. UDENOR les ha dotado de agua entubada, pero ésta tiene un costo, por lo que prefieren lavar en el río.	Muchas mujeres dejan de lavar la ropa durante el período de las fumigaciones para que no les afecte su salud. Esto significa un recargo de trabajo cuando el grado de contaminación disminuye.	Otras mujeres han dejado de lavar en el río y usar agua entubada.	Las mujeres tienen que lavar la ropa con agua entubada, dejar de lavar durante el período de fumigaciones, o enfrentar los problemas de salud debido a la contaminación presente en el río
Socialización	Un espacio de socialización es el río. Ahí las mujeres van a recoger agua para múltiples actividades.			Con la contaminación del río, disminuyen los espacios de socialización.
Recreación	Los niños del pueblo juegan en el río. Cuando ellos están en el río durante las aspersiones, entran en contacto directo con los químicos.	Los niños tienen que dejar de jugar durante el período de las aspersiones.	El río deja de ser el espacio de recreación de la niñez.	Esto genera impactos psicológicos en los niños.

Salud	Las aspersiones han afectado a todas las personas que estuvieron expuestas a los químicos y a los que consumieron productos contaminados.	La gente ha tenido que dedicar tiempo para ir al centro médico (donde sólo hay una enfermera y ocasionalmente un médico) y en casos de más gravedad, han ido a San Lorenzo.		Los impactos en la salud han significado un perjuicio económico a los pobladores.
Trabajo remunerado	Pérdida de productividad de los cultivos.	Debido a que la agricultura no produce como antes, muchos hombres han tenido que irse a trabajar a las plantaciones de palma. El trabajo es muy mal remunerado. Les pagan un promedio de \$6 al día (0,75 dólares la hora, si trabajan 8 horas diarias).		En términos económicos, ahora perciben ingresos inferiores a los que percibían cuando se dedicaban a otras actividades.

Efectos genéticos en un cultivo agrícola _____

Para analizar los impactos del glifosato en los cultivos agrícolas, la Dra. Mariana Moyón, Bióloga de la Universidad Central del Ecuador, condujo estudios sobre genotoxicidad en cebolla. Se evaluó el daño que el glifosato solo, por una parte y el glifosato en preparación con sus coadyuvantes, por otra, produce en el material genético de las plantas. A las cebollas se las sometió a concentraciones de glifosato solo y preparado en el porcentaje que recomienda el fabricante (3,3%), y a períodos variables: 4, 24 y 48 horas. Se estudiaron las raicillas obtenidas en la generación en mezclas de glifosato en agua (Astudillo, et al., 2006).

El estudio encontró que existe también un daño del material genético en las plantas, manifestado en células con dos y tres núcleos, fragmentación de los cromosomas, células con núcleos gigantes y anormales y otros daños de la estructura del ADN.

Algunas de las alteraciones presentes en los ensayos de cebolla. Puentes telofásicos (A), puentes anafásicos (B) y células con micronúcleos (C).

Actualmente existe una lista de estudios validados en los medios científicos, que dejan constancia y diluyen las dudas sobre el daño que el glifosato produce sobre diferentes especies.

Presencia de glifosato en agua _____

Existen algunos informes que dan cuenta de la presencia de glifosato y AMPA en cuerpos de agua. Se ha reportado la presencia de glifosato en aguas superficiales y subterráneas en Canadá, Dinamarca, Holanda y el Reino Unido.

Un informe de la OMS sobre glifosato y AMPA en agua potable, reporta que se han encontrado en Estados Unidos fuentes de agua que contenían entre 90 y 1700 μg de glifosato por litro y de 2 a 35 μg /litro de AMPA. En aguas corrientes se ha reportado contenidos de entre 35 y 1237 μg /litro de glifosato y hasta 10 μg /litro de AMPA (WHO, 2005).

En Canadá se encontraron residuos de glifosato de hasta 5153 μg /litro, después de una aplicación aérea sobre lagos. Su degradación dependió de la vegetación presente (WHO, 2005).

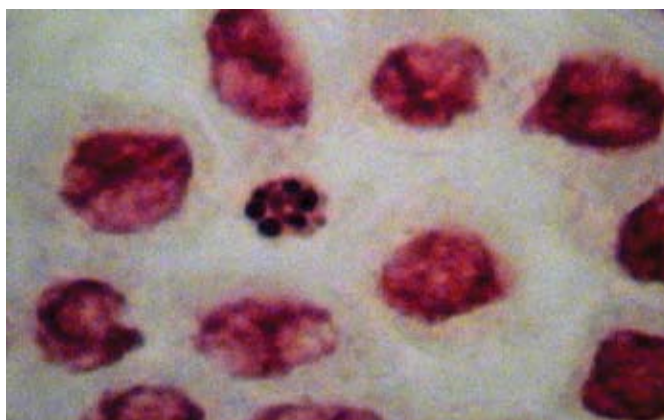
En el 2003, el Ministro de Ambiente de Dinamarca prohibió el uso de glifosato en lugares donde puede haber escorrentía del herbicida, con el fin de evitar la contaminación de agua subterránea, que es la fuente de agua potable en ese país, con inaceptables niveles de glifosato y AMPA (Legarth y Schmidt, 2003; Kjær et al, 2003).



A Fotografía 1



B Fotografía 2



C Fotografía 3

Presencia de glifosato en alimentos _____

Como lo señalamos ya, con el advenimiento de los cultivos transgénicos tolerantes al glifosato, a partir de 1996, en Estados Unidos y Europa se ha elevado sorpresivamente en más de 200 veces el límite de glifosato residual en soya. Aumento que responde a las solicitudes e influencias de las empresas productoras de glifosato.

Los vestigios de glifosato y sus metabolitos en la soya transgénica están presentes también en alimentos elaborados en base a la leguminosa. Los análisis de residuos de glifosato son comple-

jos y costosos, por eso no son realizados rutinariamente por el gobierno en Estados Unidos. Pero existen investigaciones que demuestran que el glifosato puede ser absorbido por las plantas y concentrarse en las partes que se usan como alimento. Por ejemplo, después de su aplicación, se ha encontrado glifosato en fresas, moras azules, frambuesas, lechugas, zanahoria y cebada. Según la Organización Mundial de la Salud, su uso antes de la cosecha de trigo para secar el grano resulta en "residuos significativos" en el grano; el afrecho contiene residuos en concentraciones 2 a 4 veces mayores que el grano.

Impactos en la Salud Mental

Nuestras apreciaciones acerca de los impactos sobre la salud mental están basadas en:

- las concepciones que guían el pensamiento científico de la salud colectiva latinoamericana,
- las evidencias, opiniones y reacciones recogidas directamente durante dos misiones binacionales de visita a la frontera (Campaña, 2004; Campaña, 2005) y de la misión científica nacional de visita a Mataje, con recuperación de información de primera mano, (2007)⁸,

- y la revisión de los estudios disponibles sobre esta materia.

En las tres misiones señaladas hemos dialogado y entrevistado no sólo a los pobladores y nacionalidades directamente afectados por las aspersiones aéreas, sino a miembros de las más variadas instituciones preocupadas por la problemática, como pastorales, organismos de derechos humanos, organismos internacionales, municipios, gobernaciones, ejército, policía, servicios de salud y educación.

8. Comisión Científica Ecuatoriana. Evaluación del impacto de las aspersiones aéreas de febrero del 2007 sobre la salud de los habitantes de Mataje.

El compromiso con la defensa de la salud y la vida de nuestros compatriotas, y con los principios de la ética científica y la adhesión irrenunciable al principio de precaución, nos obligan a tomar atención también de la situación generada sobre los hermanos colombianos del cordón fronterizo por las aspersiones aéreas. Como bien lo afirmara el representante de una organización de derechos de Estados Unidos, se hacen utilizando concentraciones de herbicidas y adherentes que rebasan dramáticamente las cantidades tolerables para la práctica común de la agricultura y la jardinería (Isacson, 2002). Desde el punto de vista científico es, además, completamente válido, tomar referencia de las experiencias vividas y de los impactos acumulados por la población colombiana en su salud mental y física, durante años de sometimiento a este programa de "erradicación de cultivos ilícitos".

Caractericemos entonces, en forma general, la dimensión de las afectaciones en la salud mental cuando, sobre el telón de fondo de la violencia prevaleciente, el impacto de las aspersiones aéreas es más vertical y directo, o sea cuando depende menos de la deriva por el viento, del arrastre de las aguas y de la proximidad excesiva a lugares-objetivos "no planeados":

Sufrimiento por hambre y enfermedad.

Una primera cosa que merece destacarse es que, según la Defensoría del Pueblo de Colombia, en la mayoría de las quejas sobre las fumigaciones (que ya bordean las diez mil) el tema de los graves daños sobre la salud y sobre la disponibilidad de

alimentos, es decir el sufrimiento por las enfermedades asociadas y por el hambre, está siempre presente.

Sufrimiento por desplazamiento y búsqueda de refugio.

Otro problema médico social y de salud pública que se percibe a lo largo de las conversaciones con personeros de la regional de ACNUR, en la ciudad de Pasto, es el de la cantidad de desplazados y de refugiados a causa de la violencia interna y de las aspersiones; en Nariño habrían ya registrados por encima de los 25.000 desplazados. Las implicaciones de esto en la salud mental son realmente graves: pérdida de los vínculos colectivos, frecuente ruptura de la unidad familiar, desgaste psicológico –que a veces alcanza nivel de maltrato– que acompaña al proceso de solicitud de reconocimiento de la condición de desplazados. En el 2004 se calculaba que 350 personas colombianas habrían cruzado la frontera entre Chiles y Tufiño y buscado refugio en el lado ecuatoriano; también que unas 47 familias lo habrían hecho desde Mataje a San Lorenzo. Los impactos sociales, económicos, culturales y psicológicos que preceden al desplazamiento físico de las personas son prolongados y muy desgastantes, y las respuestas a sus necesidades específicas de salud, más aún de salud mental, adolecen de grandes limitaciones o simplemente son inexistentes.

Sufrimiento por exposición sorpresiva.

La actitud previsiva declarada por los ejecutores del plan de aspersiones, que dicen anunciar

con antelación las aplicaciones para alertar a la población y apartarla de los lugares-objetivos, es francamente desmentida por los afectados. Expresión común utilizada por éstos es la de "haber sido fumigados". La primera fumigación "nos agarró a las 11 de la mañana un día de octubre; después de los helicópteros vinieron las avionetas e hicieron unas cuatro pasadas; de nada sirvieron los pañuelos blancos de paz que ingenuamente sacamos; la madre comunitaria alcanzó a encerrar a los niños en la casa para que no sean afectados", dicen los comuneros del Corregimiento Martín Pérez de El Rosario. En enero del 2004 recibieron dos fumigaciones masivas con intervalo de ocho días. Como resultado de ello, el 70% de los cultivos murieron, las aguas de la quebrada se contaminaron, la mayoría de personas expuestas presentaron alergias, inflamación e infecciones de la piel, irritación de ojos, nariz, garganta y dificultades para respirar, náusea, vómito, dolores del vientre y diarreas. Incluso se reportó la muerte de un adolescente que no pudo reponerse a estos síntomas.

Sufrimiento por pérdida de cultivos e inseguridad económica.

Aclaran los campesinos que al no estar los cultivos de coca concentrados en un mismo terreno sino dispersos en muchas pequeñas parcelas, las fumigaciones caen indiscriminadamente sobre todos los demás cultivos y al dañarlos les quitan toda posibilidad de sustento alimentario. El estrés generado por el ambiente de guerra que les rodea, como por el sentimiento de ser parte de una actividad ilícita, y también por la inseguridad

económica, por la ausencia de planes reales de desarrollo y por la falta de perspectiva futura, influye en la producción de signos y síntomas de malestar psicológico, e incluso de trastornos psiconeuróticos y mentales, que a lo mejor pasen desapercibidos por la ausencia de servicios de salud y de profesionales capacitados para su detección, pero que, de existir la atención y los registros adecuados, revelarían estar bastante por encima de la tasa considerada razonable para una población "normal".

El sufrimiento mental en comunidades indígenas y afrodescendientes.

El miedo, el temor, la inseguridad, la tristeza y la depresión, antes poco conocidos por los nativos, se han constituido ahora en algo habitual. Los médicos nativos señalan que con las fumigaciones aéreas las plantas medicinales se han visto afectadas; hay lugares en que simplemente han desaparecido y si reaparecen, "ya no tienen el mismo espíritu de antes". Al irse perdiendo estos recursos las enfermedades han proliferado. Señalan también que el impacto de las fumigaciones sobre los cultivos –yuca, caña, plátano, etc.– termina alterando la alimentación y que la contaminación de las aguas, contribuye a incrementar el hambre, las enfermedades y la muerte. Los nativos relacionan la muerte de dos niños (uno de diez y otro de trece años) quienes luego de una masiva aspersión, regresaron de tomar su baño habitual en el remanso del río, y en la noche empezaron con dolor de cabeza, vómito y más vómito y murieron en el camino al hospital. Se señala también que otros cuatro niños han sido

hospitalizados en Tumaco, a consecuencia de la sintomatología generada por las fumigaciones.

Desde el ingreso de los primeros alzados en armas a territorio Awá en 1995 y con las aspersiones aéreas desde el 2000, el perfil epidemiológico de los indígenas se habría transformado de manera crítica: la morbimortalidad asociada con el imperio de la violencia habría alcanzado un repunte inusitado; también se habrían incrementado las enfermedades infecciosas especialmente asociadas con mala nutrición y debilitamiento de las capacidades inmunológicas o defensivas del organismo; además habrían aparecido, con la presencia de extraños armados, enfermedades traídas por ellos y a las cuales los nativos se habrían tornado sensibles (v. gr.: enfermedades de transmisión sexual); y se habría añadido un conjunto de padecimientos asociados con el estrés y con la alteración de los patrones culturales de desarrollo y relaciones de la personalidad, que se estarían manifestando en aparatosos trastornos conductuales, tales como comportamientos neuróticos, acentuaciones patológicas del carácter, y en algunos casos hasta francas psicopatías.

Todo un conjunto de problemas de salud humana, directa e indirectamente relacionados con una estructura de relaciones sociales, económicas y políticas imperantes en Colombia, a lo largo del cordón fronterizo con Ecuador. Compartimos ciertamente el punto de vista del gobernador de Nariño, en el 2004, quien decía que en lugar de las costosas fumigaciones se debería promover los cultivos alternativos, la cooperativización y

la cultura empresarial, pagar buen precio por los productos y facilitar su comercialización.

Con los antecedentes señalados y dado que nunca se han podido ni se podrán interrumpir los dinamismos e intercambios económico-sociales propios de la estrecha vecindad, que comportan incluso el desplazamiento cotidiano de pobladores del lado ecuatoriano en calidad de jornaleros para labores agrícolas ilícitas pero que pagan mejor jornal, hemos venido siguiendo la pista de sus efectos nocivos sobre territorio ecuatoriano.

Los impactos reales provocados sobre la salud mental de la población ecuatoriana que habita a lo largo de la frontera con Colombia, por las aspersiones aéreas programadas y realizadas por el gobierno de dicho país para el control de cultivos ilícitos desde el año 2000 hasta la fecha, corresponden básicamente a tres causas:

Impactos por el efecto directo de altas dosis de sustancias químicas –glifosato, surfactantes y probablemente otros utilizados pero no declarados– sobre el organismo humano. —

El rociado diurno directo sobre el borde mismo de la frontera, la deriva provocada por la conjunción entre el viento y la altura del rociado y los flujos de agua contaminada han sido sistemáticamente reportados por la población ecuatoriana afectada, como los causantes de síntomas y signos inmediatos, generalmente muy traumáticos desde el punto de vista psicológico, puesto que son caracterizados como masivos –irritación de ojos, nariz y garganta, malestar general súbito,

ronchas en todo el cuerpo, marcada dificultad respiratoria, vómito y diarrea, dolor de cabeza, mareo y confusión.

En poblaciones tradicionalmente muy saludables como la de la nacionalidad Awá en el cantón San Lorenzo, la valoración psicológica de tales síntomas se agrava porque se los experimenta como un verdadero presagio de fatalidad.

Algo similar ocurre con la población afroecuatoriana usuaria del río Mataje, anteriormente considerado de aguas puras para el baño y la preparación de alimentos, que ahora acarrea la contaminación química procedente de las quebradas y del río Mira, desde Colombia, y que produce aguda irritación de la piel y malestar general. Es necesario destacar la presencia de casos de manchas blancas (tipo vitiligo o despigmentación de la piel) que aparecen tiempo después del contacto del agua con la piel en niños y jóvenes. Tratándose de población negra resulta más evidente e impacta como doloroso estigma en la autovaloración de la imagen personal.

La cantidad de síntomas neuropsíquicos reportados por quienes se han visto afectados por las aspersiones derivadas desde Colombia, nos permite sospechar que entre las sustancias combinadas para el ataque a los cultivos ilícitos se está utilizando alguna –o algunas– de carácter francamente neurotóxico. Hay que recordar que el surfactante POEA, que lleva el Roundup, es más tóxico que el mismo glifosato y produce daño al sistema nervioso central. La acción neurotóxica del glifosato, una sal de N-fosfonometilglicina,

es conocida y resulta de la activación de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) por la glicina, promotora de la incorporación del calcio en las neuronas que, en concentraciones elevadas causa hiperexcitabilidad y muerte celular (Newell et al., 1997).

Un caso de parkinson por exposición accidental a glifosato ha sido reportado por especialistas de Brasil (Costa, M. D.L. et al., 2003). Se trata de un vigilante, previamente saludable, que a sus cincuenta y dos años de edad, cuando aplicaba glifosato en el jardín de su local de trabajo, sin protección, derramó accidentalmente el herbicida sobre su cuerpo y no procedió a limpiarlo sino después de 30 minutos; seis horas después presentó malestar general y enrojecimiento de las conjuntivas y la piel expuesta. Una semana después desarrolló un cuadro generalizado de parkinson y desde el comienzo de los síntomas presentó déficit de la memoria para hechos recientes. Recibió tratamiento con levodopa con buena respuesta. Dos años después pasó a tratamiento al Ambulatorio de Trastornos del Movimiento, de la Clínica Neurológica del Hospital de la Universidad de Sao Paulo. Al Mini Examen del Estado Mental alcanzó un puntaje de 23 sobre 30 puntos posibles, con dificultades evidentes en las áreas de atención, memoria y cálculo. Las imágenes de Resonancia Magnética en T2 revelaron los daños característicos del mal de parkinson en el globo pálido, sustancia negra, vía nigro-estriada, y en la sustancia gris periacueductal.

A propósito de este caso, viene bien recordar los resultados de la investigación realizada

por un equipo científico encabezado por el Dr. Anthony Seaton de la Universidad de Aberdeen, Escocia, y divulgada en la edición electrónica de la revista *New Scientist*, que evaluó más de tres mil personas, entre ellas 767 portadoras del mal de parkinson, en cinco países europeos: Escocia, Italia, Suecia, Rumania y Malta. Los estudiados tenían más de sesenta años, y una historia de vida y salud bastante semejante, aunque expuestos a pesticidas en frecuencias diferentes. El estudio demostró *“que el uso de pesticidas tiene una influencia importante en términos de riesgo ocupacional de desarrollo de parkinson.”* En definitiva, quienes se dedican a la jardinería y se hallan, por eso, expuestos a índices elevados de pesticidas, resultaron ser *hasta 43% más propensos a desarrollar parkinson en comparación con los no expuestos*. En personas que se exponen con una frecuencia menor, este índice es de 9%. Si bien la investigación no estaba orientada a identificar el tipo de sustancias que traerían más riesgos a la salud, se debe recordar que entre ellas cuentan los herbicidas –glifosato incluido– de aplicación controlada, focal y a ras de suelo en las tareas usuales de la jardinería europea.

Ya se ha comentado también, en otra parte de este documento, el caso de la intoxicación y la alerta sanitaria por acrilamida en alimentos (Cummins, 2002). Esta sustancia neurotóxica se suele añadir al glifosato para aumentar su superficie de contacto.

Nada nos impide pensar entonces que, tras las repetidas y masivas aspersiones aéreas que se han venido produciendo desde el 2000 hasta la

fecha, tanto por su impacto inmediato directo sobre las personas como por la contaminación que se acumula en el ambiente y en la cadena alimentaria, se ha creado un escenario facilitador de alteraciones de la neurofisiología humana y animal. El ataque repetido o crónico al sistema nervioso puede interferir seriamente el desarrollo neuroevolutivo de los niños –toxicidad neuroevolutiva– y producir deterioro de la capacidad de reacción neurológica y psicológica en jóvenes y adultos –neuropsicotoxicidad.

Impactos por la afectación masiva de las fuentes de subsistencia, por la acción también directa de los químicos sobre la flora y fauna y sobre los cultivos y animales domésticos. —

Esta situación, siempre reportada por nuestros hermanos y hermanas de la frontera, la gran mayoría dedicados a actividades agropecuarias y de una u otra manera integrados en relación de amplia dependencia ecosistémica, es con toda seguridad la más devastadora en términos de salud mental. Tómese en cuenta que la mayoría son parte de familias pobres, muchas llegadas a la zona en condición de colonos, pero cargadas desde el inicio de esperanzas y deseos de vivir, resueltas a extremarse en sacrificios y aceptar los desafíos impuestos por el proceso de adaptación a espacios naturales todavía poco trabajados.

La pérdida de los frutos del trabajo agrícola (cosechas) e incluso el debilitamiento o muerte de las plantas (plátanos, yucas, malangas, papayas, etc.), provocados por las aspersiones aéreas de químicos, determinan algo que resulta grave

para el equilibrio psicológico de cualquier ser humano: la carencia de su fuente inmediata de sustento, la sensación de desamparo e inutilidad y, algo peor aún, la inseguridad con respecto al mañana y la pérdida de esperanza en el futuro. Esta es la realidad que están viviendo no menos de tres mil ecuatorianas y ecuatorianos en edad laboral desde el año 2000, cuando las aspersiones empezaron a afectarlos.

Particular atención hay que poner en los impactos de esta situación sobre la población infantil y adolescente. En primer lugar, porque los anhelos de vivir y el espíritu optimista, de mediar condiciones normales, son una característica casi connatural en estas edades y, en segundo, porque en medio de las relaciones sociolaborales de la zona ellos participan, en medida no despreciable, como aprendices y como colaboradores de la actividad agropecuaria. De manera que los devastadores resultados de las aspersiones químicas sobre la actividad económico social de sus familias golpean, en su caso, en forma doblemente traumática: se pierden ingentes recursos materiales y recursos espirituales indispensables para el desarrollo armonioso de la personalidad y se debilitan los estímulos positivos para la adquisición de conocimientos y destrezas asociados con el oficio o vocación laboral más próximo a su realidad. Como bien lo señalan los miembros del grupo de investigación acción comunitaria Martín Baró,

■ *Niños y niñas que se encuentran en la ruralidad tienen un vínculo afectivo muy profundo con el medio natural, a diferencia de los*

adultos el niño y la niña se relaciona con su imaginación a este medio, pero observamos que este medio está siendo destruido también por los enfrentamientos armados o por las fumigaciones y se puede ver cómo se proyectan en el niño /niña para causarle dolores profundos que quiebran esa relación natural, los animales muertos, ensangrentados, flacos, son el reflejo también de cómo está su relación con ellos (Supliguicha et al, 2006). _____

Vale decir que la desazón e incertidumbre, la ansiedad y angustia, los temores generados en los padres por la crisis económica, que muchas veces los obligan a dejar transitoriamente las fincas para buscar alguna solución pasajera, terminan produciendo una atmósfera familiar nada propicia para el desarrollo espiritual de sus hijos e hijas. El abandono total o parcial del hogar por alguno de los progenitores, o la búsqueda de refugio en soluciones perniciosas -el alcohol, por ejemplo- ahondan más el problema.

Impactos por la percepción directa de un peligro equiparable a francas acciones de amedrentamiento y de guerra. _____

Para quien tenga aunque sea un conocimiento básico acerca de las potencialidades de las pruebas proyectivas, utilizadas en psicología para acceder al conocimiento del mundo interior de las personas, no le será difícil encontrar, en los dibujos realizados por escolares de las zonas afectadas, los indicios contundentes de la situación de preocupación, miedo, e incluso terror que han sido interiorizados por los pequeños en razón

de haber presenciado directamente estos operativos y sus inmediatas y mediatas consecuencias.

Los primeros dibujos, luego de las primeras fumigaciones de los años 2000 y 2001 en la frontera con el Putumayo, todos, sin excepción, grafican escenas de dolor, de enfermedad, de muerte; en todos se evoca la presencia de avionetas echando líquido, ríos contaminados, aves, perros, ganado muerto, plantaciones pasmadas, personas enfermas e incluso fallecidas. Para entonces los niños y niñas, a pesar de semejante experiencia, no habían perdido aún los ánimos y plasmaban sus dibujos con mucho detalle y con el uso generoso de colores.

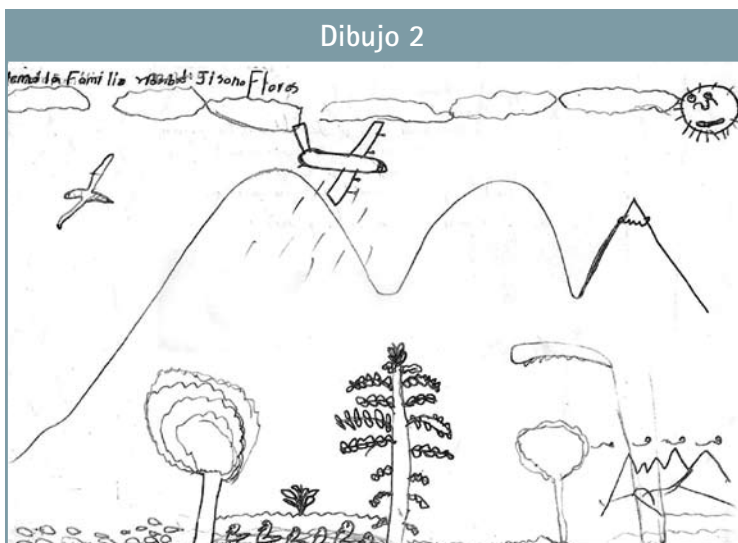
La misma prueba, realizada en el 2006 y manteniendo condiciones de aplicación semejantes,

Dibujo 1



revelan, en los niños y niñas, la presencia de iguales temores, dolores y ansiedades, pero ahora curiosamente pintados con tonos apagados y con elementos adicionales reveladores de quiebre personal, ruptura familiar, ausencia y desamparo.

Dibujo 2



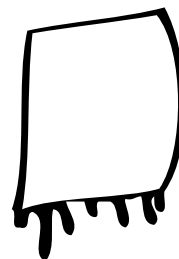
Por lo demás, resulta altamente preocupante que a este niño, al que se ha pedido dibujar una familia, termine pintando el cuadro de las aspersiones, con todo su drama de impacto a la naturaleza y en el que ¡hasta el sol! muestra su amargura. ¿Se podría negar que el dibujo esté proyectando la pérdida de su familia a consecuencia de las atrocidades de las aspersiones? Tienen razón los psicólogos del grupo Martín Baró, cuando ante evidencias como éstas señalan:

Uno de los casos más extremos que podemos observar en los dibujos es el de la eliminación de sí mismo, la eliminación del propio niño /niña, muchas veces la eliminación no es completa sino que más bien puede aparecer muy sutilmente en medio del dibujo o de la conversación sublimado o proyectado, porque es complicado que un niño/a renuncie a su propia existencia, pero lamentablemente en el presente diagnóstico encontramos que efectivamente hay varios niños/as que se eliminan completamente –y eliminan a toda su familia, añadamos nosotros– y que reflejan una depresión bastante grave que se manifiesta en esta ausencia (Supliguicha et al, 2006).

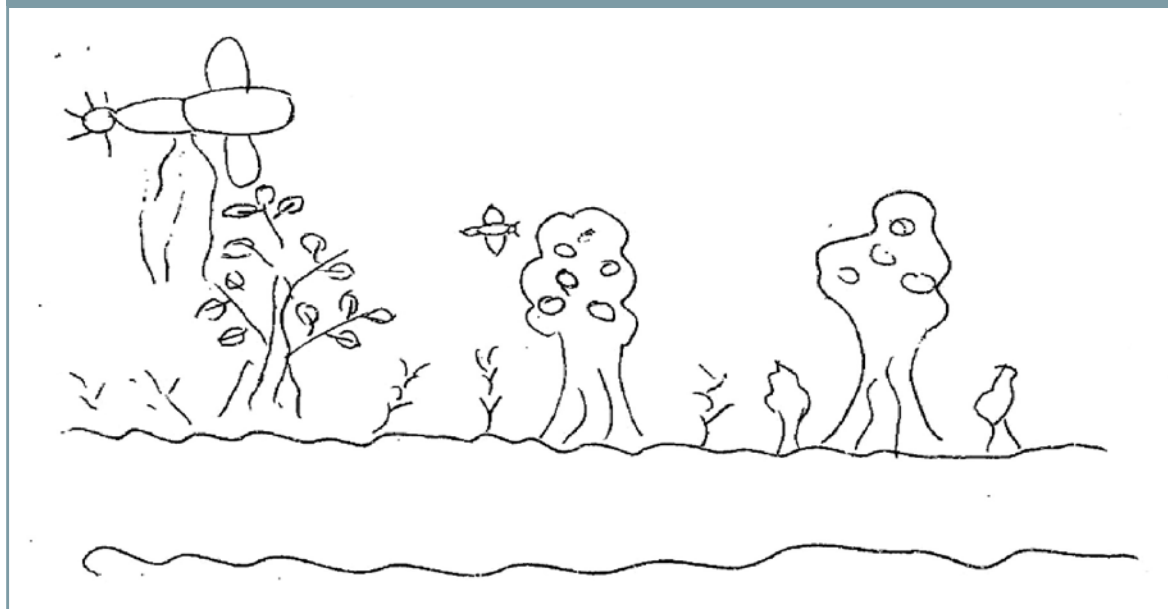
En nuestra visita a Mataje, el 21 de febrero del 2007, a dos semanas de las continuadas aspersiones aéreas directamente visibles desde el lado ecuatoriano, como lo muestran las filmaciones que nos fueron entregadas por la Armada del Ecuador, un niño de siete años, Gabriel, al que solicitáramos dibujar lo visto, nos preguntó si nos referimos "al veneno"; le volvimos a insistir en que dibuje lo visto, y plasmó la siguiente imagen:

La expresión "EL VENENO" es, ciertamente, la que surge como asociación mental más inmediata cuando se pide a los pobladores de Mataje referirse a lo experimentado días atrás a propósito de las aspersiones aéreas. Una mujer de 23 años, Landy, casada y madre de dos hijos, realizó el siguiente dibujo:

Dibujo 3



Dibujo 4



La imagen, en la que se ve sencilla pero hermosamente reflejada la naturaleza y el vínculo personal con la misma, refleja obviamente la cercanía de la avioneta fumigadora, tal cual fue por ella sentida, puesto que se encontraba lavando en el río mientras sus dos hijos nadaban en las proximidades. Cuando le pedimos que nos describiera lo dibujado, nos dijo:

■ *El VENENO cae a los árboles y al río, a los animales, que mueren; es tan fuerte que arrastra con todo; y cuando llueve se lava todo y el VENENO baja por las quebradas y viene al río. Los ojos, justo cuando llegó la fumigación me dolían y se pusieron colorados; a mis dos bebés igual. Cuando se lava en el río coge una comezón en la piel y salen ronchas; me estuve echando una crema; era una comezón que no plantaba; debe ser eso –el veneno– porque yo estaba justo lavando en el río, y mis niños estaban bañándose en el río... como a ellos les encanta bañarse, los ojos tenían rojos y empezaban a botar como una materia así amarilla; como llovió fuerte y creció el río todo lo malo salió de las quebradas para afuera. Eso fue hace dos o tres semanas...*

Esta joven madre y esposa, para quien entre los mejores recuerdos de su vida escribe:

■ *“Lo mas hermoso que a mí me ha pasado es enamorarme, tener dos lindos hijos y estar siempre unida a ellos; no separarme nunca...”*

Le aflige de tal modo la situación, que cuando se le pide decir lo que más quiere o desea en la vida, escribe:

■ *“Lo que yo quiero es que no haya más fumigación, porque eso nos afecta mucho a los pobres que vivimos en la parroquia de Mataje...”*

El ejemplo ilustra, de manera concentrada, la forma y las vías en que se impacta directamente la vida y la condición psicológica de las personas de la zona, y nos permite prefigurar los deterioros de la salud mental a futuro, en el tejido familiar y social de la gente de Mataje, en el caso de que persistan y se sigan ahondando estas acciones de violencia.

Una Reflexión Obligada

Entendemos los procesos de salud-enfermedad mental no como algo resultante exclusivamente de condiciones individuales, sino como algo históricamente determinado y mediado a través de las relaciones sociales de las que los individuos son parte activa o pasiva. Por eso concedemos en nuestros análisis un valor clave a conceptos como el de personalidad, entendida como un ensamblaje de actitudes, comportamientos, valores y capacidades adquiridos en medio de relaciones sociales, a través de la vida en familia y en comunidad, a través de actividades humanas como la creatividad, el trabajo y la reposición de energías; el amar y ser amados, el autoafianzarse y sentirse parte de lugares y tiempos concretos.

El fundador del Psicoanálisis, Freud, sostenía que para ser mentalmente saludables se requiere cumplir a cabalidad dos capacidades: trabajar y amar. Son los derechos de la población de frontera: trabajar y amar en paz y en libertad.

Sabemos que las aspersiones aéreas afectan directamente estos dos pilares de la vida mental saludable, e interfieren con los anhelos del actual gobierno ecuatoriano de auspiciar el progreso material y espiritual de la población de la zona.

Impactos en la

Salud Orgánica y Genética

Ya se mencionaron anteriormente los preocupantes descubrimientos de un equipo de Francia sobre el impacto de plaguicidas que contienen glifosato en la ruptura de los sistemas de verificación de la división celular y en las fases iniciales de un proceso de daño genético que lleva a la cancerogenicidad (Belle et al., 2004). Y hemos señalado que al degradarse en el organismo y en el ambiente produce sustancias dañinas como el N-Nitroso glifosato y el formaldehído –cancerígenos reconocidos– y ácido aminometil fosfónico que puede producir daño de eritrocitos. También se ha destacado que el glifosato afecta sistemas enzimáticos en animales y humanos; por ejemplo, en ratas, se ha constatado que luego de inyección intrabdominal disminuye la actividad de algunas enzimas detoxificantes: el citocromo P-450, una monooxigenasa y la aril hidrocarbano hidroxilasa (Cox 1991 y 1995).

Algunos de los signos y síntomas asociados con el glifosato y sus componentes en la fórmula comercial, se destacan a continuación:

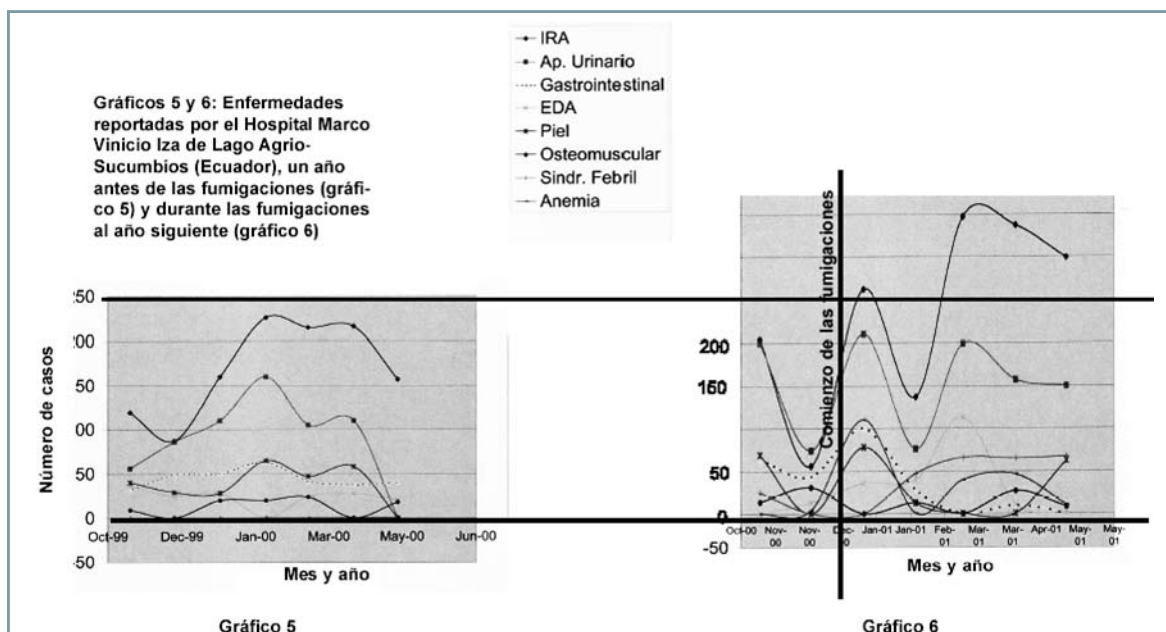
- **Sulfato de amonio:** Irritación ocular, náusea, diarrea, reacciones alérgicas, respiratorias. Daño ocular irreversible en exposición prolongada.
- **Benzisotiazolona:** eczema, irritación dérmica, fotorreacción alérgica en individuos sensibles.
- **3-yodo-2-propinilbutilcarbamato:** Irritación ocular severa, mayor frecuencia de aborto, alergia cutánea.
- **Isobutano:** náusea, depresión del sistema nervioso, disnea.
- **Metil pirrolidinona:** Irritación ocular severa. Aborto y bajo peso al nacer en animales de laboratorio.
- **Acido pelargónico:** Irritación ocular y dérmica severas, irritación del tracto respiratorio.
- **Polioxietileno-amina (POEA):** Ulceración ocular, lesiones cutáneas (eritema, inflamación, exudación, ulceración), náusea, diarrea.
- **Hidróxido de potasio:** Lesiones oculares irreversibles, ulceraciones cutáneas profundas, ulceraciones severas del tracto digestivo, irritación severa del tracto respiratorio.

- **Sulfito sódico:** Irritación ocular y dérmica severas concomitantes con vómitos y diarrea, alergia cutánea, reacciones alérgicas severas.
- **Acido sórbico:** Irritación cutánea, náusea, vómito, neumonitis química, angina, reacciones alérgicas.
- **Isopropilamina:** Sustancia extremadamente cáustica de membranas mucosas y tejidos de tracto respiratorio superior. Lagrimeo, coriza, laringitis, cefalea, náusea.

Por el momento, la investigación puede únicamente poner al descubierto una parte de la morbilidad y muertes causadas, que corresponden a trastornos de corta evolución, puesto que procesos que se incuban en varios años no son detectados aún. La recopilación de datos de salud en la zona asperjada evidenció un

cambio en el comportamiento de la salud de la población en la frontera Ecuador-Colombia; las enfermedades eran diferentes antes y después del inicio de las aspersiones con glifosato. Las constataciones de salud realizadas en la zona y luego de las visitas a varios centros de salud, concluyen que 90% de personas de la zona, presentaron cambios importantes de su estado de salud: dermatosis resistentes al tratamiento, irritación ocular, problemas de vías respiratorias altas, astenia, mialgias (Comisión Interministerial, 2001; Maldonado, A. 2002; CIF, 2003). Los gráficos siguientes muestran cómo el cambio de las patologías se produce a partir de las fumigaciones en la zona.

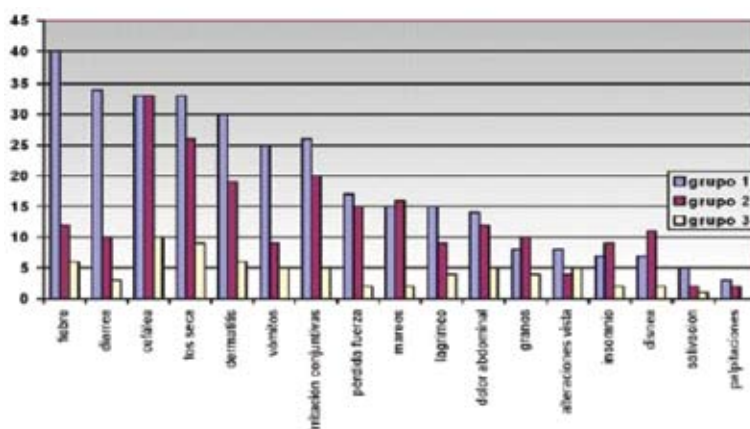
Posteriormente a las aspersiones, en el 2001, una investigación toxicológica clínica realizada en 142 personas de la zona asperjada,



que evaluó 54 síntomas, informados como nuevos en la población afectada, mostró que entre el 100 al 89% de personas que vivían en la franja de 5 km desde la frontera, presentaron la serie de síntomas descritos (Comisión Interministerial, 2001; CIF, 2003). Se observó que los síntomas disminuían a medida que el análisis se realizaba a 2, 6 y 10 km.

Se reportaron impactos hasta los 10 km de la frontera al interior de Ecuador, y se encontraron casos incluso de personas fallecidas, muertes de animales y pérdidas del 70-90% de las cosechas. Sucesos que coincidieron el mismo tiempo en que se dieron las fumigaciones. (Ver gráficos siguientes). Los habitantes de la zona incrementaron dramáticamente los problemas respiratorios, gastrointestinales, alérgicos, dermatológicos, neurológicos y psicológicos, justamente signos y síntomas que han sido informados en otros estudios (CIF, 2003). Los testimonios (motivos de consulta en medicina) de los pobladores de la zona y las constataciones del daño producido por el glifosato son abundantes, incluso denunciados por organismos de Derechos Humanos, Defensoría del Pueblo, ONGs y otros (CEDHU, 2007; Organizaciones Ecuatorianas, 2007; Plataforma Interamericana de Derechos Humanos, Democracia y Desarrollo, 2007).

Patologías más frecuentes encontradas en la frontera durante las fumigaciones, según la distancia al área fumigada en Colombia. Sucumbíos – Ecuador – junio 2001



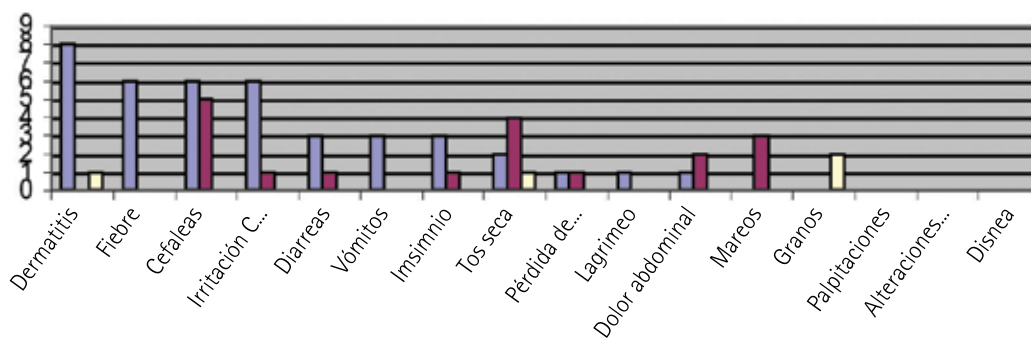
Fuente: Acción Ecológica. Grupo 1: a menos de 2 km.; Grupo 2: entre 2 y 5 kms.; Grupo 3: de 5 a 10 km.

Todos los síntomas fueron más frecuentes en la población cercana a la frontera y disminuían al alejarse de ella. Tres meses después, las enfermedades en la zona habían disminuido cinco veces con respecto al momento de las fumigaciones.

El estudio concretó algunas sistematizaciones básicas para la frontera de Sucumbíos sobre la base de los impactos de las aspersiones del 2001. (Acción Ecológica, 2001). En ellas se demostraba que:

- El 100% de la población en la zona de frontera ha sido impactado con las aspersiones por Roundup Ultra en una franja de 5 km, y el 89% cuando la franja se amplía a 10 km.
- Tres meses después de las fumigaciones la población, hasta los 5 km, mantiene síntomas de intoxicación crónica con señas de afección neurológica, problemas de piel y conjuntivas.
- Existe una relación temporal directa entre las fumigaciones y la aparición de las enfermedades.
- Existe una relación directa entre la distancia donde se fumigó y la sintomatología. Al aumentar la distancia con el foco fumigado, disminuye la sintomatología en la población.
- La posibilidad de nuevas fumigaciones sobre población que ya tiene síntomas de intoxicación crónica, puede causar un impacto de incalculables consecuencias para sus vidas.
- La población, que ha sufrido los impactos de la fumigación, está en zozobra. Sin apoyos económicos, sin indemnizaciones y sin atención adecuada, su salud se ve deteriorada por un programa de fumigaciones que los invisibiliza.
- Los impactos negativos en la salud de la población y en su estado nutricional, pueden incrementarse si no se toman medidas adecuadas para reponer el fracaso de sus cosechas y la muerte de ganado y animales.

Patologías encontradas según la distancia a la fuente de fumigación,
3 meses después de las fumigaciones
Sucumbíos – Ecuador – junio 2001



La permanencia del Roundup en el suelo (que se calcula de 45 días a 3 años) somete a la población campesina de estas zonas a la incertidumbre sobre el futuro de sus cultivos.

Debido a la presencia de vientos en esa época, se vieron gravemente afectadas comunidades como San Francisco 1 y 2, Nuevo Mundo, San Miguel, 10 de Agosto, Proyecto San Miguel y Perla del Pacífico, entre otras.

En la zona fronteriza, los estudios sobre vientos del INHAMÍ muestran que las corrientes provienen del nor-orienté y van hacia el sur-occidente, o sea, desde el territorio colombiano hacia el ecuatoriano. En la estación meteorológica de Nueva Loja, se ha encontrado que a nivel anual existe un claro predominio de vientos del W (oeste) con 28.1%, y del S (sur) con 26.4%. Esta estación cubre el área de influencia de la zona norte de la amazonía ecuatoriana, cercana a las estribaciones de la Cordillera Oriental; la información de viento de esta estación comprende el período 1981 – 2004.

Sin embargo, en algunos meses la máxima frecuencia se registra en la dirección S (sur). En abril, los vientos del Sur tienen un porcentaje de 42% de ocurrencia, seguida de la dirección del W (oeste) con 33%. En mayo, la frecuencia máxima se registra en la dirección S (sur), con un porcentaje del 38% de ocurrencia. En los meses de junio y julio, los vientos del S (sur), tienen un porcentaje del 54% de ocurrencia (el más alto del año) y en agosto con 38%. Esto significa que las aspersiones aéreas son llevadas hacia el territorio ecuatoriano y por lo tanto se produce contaminación de agua, tierra, plantas, animales y personas (INAMHI, 2006).

En un segundo estudio, realizado tras las aspersiones del 2002, se aplicaron encuestas a 17 familias de un universo de 102 (el 16.7% del total), repartidas en cuatro comunidades, con un total de población aproximado de 657 personas. En promedio, el número de afectados alcanza a 85,5%, como se aprecia en el cuadro siguiente:

Tabla 8
Distribución de afectados por comunidad estudiada

Localidad encuestada	Familias encuestadas	Total de familias	Porcentaje	Personas en las familias	Porcentaje afectados
Chone – 2	6	30	20%	39	79%
Playera Oriental	5	18	27.7%	38	63%
Palma Seca	1	18	5.5%	10	100%
Puerto Nuevo	5	35	14.3%	23	100%

Fuente (Maldonado, A. 2001)

De las historias clínicas analizadas podemos deducir lo siguiente:

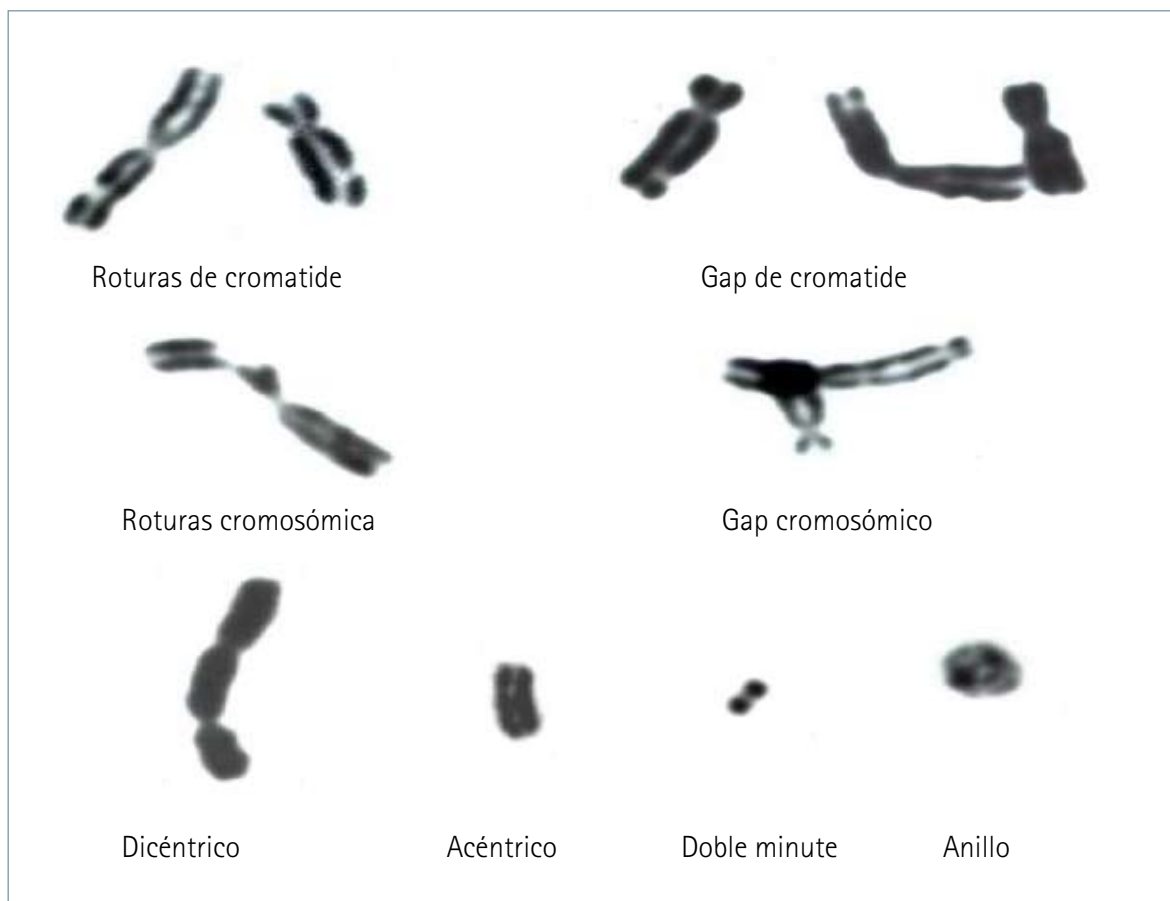
- La gran mayoría de la población, después de las fumigaciones manifiesta afectaciones como dolores de cabeza e irritación en ojos y lagrimeo. En las comunidades colombianas que reciben las fumigaciones con mayor intensidad es muy común el cuadro digestivo con mareos, dolores abdominales, vómitos y náuseas, diarrea, cansancio y pérdida de fuerza. La presencia de fiebre en Colombia, se incrementa significativamente con respecto a Ecuador.
- Otro grupo de síntomas aparecen por afectación de la piel. Un gran prurito (comezón) acompaña a diferentes cuadros que van desde la dermatitis (inflamación) hasta la aparición de granos por diferentes causas. El carácter irritante del químico queda de manifiesto con estas sintomatologías que acompaña a la de los ojos, y que del lado ecuatoriano tienen una incidencia mayor que los síntomas digestivos.
- Algunos campesinos manifestaron que hay dos tipos de fumigaciones: una de líquido blanco o transparente y otra de color oscuro, tras la cual comienza una fuerte "comezón".
- El efecto psicológico que las fumigaciones producen en los campesinos de Ecuador es diferente al de Colombia. Mientras en los primeros se presenta una situación de stress que les produce insomnio, en los colombianos hay una situación de depresión, producto de la compleja realidad que enfrenta la población

colombiana de esta zona, agudizada por los impactos de las fumigaciones.

Una primera evaluación cromosómica en habitantes de la zona asperjada

A continuación, algunos hallazgos locales sobre impactos atribuibles a las aspersiones aéreas con glifosato en la salud genética de habitantes de la zona asperjada de la frontera.

En septiembre del 2002 se desplazó a la frontera colombo-ecuatoriana una misión de verificación, compuesta por 11 organizaciones, para evaluar los daños que las fumigaciones contra cultivos de coca, realizadas en esas fechas, habían ocasionado sobre la población ecuatoriana, sus cultivos y animales (Maldonado, 2002). En esa ocasión se recolectaron muestras al azar de sangre de 4 personas afectadas por las fumigaciones. Se realizaron cultivos de linfocitos B en medio adecuado estándar (RPMI 1640), estimulado con fitohemaglutinina; a las 72 horas de cultivo se cosechó con la técnica estándar: colchicina, choque hipotónico, extensión y tinción con colorante Giemsa (Paz-y-Miño, et al., 2002b). Evaluados los cromosomas en microscopio óptico a mil aumentos, se encontró que el número de aberraciones cromosómicas era 17 veces más alto que en la población control (2%), que consistió en personas sanas, no expuestas a otros genotóxicos conocidos y de las mismas edades y sexos de los expuestos a aspersiones. Similar estudio al del 2002 se realizó en un muestreo, en febrero del 2007, encontrándose similares resultados; un



Fotografía 4

34% de daño cromosómico en los expuestos de la zona de Mataje, provincia de Esmeraldas, frente a los resultados de población control con 3% de aberraciones.

Algunas de las alteraciones cromosómicas que se pueden observar en individuos expuestos a genotóxicos: tanto roturas como gaps, son las alteraciones más frecuentes observadas en los individuos expuestos a las aspersiones aéreas, así como un número pequeño de células presentaron fragmentos acéntricos y dobleminutes.

Ante esta situación, el año 2002 se decidió hacer un nuevo estudio que permitiera detectar si en el origen de estas lesiones están las aspersiones aéreas, o si son ocasionadas por alguna otra causa.

La hipótesis de partida es que asperjar con un producto de estas características (con esa mezcla) y a esta concentración, al ser los componentes sinérgicos en su efecto, es decir, que unos potencian a los otros, también potencian el efecto secundario sobre las personas.

Estudio del material genético en personas expuestas a aspersiones aéreas

El objetivo del estudio fue verificar, en una muestra seleccionada de habitantes de la frontera, si presentaban o no alteraciones genéticas producto de la exposición a las aspersiones aéreas con el paquete herbicia.

Se hicieron encuestas del estado de salud, a mujeres que refirieron sintomatología posterior a las aspersiones aéreas. Ellas mencionaron haber recibido entre una a dos semanas el impacto de las fumigaciones sobre sus casas y haberse protegido en ellas durante el momento de más intensidad. Se seleccionó también una población similar como grupo control. El criterio de investigar sólo a mujeres fue adoptado porque los agroquímicos en agricultura son usados con menos frecuencia por las mujeres que por los hombres, y por tanto están menos expuestas a genotóxicos. Las personas seleccionadas para el análisis, hasta donde se pudo averiguar, no estaban expuestas a otros genotóxicos conocidos (tabaco, alcohol, fármacos o drogas).

Fueron analizadas y entrevistadas 47 mujeres, repartidas en dos grupos de estudio, de similares características de edad (alrededor de 37 años en promedio) y tiempo de residencia en la zona (alrededor de 16 años en promedio): 1) El grupo expuesto, lo componen 22 mujeres que habían recibido el impacto de las fumigaciones aéreas en al menos una ocasión, y presentaron signos o síntomas de afecciones. 2) El grupo control, incluye a 25 mujeres ubicadas a 80 km de la fron-

tera donde se realizaron las fumigaciones y, hasta donde se pudo averiguar, no estaban expuestas a genotóxico conocido alguno.

El estudio sobre el grupo afectado se centró en la Provincia de Sucumbíos (Ecuador) en comunidades ecuatorianas del cordón fronterizo con Colombia, impactadas por las fumigaciones, y sin indicios de estar afectadas por actividades petroleras, a menos de 3 km de la frontera, pertenecientes a Puerto Nuevo, Palma Seca, Playera Oriental, Santa Marianita y Corazón Orense. En el grupo control eran procedentes de Abdón Calderón, Huamayacu, Morán Valverde, 23 de Julio y Unión Manabita.

Ninguna mujer del grupo expuesto trabaja con pesticidas. El grupo control no estuvo expuesto a genotóxico alguno. Las personas expuestas no son fumadoras ni consumen algún tipo de bebida alcohólica con regularidad. Entre las malformaciones o afectaciones congénitas familiares hay un 10,5% entre las afectadas y un 12% en el grupo control. Los antecedentes de cáncer alcanzan sin embargo 52,63% en el grupo de expuestas, frente al 35% del grupo control (no está separado el período de fumigaciones).

Resultados de genotoxicidad: ensayo cometa

La genotoxicidad es la capacidad que tiene una sustancia para producir cambios en el ADN, estos pueden ser reversibles o no. Los genotóxicos se clasifican en genotóxicos propiamente dichos, mutagénicos, carcinogénicos y teratogénicos.

Los pesticidas están considerados como agrotóxicos, esto es que tienen la capacidad de ser genotóxicos y por esta propiedad pueden actuar como cualquiera de los descritos (Paz-y-Miño *et al.*, 2002a). La genotoxicidad se puede evaluar por el porcentaje de fragmentación del ADN, observable en cromosomas o pedazos de ADN, que en condiciones especiales de los ensayos pueden salir del núcleo preparado para observar este efecto. El efecto se ve como un cometa, de ahí su nombre. El cometa tiene un núcleo que debería ser uniforme en caso de normalidad, frente a núcleos con fragmentación ubicada en la periferia a modo de cola del cometa.

Mientras más larga es la cola del cometa, producida por la electroforesis en el ensayo del laboratorio, mayor es el daño. Se evalúa el daño del ADN calculando el porcentaje de núcleos con cola (Paz-y-Miño, *et al.*, 2002c, 2007).

La prueba cometa es muy sensible a cambios o alteraciones de una o las dos cadenas de ADN celulares sobre los que han actuado agentes genotóxicos. Su ventaja es la rapidez con que

se obtienen los resultados. En la actualidad se usa en biomedicina para monitoreo humano en exposición a genotóxicos (Paz-y-Miño, *et al.*, 2002a, 2002b, 2002c). La prueba consiste en someter las células a un flujo eléctrico. Si no hay daño celular el material genético no se altera y los núcleos celulares se mantienen circulares (normales). Conforme se incrementa el daño del material genético, los núcleos celulares se van deformando y adquiriendo una forma de cometa estelar, de ahí su nombre, que en función del daño tendrá mayor o menor dispersión (ver fotografía 5 y cuadro adjunto –tabla 9– de tipologías de cometa A-F).

Un incremento en la frecuencia de aberraciones cromosómicas (AC) está relacionado con exposición a agentes genotóxicos y se conoce que existe una asociación entre la frecuencia de AC y el riesgo de desarrollar cáncer. Se ha informado de duplicaciones en la incidencia de cáncer en individuos con alta frecuencia de Aberraciones Cromosómicas, por lo que el análisis de AC puede ser utilizado para estimar riesgo genotóxico (Paz-y-Miño, *et al.*, 2000, 2002a, 2002b,

Tabla 9
Tipos de cometa según medida y su porcentaje de presentación

Tipo de cometa	Medida en nanómetros	% de presentación
A	22,5 – 25	70-90 normal
B	27,5 – 35	10-30 daño bajo
C	37,5 – 75	2 daño medio
D	75 – 110	1 daño alto
E	112,5 – 120	1 daño muy alto
F	120 – +	0 daño máximo

2004, 2005, 2007). Si la población expuesta a las fumigaciones presenta alteraciones significativas en sus cromosomas o fragmentación del ADN evaluada por el ensayo cometa, significará que es una población de alto riesgo mutagénico, cancerigénico y teratogénico (Paz-y-Miño, *et al*, 2002a, 2000b, 2002c).

En la tabla 10 se puede observar cómo el 100% de las mujeres estudiadas en la frontera y que estuvieron en contacto con las fumigaciones presentaron una alta incidencia de daño

genético en sus células, en la categoría C de cometa.

El número de células con daño genético (C+D+E) en el grupo expuesto (ver tabla 10) alcanza una media del 36%, es decir, 9 veces más que los datos considerados normales por el laboratorio (4%). En este grupo de mujeres expuestas, los valores extremos de las muestras oscilaron entre 18,7% y 85,3% de células dañadas, es decir, entre 4 y 21 veces más de lo esperado, comparado con la población control.

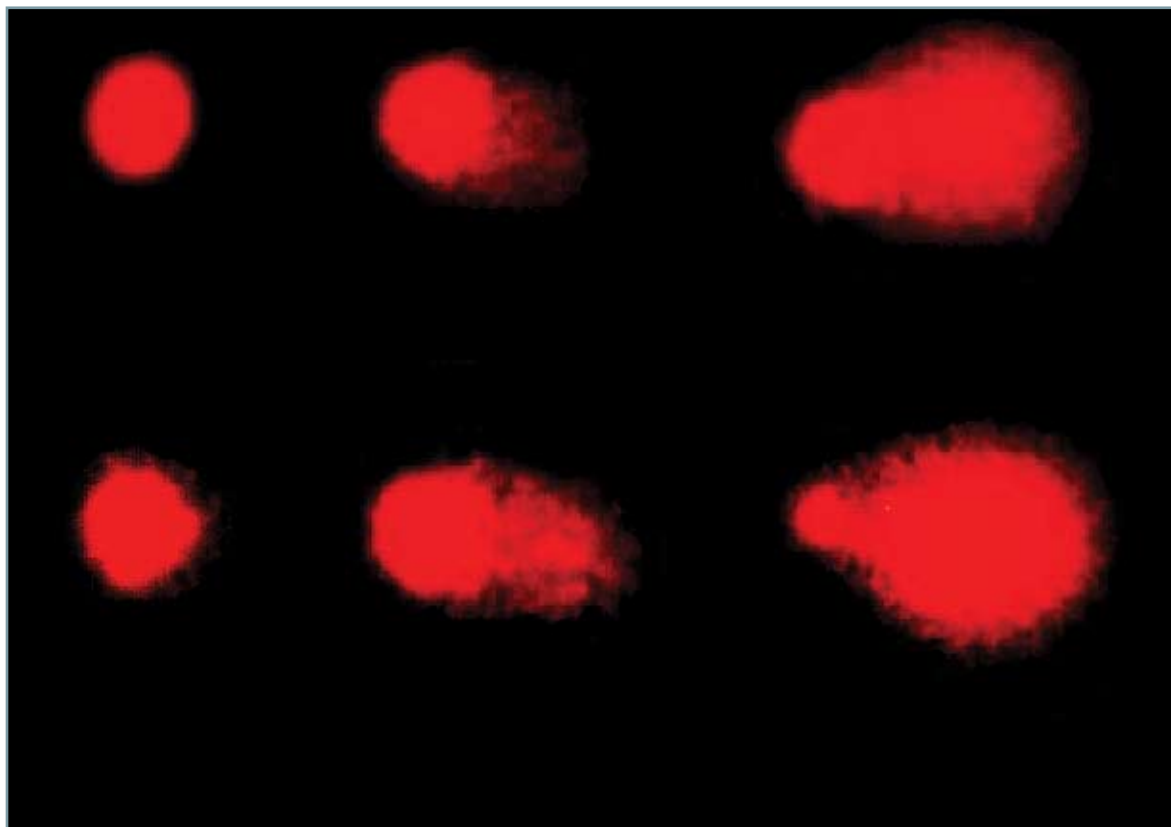


Imagen que muestra la prueba cometa y sus diferentes tipos. A sin daño del ADN, no hay migración en la electroforesis. De B a E el daño es progresivo, existe un aumento del tamaño de la cola, hasta la destrucción de núcleo en F.

Fotografía 5

Tabla 10
Alteraciones celulares en mujeres
expuestas a aspersiones aéreas

Mujeres	A	B	C	D	E	Edad
1	0.9	53.7	38	5.55	1.89	53
2	0.9	29.7	28.7	36.1	4.65	40
3	6.93	45.5	40.6	6.93		37
4	7.2	62.2	28.8	1.8		44
5	26	57	15	2		50
6	10.3	65.4	22.4	1.87		38
7	10.3	54.2	33.6	1.87		46
8	10	54	36	0		55
9	12.4	47.6	40	0		50
10	13.2	58.5	28.3	0		22
11	4.8	62.5	29.8	2.88		59
12	18.7	61.7	18.7	0.93		28
13	4.9	47.1	48	0		59
14	17.3	52.9	29.8	0		55
15	29.1	49.5	21.4	0		17
16	3.37	64	32.6	0		34
17	4.67	70.1	23.4	1.87		45
18	5.55	74.1	20.4	0		28
19	0	75.5	23.5	0.98		21
20	0.94	66	33	0		34
21	0	14.7	85.3	0		23
22	0	43.1	55.9	0		34
Media Total Expuestos	8.52	55	33.3	2.85	0.3	

Los valores encontrados muestran: entre 16% y 32% con células dañadas; es decir, entre 4 y 8 veces por encima de lo esperado, estaban el 40% de las mujeres. Con más de 32% y hasta 56% de células dañadas (entre 8 y 14 veces el daño esperado) estaba el 50%, presentándose una mujer (10% de la muestra) con un daño del 69,5%; es decir, 17 veces lo esperado. En todas las mujeres del estudio (100%), están aumentados los porcentajes de células del tipo C; es decir, con daño medio. El porcentaje de daño celular de todas las muestras del grupo de expuestas asciende a un 36,45%, como término medio.

Las muestras 1, 2, y 3 correspondieron a mujeres expuestas en octubre del 2002, cuando la intensidad de las fumigaciones fue mayor. En ellas se destaca que el daño celular comprometió a los tipos D y E, con daño muy grave. Posiblemente por una exposición mayor y constante.

En la siguiente tabla se encuentran los datos del grupo control en la Amazonía: 25 mujeres a 80 km de distancia de la zona asperjada. Las diferencias con respecto al grupo afectado son notables:

El número de células con daño genético (tipo C) en el grupo control de la Amazonía, alcanza una media del 6,9%; es decir, menos del doble de los datos considerados normales (4%). En este grupo los valores extremos de las muestras oscilaron entre la ausencia completa y el 29% de células dañadas; es decir, entre la normalidad y un techo de 7 veces más de lo esperado, según los datos controles.

Tabla 11
Alteraciones celulares en mujeres del grupo control

Edades	A	B	C	D	E	Edad
20	46.1	50	3.92			42
21	43.5	47.8	8.69			40
22	56.6	32.1	11.3			29
23	27.1	57.9	15			32
24	73.5	22.6	3.92			21
25	69.8	23.6	6.6			43
26	80	15	5			53
27	78.9	11.5	9.61			35
28	82.9	17.1				57
29	80.8	12.5	6.73			38
30	89.3	6.79	3.88			22
31	94.1	3.96	1.98			71
32	91.6	5.6	2.8			39
33	87.3	8.82	3.92			25
34	80.2	16.8	2.97			21
35	86.5	9.61	3.84			21
36	92.2	6.79	0.97			50
37	46.6	48.5	4.85			40
38	50	42	8			21
39	63.6	26.2	10.3			38
40	66.3	30.8	2.88			38
41	51.5	35	13.6			43
42	38.3	32.7	29			28
43	55.7	37.7	6.6			50
44	66	27.3	7			41
Promedio	67.9	25.1	6.93	0	0	

Los valores se repartieron de la siguiente forma: menos del 4% de células dañadas, es decir normalidad, presentaron el 44% de las mujeres. Entre un 4 y 8% de daño celular; es decir, hasta el doble de lo esperado, presentaron un 32% de mujeres. Hasta 4 veces por encima del daño esperado, presentaron el 20% de mujeres y, sólo un 4% de las mujeres presentaron el valor de 29% de células dañadas, equivalente a 7 veces lo esperado.

La evaluación del efecto de las aspersiones aéreas con glifosato en los individuos expuestos en la frontera, mediante la prueba cometa, se ve reforzada por estudios in vivo, realizados en ratones utilizando la misma técnica. Luego de la inyección intravenosa de glifosato al 0,4% de cantidades variables del químico (100, 200 y 400 mg/Kg), se evaluó la clastogenicidad (fragmentación del ADN), producida por este herbicida. El mismo estudio evaluó la producción de micronúcleos (fragmentación de la cromatina). Los resultados muestran que existe un daño progresivo del ADN, siendo a 400 mg/kg cuando más alteración se produce tanto para la prueba cometa, como para el ensayo de micronúcleos. El trabajo muestra el efecto genotóxico del glifosato (Mañas-Torres, F. *et al.*, 2006).

Conclusiones de los estudios genéticos

La totalidad (100%) de mujeres estudiadas habitantes de las zonas asperjadas y que refieren síntomas asociados a este evento, presentan lesiones genéticas en el 36% de sus células.

El daño genético en estas mujeres, es de un 800% por encima del grupo control establecido por el laboratorio y un 500% superior a los daños encontrados en población de similares características en la Región Amazónica, a 80 km de la zona de estudio. La población estudiada que recibió las aspersiones fue expuesta, al menos una vez en los últimos 9 meses, por lo que no se puede determinar si las lesiones producidas son efecto del impacto recibido en las últimas fumigaciones o producto de la acumulación de fumigaciones previas.

Sin embargo, sí se puede afirmar que someter a la población a más fumigaciones puede aumentar el riesgo de daño celular.

La fragmentación del material genético está relacionada con alteraciones de genes en los sitios en que se rompe el ADN; estos genes pueden inactivarse, perderse o transponerse a otros sitios, determinando mutaciones que están relacionadas directamente con un 30% más de riesgo de desarrollo de cáncer, un 20% más de riesgo de abortos y un 10% más de riesgo de embarazos con malformaciones congénitas.

Incremento elevado, puesto que se trata de contacto continuo con los genotóxicos asperjados.

Tanto abortos como niños con problemas malformativos ya están siendo relatados por la pobla-

ción expuesta; otros, como el cáncer, se deben evaluar periódicamente hasta identificar su inicio.

Casos de alteraciones genéticas han sido informados en estudios de universidades colombianas (Groot, 2005; Lacera-Rua, 2000; Monroy, 2005).

En un estudio reciente, cultivamos linfocitos en presencia de glifosato, aplicando diferentes concentraciones de este herbicida directamente a cultivos de sangre periférica (1, 2, 5 y 10%). Se prepararon placas para observar alteraciones y fragilidad en cromosomas metafísicos y se realizaron cultivos al 5%, con glifosato esterilizado y no. El medio de cultivo se degrada, cambiando sus propiedades (color rojo oscuro, comparado con el rojo brillante del control). El botón celular, luego de la cosecha del cultivo, también varía, mostrando destrucción ya al 5% de glifosato. Igual situación ocurre con el número de células, pues los controles tienen mayor número. Al microscopio, a 5% de concentración del químico, no se observaron metafases; sí se observaron núcleos normales y deformados, siendo mayor la cantidad de deformados. A una concentración de 0.98%, el cultivo también es alterado: se observan núcleos normales y deformes, no metafases. Concluimos que el glifosato es citotóxico y genotóxico en las concentraciones evaluadas. Los resultados están en acuerdo con las observaciones de toxicidad celular informadas en la literatura (Paz-y-Miño, *et al*, 2007).



VI. EL SISTEMA DE ASPERSIONES AÉREAS Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE

El enfoque que se da a esta revisión, acerca de los impactos ecológicos que el programa de erradicación de cultivos ilícitos estaría produciendo en el Ecuador, se basan en la mejor información científica disponible sobre esta problemática.

Sin embargo, el uso de plaguicidas en ambientes tropicales puede no producir impactos de manera inmediata, pero sí efectos acumulativos y sinérgicos a largo plazo, probablemente cuando ya se hayan producido impactos irreversibles y graves.

Existe además, una serie de impactos potenciales que no han sido aún identificados por la ciencia, porque los bosques tropicales son ecosistemas más complejos y poco estudiados.

Generalmente, las evaluaciones de riesgo no toman en cuenta todas estas variables, especialmente cuando se trata de problemas complejos, como es el caso de las aspersiones dentro del

Plan Colombia (exposiciones múltiples, sensibilidad de las poblaciones u otros posibles peligros). Sólo se evalúan los riesgos convencionales.

En caso de contaminantes químicos, se suele analizar químico por químico y organismo por organismo, pero no el conjunto del problema. No se toma en cuenta los problemas ya existentes en el lugar estudiado, ni las reacciones diferenciadas a distintos tipos de ecosistemas, a las comunidades biológicas dentro de esos ecosistemas, a los organismos que conviven en esas comunidades y a las interacciones entre distintos ecosistemas. Tampoco se evalúa el efecto del plaguicida en las redes tróficas del ambiente receptor, ni los efectos de la interacción entre los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En muchas evaluaciones se utilizan los esquemas jerárquicos. Se inicia con experimentos simples en unas pocas especies y se avanza a través de una secuencia escalonada de experimentos que aumentan en complejidad, sofisticación, costo, y duración. Dependiendo de los resultados en las pruebas de los niveles más bajos, se inician experimentos en el segundo nivel, únicamente si los resultados en la primera indican potenciales efectos adversos.

En muchos casos, se utilizan especies que no están presentes en el ecosistema en el que se quiere evaluar los impactos del plaguicida o se evalúan especímenes fuera de su contexto natural.

Este es el caso del estudio de Solomon *et al* (2005), comisionado por la CICAD. Este equipo

de investigación hizo una evaluación de riesgos sobre los impactos de las formulaciones hechas en los programas de erradicación en el Plan Colombia, usando los siguientes organismos: un alga verde de agua dulce (*Selenastrum capricornutum*), una pulga de agua (*Daphnia sp.*), trucha arcoiris (*Onchorynchus mykiss*) y foxino de cabeza gruesa (*Pimephales promelas*). Nos preguntamos si alguno de estos organismos representan la complejidad de la biodiversidad de la Amazonía colombiana, como para que los investigadores concluyan que el glifosato + cosmoflux no producen impactos en ese medio ambiente.

Estos investigadores consideran que no es importante hacer estudios basados en los organismos presentes en el ecosistema a evaluar. Afirman que:

■ *"Una pregunta común al hacer evaluaciones de riesgo en las regiones tropicales y otras regiones que no sean templadas es la escasez de datos de toxicidad de las "especies tropicales". Es cierto que la mayoría de las especies que se usan en las pruebas de laboratorio para toxicidad, especialmente de plaguicidas, son "especies de zona templada", en gran parte por la ubicación de los laboratorios de investigación que tienen la capacidad de realizar pruebas de toxicidad con buenas prácticas de laboratorio. Con la excepción de unas pocas sustancias con mecanismos de acción definidos, no existe ninguna razón para creer que los organismos de las regiones tropicales sean inherentemente más o menos sensibles que los organismos de las zonas templadas".*

En la revisión que presentamos a continuación, trataremos de rebatir esta afirmación, mostrando cómo el glifosato tiene un efecto diferenciado aun en organismos presentes en la misma comunidad biológica.

En esta sección, revisaremos los probables impactos de los programas de erradicación de cultivos ilícitos en el ambiente, sobre la base de la literatura científica existente. Aquí incluimos

información generada por científicos de distintas partes del mundo, quienes reportan sus estudios hechos en diferentes ecosistemas y organismos.

Con esta información, analizamos los peligros de las aspersiones aéreas, no sólo desde la perspectiva del impacto en organismos aislados, sino de cómo estos programas impactan en las interacciones ecológicas, las redes tróficas y el equilibrio ecológico en general.

Impactos en el Ecosistema Boscoso

Los programas de erradicación de los cultivos ilícitos en la zona de la frontera de Colombia con el Ecuador, tienen lugar en los bosques húmedos tropicales amazónicos y de El Chocó, ambos considerados como regiones con altísimos índices de biodiversidad y de elevada vulnerabilidad.

La selva amazónica con su enorme superficie y complejidad ecosistémica, es una de las más importantes reservas biológicas existentes en el mundo. Su base natural está conformada por numerosos ecosistemas que interactúan entre sí, que presentan una gran diversidad de flora y fauna y un alto grado de endemismo. Otra dimensión no menos importante es la oferta hídrica de la selva amazónica, que juega un papel importante como reguladora del clima mundial.

El Chocó biogeográfico constituye un mosaico de especies biológicas terrestres y marinas; sus terri-

torios atraviesan la Costa del Pacífico de Colombia y el noroccidente ecuatoriano. Los científicos dan mucha importancia al Chocó pues, además de poseer una extraordinaria biodiversidad, mantiene la única selva lluviosa tropical continua del Pacífico Sudamericano. El Chocó posee una gran cantidad de formas de vida, gracias a sus múltiples ecosistemas. Es importante señalar que en esta región existe un importante número de especies endémicas, en peligro de extinción (Boada, 2006).

Ecuador y Colombia son considerados como megadiversos: poseen el 10% de la biodiversidad mundial con menos del 1% de la superficie terrestre. Esta considerable biodiversidad es resultado de procesos geológicos, geo-morfológicos, condiciones climáticas y de la intervención de las culturas indígenas que han habitado la región por miles de años.

Las aspersiones aéreas con un paquete químico que incluye glifosato, pone en riesgo esta biodiversidad.

Un estudio sobre la base de imágenes Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) llevado a cabo por un equipo de la Universidad del Estado de Michigan en la región de Putumayo de Colombia, donde se ha aplicado aspersiones con agentes defoliantes para erradicar las plantaciones de coca (Messina y Delamater, 2006), encontró que este programa ha impactado no solamente en los cultivos ilícitos, sino también en fincas sembradas con cultivos alimenticios y bosques nativos. Se habían afectado 106.178 ha,

a pesar de que el United Nations Drug Control Program reportó que se había erradicado apenas 71.891 ha. Hay pues una diferencia de 34.287 ha, que según los autores, corresponden a cultivos lícitos, potreros, frutales, cultivos de ciclo corto y bosques naturales, en una proporción de defoliación de 2 ha de cultivos ilícitos por una de lícitos o bosques.

Es importante señalar además que, a pesar de los programas de erradicación desde el año 2000, la superficie total plantada con coca ha aumentado en un 18% en Nariño, y en un 5% en Putumayo, los dos Departamentos fronterizos con el Ecuador, tal como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 12
Evolución de las plantaciones de coca en Departamentos fronterizos con Ecuador

Año	Nariño	Putumayo
2000	9.343	66.022
2001	7.494	47.120
2002	15.131	13.725
2003	17.154	7.559
2004	14.154	4.386
% total 2004	18%	5%

Fuente: UNODC & Gobierno de Colombia, 2005

El Efecto de Borde

Los impactos del paquete de herbicidas con glifosato, en el ecosistema boscoso, no se limitan al área directamente afectada, sino que es mucho mayor debido al efecto de borde.

Este efecto se refiere a la alteración en la composición de comunidades vegetales cerca del borde, ocasionado por los herbicidas. Allí, las especies típicas de una comunidad clímax son desplazadas por especies pioneras. El efecto de borde afecta además la eco-fisiología de las plantas, por ejemplo su tolerancia a las variaciones de temperatura y humedad así como su potencial hídrico (Kapos, Wandelli, Camargo y Ganade, 1997).

Puesto que el efecto de borde produce también cambios en el micro clima, que está fuertemente determinado por las comunidades vegetales

presentes, este fenómeno también afecta a las comunidades microbiológicas (Stephen, Turton y Freiburge, 1997). Los efectos microclimáticos debido al borde han sido detectados hasta 30 metros dentro del bosque, a partir de la zona deforestada.

El efecto de borde altera también a los microorganismos de la filosfera que quedan más expuestos a las variaciones térmicas, a las fluctuaciones de humedad y del potencial hídrico en el borde, que bajo la sombra.

En estudios en invertebrados del suelo, se ha encontrado que las poblaciones de Coleópteros se afectan por el efecto de borde en áreas de entre 100 y 210 metros, en bosques que han sido perturbados (Didhám, 2007).

Impactos en las Redes

Tróficas, Sucesión Ecológica, Fenología

El impacto del glifosato en las redes tróficas se demostró en un estudio hecho en Australia, donde se encontró que especímenes de 5 especies de pinzones nativos murieron luego de estar expuestos a semillas tratadas con glifosato (Evans y Batty, 1986).

Otros estudios han demostrado que las aves pueden afectarse por alteraciones de sus sitios

de alimentación, de anidación, por cambios en la sucesión natural de los ecosistemas, o por disminución de sus fuentes alimenticias. Esto hace que la densidad de poblaciones de aves disminuya, que se seleccionen algunas especies más tolerantes a ecosistemas alterados, desfavoreciendo a especies con requerimientos ecológicos más reducidos (MacKinnon y Freedman, 1993).

Resultados similares han sido encontrados en poblaciones de pequeños mamíferos. Estas poblaciones se han impactado negativamente luego del uso de glifosato para clarear el bosque. Estas especies perdieron sus fuentes alimenticias, especialmente plantas y artrópodos (Santillo *et al*, 1989; D Anieri *et al*, 1987; Richie *et al*, 1987).

Santillo y colaboradores (1989) en su estudio en el Estado de Maine, encontraron que luego de la aplicación de glifosato, la composición vegetal se hacía menos diversa.

El impacto del glifosato en la sucesión ecológica boscosa fue estudiado por Bell y colaboradores (1997), que hicieron una investigación en el noroeste de Ontario – Canadá, en bosques deciduos temperados. Ellos encontraron que el uso de este herbicida disminuía la cobertura vegetal de árboles deciduos, arbustos y helechos. En el caso de bosques de coníferas, encontraron que el glifosato reducía la vegetación leñosa y herbácea. Es decir, ejercía un impacto en la composición y estructura de estos bosques.

Se ha registrado además, cambios en la fenología de plantas debido al efecto del glifosato. Un grupo de investigación del Reino Unido, estudió los impactos del glifosato y otros herbicidas en la vegetación de bosques marginales, barreras arbustivas y campos marginales que habían sido expuestos a estos plaguicidas en los últimos tres años, una vez por año (Marrs, Williams, Frost y Plant, 1989). Analizaron los efectos de dosis subletales en la productividad de las especies, los patrones de floración, producción de semi-

llas, variabilidad de semillas y la invasión de nuevas especies en estos espacios. Encontraron que todas las especies estudiadas habían sido impactadas negativamente por la deriva provocada durante las aplicaciones hechas con herbicidas. Pero, el comportamiento de cada especie fue distinto, dependiendo de la estructura de la comunidad vegetal en la que se encontraban. Este estudio nos muestra que es extremadamente difícil extrapolar resultados toxicológicos entre una comunidad vegetal y otra.

Sin embargo, es necesario resaltar que los cambios en la fenología en comunidades vegetales en bosques tropicales son un factor crítico para el equilibrio ecológico. Varios estudios se han hecho sobre la co-evolución entre plantas y animales; y la relación entre la floración o fructificación de ciertas especies vegetales con la ecología reproductiva de determinadas especies polinizadoras, responsables de la dispersión de los frutos, etc. (Bawa y Hadley, 1990) .

Cambios en la fenología de comunidades vegetales generados por efectos del glifosato, pueden interferir en estos procesos.

Las plantas necesitan defenderse de los ataques biológicos y del estrés ambiental, pero su falta de movilidad y la falta de sistema inmunológico como el que poseen los animales, han hecho que desarrollen mecanismos de defensa en que cada célula posee capacidad de defensa inducida y preformada. Sin embargo, estos mecanismos pueden ser influenciados por el uso de herbicidas. Algunos incrementan la severidad de

ciertas enfermedades induciendo o inhibiendo la formación de fitoalexinas. Así como los herbicidas del grupo de los difenileteres favorecen la producción de formas activas de oxígeno, aplicaciones de subdosis de glifosato provocan

efecto contrario, disminuyendo la formación de estos elementos y aumentando la severidad de enfermedades, según lo señalado por Rizzardi *et. al.*, (2003).

Efectos en las Interacciones Ecológicas

Los efectos ecológicos del programa de erradicación de cultivos ilícitos en los ecosistemas boscosos, no pueden ser evaluados analizando únicamente las zonas deforestadas. Los cambios que producen en la estructura y funciones del bosque, afectan la interacción entre las comunidades biológicas, la sucesión ecológica y las redes tróficas, y la disponibilidad de nichos ecológicos, alterando el equilibrio ecológico.

La alteración de determinadas poblaciones, afecta negativamente a otras poblaciones de una misma comunidad biológica, produciéndose un fenómeno que se llama "efecto cascada".

Por ejemplo, algunas poblaciones vegetales especialmente vulnerables al glifosato o sus coadyuvantes, cuando son alimento de algunas especies de insectos, éstos se afectarán y a su vez afectarán a pájaros o anfibios que se alimentan de ellos. Si hay otros animales que dependen de esos pájaros para su alimentación, también serán afectados, produciéndose impactos en toda la red trófica.

Estas mismas plantas, al mantener relaciones simbióticas con otras especies como epífitas,

saprofitas, parásitas, con micro-organismos fijadores de nitrógeno o micorrizas serán impactados, lo que significa la desaparición de nichos ecológicos y desequilibrio en las interrelaciones biológicas existentes.

A nivel del suelo también habrá efectos negativos, porque posiblemente las plantas originales permitirán que se desarrolle en el suelo un determinado tipo de comunidades micro-biológicas, las mismas que desaparecerán y el proceso de descomposición y el ciclo de nutrientes se alterará.

Por otro lado, dado que hay especies que son más susceptibles al herbicida que otras, habrá una selección de las especies más resistentes a la contaminación, alterándose la estructura ecológica del ecosistema. Ya veremos esto con más detalle al hablar del surgimiento de supermalezas.

Impactos en el ciclo de nutrientes

Varios estudios demuestran el impacto que tiene el glifosato en comunidades de micro-organismos que juegan importantes roles en el ciclo de nutrientes.

Como es bien conocido, en los bosques tropicales el ciclo de los nutrientes es acelerado, almacenándose la mayor parte de ellos en la parte viva del sistema. Por eso, la mayor parte de la producción primaria neta se utiliza en la producción de hojas y frutos. Este hecho está relacionado con la baja disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo.

Por esa baja disponibilidad de nutrientes, en los bosques tropicales se desarrollan asociaciones entre las raíces de los árboles con ciertos hongos, formándose las micorrizas fúngicas. Éstas transfieren a las raíces nutrientes que provienen de la descomposición de la materia orgánica existente en el suelo. El proceso permite que la escorrentía produzca pequeñas pérdidas de minerales, y determina la rápida circulación de éstos.

También en el suelo se encuentran poblaciones de bacterias y cianobacterias, muy importantes en el mantenimiento de los altos valores de biomasa, puesto que son fijadoras de nitrógeno. Determinadas cianobacterias además, forman parte de líquenes que igualmente intervienen en el ciclo del nitrógeno.

Dada la baja fertilidad de los suelos tropicales, un adecuado equilibrio en el ciclo de nutrientes y de los microorganismos involucrados en cada uno de ellos, es vital.

Bacterias nitrificantes

Existen varios estudios que demuestran la interferencia del glifosato en los procesos de fijación

de nitrógeno, tanto en bacterias de vida libre como en bacterias que establecen relaciones simbióticas con plantas.

En estudios hechos con soya transgénica con resistencia al glifosato, Zablotowicz y Reddy (2004) encontraron que la bacteria nitrificante *Bradyrhizobium japonicum*, que fija nitrógeno en las raíces de la soya, posee una enzima sensible al glifosato y que cuando está expuesta a este herbicida, acumula ácido chiquímico y ácidos hidroxibenzoicos, lo que produce la inhibición del crecimiento y hasta la muerte de la bacteria en gran cantidad. Se encontró además que el glifosato se acumula en los nódulos de las raíces de la soya. Esto repercute en el crecimiento de todas las plantas leguminosas (que establecen relaciones simbióticas con bacterias nitrificantes) y en la salud del suelo en general. Este herbicida afecta pues al ciclo del nitrógeno en agroecosistemas. Este fenómeno también es reportado por Hutchinson, (1995), Forlani *et al.*, (1995).

Un estudio hecho en la India con suelos degradados provenientes de plantaciones de té tratados con glifosato, redujo colonias de bacterias fijadoras de nitrógeno (Bezbaruah *et al.*, 1995).

Se ha reportado también una inhibición en la nodulación en raíces de trébol en suelos con niveles de entre 2 y 2000 mg/kg de glifosato. El efecto persistió 120 días después del tratamiento (Eberbach, *et al.*, 1983).

Se han hecho también estudios con bacterias nitrificantes de vida libre. Santos y Flores (1995)

estudiaron los efectos del glifosato en la fijación de nitrógeno en bacterias heterotróficas de vida libre. Estos autores encontraron que dosis de glifosato superiores a 4 kg/ha inhibían la fijación de nitrógeno. El herbicida afectaba también la respiración y causaba una reducción en el tamaño celular.

Dada la baja fertilidad de los suelos tropicales, la fijación biológica del nitrógeno es vital para mantener el equilibrio de nutrientes en el suelo.

El glifosato es uno de los pocos herbicidas con carga eléctrica positiva, cosa que le proporciona la particularidad de que al entrar en contacto con el suelo, cargado negativamente, sea rápidamente inmovilizado e indisponible para la absorción vía radicular. Sin embargo, existen elementos minerales que compiten por estos sitios con otros elementos y con el propio glifosato, como es el caso de Ca, Fe y P, pudiendo formar sales con metales como Al y Fe. De hecho, de acuerdo a diversos estudios, altos niveles de fósforo favorecen la precipitación de Fe y Al en el suelo, disminuyendo la adsorción de glifosato, lo que aumenta la absorción por las plantas, con el consecuente riesgo de daño (Souza, 1982).

Hongos Micorrizas

La interacción entre microorganismos, sustratos y constituyentes del suelo puede alterar la biodegradación de los herbicidas, pudiendo ser mayor o menor dependiendo de la capacidad de adsorción del suelo. La adsorción puede reducir la cantidad de herbicida en la solución del suelo.

La presencia de glifosato en suelos de bosques puede favorecer a la micro biota que consigue degradar la molécula y, por otro lado, suprimir otros microorganismos, incluyendo los benéficos, con la consecuente alteración del equilibrio de la micro fauna de estos ambientes.

La relación entre hongos micorrizas con las raíces de algunas plantas y árboles es esencial para la adsorción de fósforo.

Junior y Zambolin, (1994), reportaron que el glifosato reduce la colonización de las raíces del eucalipto por micorrizas. De acuerdo a Dodd y Jeffries (1989) citados por Tuffi Santos *et al.*, (2005), es muy posible que el uso frecuente de herbicidas en una determinada área provoque disminución selectiva de hongos micorrizicos en el campo.

Un estudio hecho sobre los efectos del glifosato en cultivos de soya en Brasil, reveló que el glifosato inhibe el crecimiento del tubo germinativo de micorrizas arbusculares vesiculares simbiotes de la soya (Dos Santos Maly *et al.*).

En una investigación hecha por un equipo canadiense dirigido por el científico Wan y colaboradores (1991), se identificó el efecto nocivo del glifosato en el hongo micorriza arbuscular vesicular *Glomus intraradices*, en raíces de zanahoria. Dado que muchas plantas no pueden crecer sin esta relación micorrizal, este es un efecto posible de las fumigaciones con glifosato a considerar. Posteriormente, Wan *et al.* (1998) realizaron otro estudio para evaluar la toxicidad subletal del

glifosato en las relaciones entre hongos micorrizas, nutrientes y plantas.

La interferencia de glifosato en las relaciones entre hongos micorrizas, nutrientes y plantas fue publicado por Wan *et al* (1998). La relación entre hongos micorrizas con las raíces de algunas plantas y árboles es esencial para la absorción de fósforo.

En los suelos tropicales, varias especies de importancia comercial se asocian con micorrizas arbusculares vesiculares que juegan un papel fundamental en la adsorción de fósforo, nutriente que es muy escaso en este tipo de suelos. Se ha reportado también que las micorrizas arbusculares vesiculares influyen en la nodulación en leguminosas para la fijación de nitrógeno (Panus, 1980).

Procesos de descomposición de materia orgánica

Los micro-organismos del suelo son los responsables de la descomposición de materia orgánica en nutrientes. Dado que el ciclo metabólico del ácido chiquímico está también presente en micro-organismos, el glifosato les afecta adversamente y, por lo mismo, interfiere en los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Un equipo de investigación egipcio estudió los impactos del Roudup en hongos del suelo y en la descomposición de materia orgánica. Ellos encontraron que el herbicida aumentaba la presencia de ciertas especies de hongos y disminuía otras. Se registró también disminución en la tasa de respi-

ración y de descomposición de la materia orgánica (Abdel-Mallek *et al*, 1994).

En Argentina, la utilización de grandes cantidades de glifosato asociada al cultivo de soya transgénica ya está afectando el equilibrio natural y la vida microbiana del suelo, originando problemas en la descomposición de la materia orgánica y amenazando la biodiversidad y el futuro productivo de extensas comarcas (Joensen y Semino, 2004).

En Canadá se ha comprobado que el cultivo de colza resistente a herbicidas afecta a la biodiversidad y actividad microbiana en los suelos (Dunfield y Germida, 2001).

El glifosato tiene efectos negativos en nemátodos y otras lombrices e invertebrados (Dewar, Haylock, May, Beane, Perry, 2000). Una investigación en Nueva Zelanda mostró que el glifosato tenía efectos significativos en el crecimiento y sobrevivencia de lombrices comunes del suelo. Aplicaciones cada 15 días en dosis bajas (1/20 de la dosis normal), redujeron el crecimiento e incrementaron el tiempo de madurez y la mortalidad (Springett, Gray 1992; Cox, 1995).

Aumento de organismos patógenos

El glifosato aumenta el crecimiento de hongos patógenos, según muchas investigaciones publicadas en la literatura científica. Como resultado, estos hongos predominan en un área para liberar sus propias toxinas (micotoxinas), que son perjudiciales para muchas de las otras formas de vida cercanas, incluso mamíferos.

Uno de los géneros que tiende a aumentarse en presencia de glifosato es el género *Fusarium*. En Estados Unidos se ha observado que la utilización cada vez mayor de glifosato en la soya transgénica, incrementa los problemas de colonización de las raíces por *Fusarium spp*, un hongo que produce grandes daños en los cultivos y cuya presencia en los alimentos puede tener efectos nocivos para la salud humana, llegando a ser mortal en concentraciones elevadas (Kremer y Donald, 2003; Sanogo, Yang, Scherm, 2000; Wan et al, 1989, Delcalzo, Punja, Levesque y Rahe, 1996; Johal y Rahe, 1984; Levesque, Rahe y Eaves, 1992; Levesque, Rahe y Eaves, 1993, Levesque, Beckenbach y Rahe 1993; Rahe, Levesque y Johal, 1997; Wan, Rahe, y Watts, 1998).

La literatura científica asocia a otros agentes patógenos con el uso de glifosato. Un estudio hecho por la Comisión Forestal del Reino Unido, encontró que el 19% de barreras arbustivas de fresno, mostraban síntomas de *dieback*, una enfermedad del fresno que puede ser producida por una serie de agentes, pero que la Comisión Forestal la atribuyó, entre otras causas, al uso de glifosato (Forestry Commission, 1991).

Se ha reportado, además, que el uso de glifosato incrementa la patogenicidad y la sobrevivencia de *Gaeumannomyces graminis*, agente causal del pietín del trigo. Se observó también que por efecto del herbicida, disminuyeron los hongos del suelo que son antagonistas del patógeno y podrían reducir significativamente la incidencia de esta enfermedad. Además, se sabe que el glifosato incrementa la susceptibilidad del

fréjol a la antracnosis (cuyo agente causal es el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*) y la incidencia de *Rhizoctonia* en la pudrición de la raíz de cebada (Johal y Rahe, 1984; Smiley, 1992; Mekwatanakarn y Silvassithamparam, 1987).

Una misión de verificación, hecha a la zona afectada por las aspersiones dentro del programa de erradicación de cultivos ilícitos en la frontera Ecuador – Colombia en la Provincia de Sucumbios, encontró la presencia de *Fusarium sp.* en todas las muestras evaluadas (Maldonado *et al.*, 2002). Otros hongos patógenos aislados fueron *Rhizoctonia*, *Cylindrocarpon* y *Helminthosporium*. Las muestras fueron hechas en pasto, maíz, maní, arroz y suelos. A continuación en la se resumen los resultados (TABLA 13).

La proliferación de *Fusarium* es de especial importancia en el contexto del Plan Colombia, pues hasta septiembre del 2002, *Fusarium oxysporum var. erythroxyli* iba a ser utilizado por recomendación del Gobierno de los Estados Unidos como un micoherbicida en Colombia con el fin de erradicar la coca, propuesta que fue rechazada por el Comité Andino de Autoridades Ambientales (CAAAM). Aunque nuevamente hay presiones para que se utilice.

Especies del género *Fusarium* han sido responsables en todo el mundo de daños serios a muchos cultivos, suelos envenenados, defectos de nacimientos en seres humanos, y en un caso documentado, la muerte de miles de personas causada por sus micotoxinas cuando éstas se alimentaron de cereales contaminados durante

Tabla 13
Hongos patógenos aislados en muestras de plantas en zonas afectadas

Muestras de cultivos y presencia de hongos					
Lugar	Cultivo	Muestra	Resultados		
Playera Oriental	Maíz	Raíz	Fusarium sp	Rhizoctomía sp	Cylindrocarpon
Playera Oriental	Maíz	Hojas	Helminthosporium	Rhizopus sp.	Mucor sp.
Pedregosa	Pasto	Raíz	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	
Pedregosa	Pasto	Hojas	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	
Chone-2	Mani	Raíz	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	
Chone-2	Mani	Hojas	Fusarium sp.	Alternaria sp.	
		Suelo	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	Cylindrocarpon
Chone-2	Arroz	Raíz	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	Rhizopus sp.
Chone-2	Arroz	Hojas	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	Rhizopus sp.
Playera Oriental	Pasto	Raíz	Fusarium sp.	Rhizoctomía sp	

Fuente: Maldonado et al (2002)

los últimos años de la Segunda Guerra Mundial (Marassas, Nelson y Tousson, 1984).

El equipo del CIF encontró además, que los niveles de proteínas fueron muy pobres en las plantas. Los análisis de nutrientes de las plantas, realizados por el Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas en la ciudad de Coca (Labsu), encontraron que

■ "el vegetal no absorbe este nutriente debido a una posible influencia externa, la cual se vio claramente durante la extracción del material de estudio. Este vegetal se observó seco en sus

partes aéreas y con putrefacción a la altura de las raíces y tallos. El pasto Dallis presenta niveles altos en cuanto a fósforo total, casi el doble de lo reportado como normal en la bibliografía (760mg/Kg). Consideramos que este es un dato anormal, lo que señala que la planta no ha absorbido el exceso del suelo, ya que el suelo donde se extrajo ese material presenta cantidades adecuadas y no excesivas de este elemento. Posiblemente este exceso pueda provenir de una influencia externa que se aplicó directamente sobre las hojas del vegetal" (Pazmiño, 2003).

Surgimiento de Supermalezas

El amplio uso del glifosato en áreas de cultivo de transgénicos con resistencia a este herbicida, ha permitido el desarrollo de biotipos de malezas también resistentes, dificultando y encareciendo su combate, pues existe la necesidad de recurrir a herbicidas aun más fuertes, para controlarlas.

Aunque el herbicida glifosato se considere como no selectivo, varias especies de malezas de los géneros *Commelina*, *Ipomoea* y *Richardia*, presentan cierto grado de tolerancia a las dosis recomendadas, sobre todo en áreas donde se usa

extensivamente este producto. Al evaluar la dinámica de las semillas de estos géneros y de otros susceptibles, se determinó que las poblaciones de las especies de los géneros mencionados como tolerantes, aumentaron de manera significativa, principalmente cuando se aplicaron dosis menores, por lo que se considera que el uso de este herbicida de manera intensiva puede ocasionar un cambio en el área, aumentando la frecuencia de la presencia de estas especies a lo largo de los años (Monquero y Christoffoleti, 2003).

Efectos Sobre los Sistemas

Acuáticos y sus Comunidades Biológicas

El glifosato puede contaminar cuerpos de agua superficial, ya sea por aspersión directa, por efecto de la deriva, o porque este pesticida es lixiviado a los acuíferos.

Estudios realizados por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica en suelos y agua de la zona de Sucumbios, con la metodología de análisis EPA 547 basada en cromatografía líquida, muestran que existen trazas de glifosato menores a 100ug/kg en suelo, en muestras de Estero Tapi y La Balastreira, y trazas en agua, menores al 10ug/L, en muestras de Azul Chiquito y Río San Miguel. Los análisis se realizaron a una distancia entre 200 a 500 metros de la frontera ecuatoriano-colombiana. (CEEAA, 2005).

La persistencia del glifosato en el agua es más corta que en el suelo. Por su capacidad de adsorción a partículas en suspensión, materia orgánica y minerales, su persistencia en sedimentos es más prolongada.

Debido a los altos valores de precipitación existente en las zonas donde tienen lugar los programas de erradicación de la coca, el glifosato es rápidamente transportado por la escorrentía desde los suelos a aguas subterráneas.

La posibilidad de que el glifosato y sus coayuvantes contaminen los cuerpos de agua superficial y subterránea en las regiones tropicales fronterizas del Ecuador, donde tienen lugar los

programas de erradicación de coca, constituye una amenaza seria para el equilibrio ecológico de las regiones afectadas, donde hay una gran cantidad de cuerpos de agua de los que dependen todas las comunidades biológicas, no sólo de los ecosistemas acuáticos, sino también de los ecosistemas terrestres aledaños, pues existe una interacción entre ambos (Victoria *et al*, 2004, Sedell *et al*, 1989).

La región amazónica es considerada como una de las mayores fuentes de agua dulce del planeta, y las cuencas de sus ríos como las que albergan la mayor biodiversidad de peces en el mundo. La cuenca del Tiputini en la Amazonía ecuatoriana, posee el mayor número de peces de agua dulce a nivel mundial. (Barriga, 2001).

Toxicidad en organismos acuáticos

El glifosato altera desde el primer eslabón de la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, en un estudio hecho sobre el impacto de 23 plaguicidas en plantas acuáticas, se encontró que las diatomeas y una especie de cianobacteria fueron vulnerables al glifosato. Una de las conclusiones del estudio es que el grado de vulnerabilidad frente al glifosato varía mucho de una especie a otra y que existe un factor de incertidumbre cuando se evalúan estos productos en ecosistemas acuáticos (Peterson *et al*, 1994).

Otro estudio encontró que el glifosato puede estimular la eutrofización en ecosistemas acuáticos, ya que algunos productores primarios, como las diatomeas, utilizan este herbicida como fuente

de fósforo. Una de las preocupaciones generadas por los resultados de esta investigación es que la presencia de glifosato, por debajo de los niveles detectables, induce la eutrofización en canales, charcas y otros cuerpos de aguas de superficies pequeñas, lo que afecta el hábitat de poblaciones de peces (Austin *et al*, 1991).

Aunque se afirma que el glifosato no se bioacumula en las cadenas tróficas, el hecho de que altere la ecología de los productores primarios, está alterando el equilibrio ecológico de toda la comunidad. Este es un problema grave para los ecosistemas tropicales (donde tienen lugar los programas de erradicación de la coca), pues en estas regiones existen abundantes cuerpos de agua.

Uno de los problemas más serios de las formulaciones de glifosato utilizadas para la erradicación de la coca, es que algunos de los ingredientes son más tóxicos para la vida acuática que el mismo glifosato. Además, en la combinación que se utiliza, la suma de éstos tienen un efecto aditivo de toxicidad (Bidwell y Gorrie, 1995; Cox, 1995, Abdelghani, 1997).

Los impactos en la biodiversidad piscícola amazónica tienen repercusiones importantes a nivel económico y cultural, pues muchas comunidades dependen de la pesca para su sobrevivencia. Este el caso de un importante agroindustrial de la frontera (Mestanza, 2002), quien denunció cómo tras las tres aspersiones del 2001 y 2002 perdió más de 170.000 peces de las 18 piscinas construídas para su producción

comercial, pérdidas que se sumaron a la muerte de más de 400 patos, 150 gallinas, 20 cerdos, 3 yeguas, 30 hectáreas de orito, 8 de caña, 10 de café, 6 de cacao y toda la producción de mandarina, sangre de drago, laurel y manzano colorado. Pérdidas que fueron ratificadas por el entonces gobernador de Sucumbíos (Velasco, 2002) y que en el 2006 mencionó haber dejado secuelas en su producción.

Hay un estudio comparativo sobre el impacto de herbicidas y surfactantes hecho por Abdelghani (1997), en especies acuáticas, quien estableció la toxicidad aguda de tres herbicidas solos o como mezclas (2,4-D, Garlon-3A y Roundup) y un aditivo químico (el surfactante Syndets) en tres especies de agua dulce: el bagre, ojón o chopacriolla (*Lepomis macrochirus*) y un cangrejo de río. De los tres herbicidas, el Roundup fue más tóxico para el bagre y el ojón "bluegill" que el Garlon-3A y el 2,4-D. Los resultados encontrados para el cangrejo del río fueron exactamente los contrarios a los que se encontró en los peces.

El surfactante "Syndets", fue mucho más tóxico que los tres herbicidas para los tres organismos.

Un grupo de investigadores encontró que el glifosato es nocivo en concentraciones sub letales para la carpa *Cyprinus carpio* (Neskovic et al 1996). Entre los efectos reportaron cambios en la actividad enzimática a nivel de plasma, hígado, riñones. Encontraron además, alteraciones morfológicas en las branquias, hígado y riñones.

Los estudios realizados en Francia sobre la reproducción celular en erizos de mar demuestran que los plaguicidas que incorporan glifosato alteran el ciclo universal de división celular en su fase G2/M, mediante defosforilación de la reguladora de ciclo conocida como "CDK1-ciclina", alterando los "checkpoint" celulares que determinan el funcionamiento normal del ADN celular (Marc, Bellé et al., 2004). De acuerdo al Dr. Bellé, si bien sus estudios no han mostrado el proceso de cancerización completo que toma muchos años, en cambio han logrado mostrar las primeras etapas del proceso de daño e inestabilidad genética que devienen en cáncer con el tiempo (Bellé, 2007).

Otros estudios revelan que el glifosato es nocivo también para otros organismos acuáticos. Se ha reportado, por ejemplo, cambios en el desarrollo y la reproducción del caracol acuático *Pseudosuccinea columella*, cuando fue expuesto a concentraciones subletales (Tate et al, 1997). Los investigadores encontraron además, que cuando el caracol fue expuesto a distintas concentraciones de glifosato, se producía un estímulo en su crecimiento y desarrollo; había un incremento en el número de huevos que tenían más de un embrión. Esto significa que la población de caracoles de esa especie podía incrementarse. Por otra parte, esta especie de caracol es uno de los huéspedes de un parásito del hígado de las ovejas. El estudio concluye que la presencia de glifosato a niveles bajos, puede promover el incremento de este parásito.

Distintas especies de peces tienen distintos grados de vulnerabilidad al glifosato (Wan, 1989). Otros

factores que determinan la toxicidad del herbicida incluyen la cantidad de minerales disueltos en el agua (Hartman y Martin, 1984) y la temperatura del agua (Folmar, *et al.*, 1979).

Impacto del glifosato en anfibios

La contaminación de las aguas por este herbicida es extraordinariamente letal para los anfibios, según un trabajo de investigación que ha revelado una disminución de la diversidad de anfibios del 70% y una reducción del número total de renacuajos del 86% en charcas contaminadas por Roundup (Relyea, 2005).

En investigaciones conducidas en Australia, la formulación Roundup ha demostrado una seria toxicidad en anfibios. En un estudio comisionado en 1995 por el Western Australian Department of Environmental Protection (DEP) y dirigido por el Dr. Joseph Bidwell del Curtin Exotoxicology Program, concluyó que Roundup 360 (otra formulación de Roundup que contiene glifosato y surfactantes) puede ser agudamente tóxico para ranas adultas y renacuajos, en las tasas de aplicación recomendadas (1.8 to 5.4kg/ha) (Mann y Bidwell, 2004).

El herbicida Roundup 360 fue más tóxico a ranas y renacuajos que el grado técnico de glifosato solo. Se asumió que fue el surfactante usado en la formulación del Roundup, y no el glifosato en sí, el responsable en el incremento en toxicidad (Bidwell *et al.* 1995). Hay que notar que es precisamente el mismo surfactante (POEA) que se encuentra en el Roundup utilizado en Colombia.

Resultados similares se han encontrado en Canadá, donde el glifosato provocó parálisis y hasta la muerte de especies nativas de anfibios (Bruce, 1996).

Dados los impactos registrados del glifosato en los anfibios, el Congreso de los Estados Unidos exigió al Departamento de Estado (DoS, por sus siglas en inglés) hacer una evaluación sobre el riesgo en los anfibios, provocado por el programa de fumigación aérea que los Estados Unidos financia en Colombia. Como respuesta al requerimiento del Congreso, el DoS contrató a la CICAD para realizar el trabajo científico (AIDA, 2006).

Los anfibios son un componente importante de la biodiversidad de esta región amazónica, donde se han registrado los índices más altos de biodiversidad de anfibios por unidad de área en el mundo. Se ha registrado además una alta tasa de extinción de varias especies de anfibios en el Ecuador (Coloma, 2005) y se cree que por efecto de las aspersiones con glifosato este problema se puede agudizar.

Efectos en organismos no objetivo

Uno de los principales problemas con el uso de pesticidas en general, es que estos afectan a otros organismos distintos a los que se quiere combatir.

En cuanto al glifosato, se afirma que por interferir en la ruta metabólica del ácido chiquímico, que está ausente en animales, éste no los afecta. Sin embargo, existe abundante bibliografía que

demuestra lo contrario. Los impactos pueden producirse por una afectación directa en los individuos expuestos al plaguicida, o por una

destrucción de la base de sobrevivencia de la especie. Se han informado cambios a nivel hormonal.

Impactos Sobre Otras Especies Animales

Efectos sobre insectos

Evaluando el impacto del glifosato sobre los organismos vivos, se trabajó con la mosca de la fruta, como modelo genético para estudio de mutagénesis. Se prepararon medios de cultivo en los cuales se colocó moscas para fecundación y reproducción. Se varió las concentraciones de glifosato en el medio entre 3, 6, 12, 24 y 40%. En tres repeticiones de los cruces 3% y 12%, no se obtuvo larvas de tercer estadio, por lo tanto no se observaron cromosomas politénicos ni metafásicos. Sólo en un cruce de 3% se obtuvo una pupa, a los 17 días (normal pupación a los 6 días), la cual adquirió una coloración café y murió. Observamos que el glifosato altera el número de huevos puestos por la moscas, disminuyendo el número de éstos al aumentar la concentración, es decir, retarda el ciclo de vida de *Drosophila*. En el grupo control de moscas (medio sin glifosato) se completa el ciclo a los 13-16 días ciclo. En las concentraciones 6%, 24% y 40% no se completó el ciclo, porque los adultos mueren. Concluimos que el glifosato impide el desarrollo normal de la mosca y larvas (Paz-y-Miño, *et al.*, 2007).

El uso de glifosato en ambientes agrícolas ha desencadenado el brote de algunas plagas agrícolas, y esto se ha relacionado con la disminución de las poblaciones de especies predatorias de dichas plagas, que actúan como agentes de control biológico natural. Este es el caso del brote violento del áfido del cereal que tuvo lugar en Estados Unidos, al inicio de la década de 1970 (Potts y Vickerman, 1994).

Una evaluación hecha por la Organización Internacional de Control Biológico sobre los impactos de los plaguicidas en especies benéficas, reportó que el 80% de una población de escarabajos predadores de plagas vegetales murieron cuando fueron expuestos a glifosato. Por otro lado, el 50% de la población de avispas parasitoides, mariquitas, crisopos y ácaros predadores también murieron luego de la exposición a glifosato (Hassan et al 1988).

Productos como glifosato, simazine+ametrine, 2,4-D, acetoclor y oxifluorfen reducen de manera significativa el crecimiento vegetativo y esporulación del aislado de *Beauveris bassiana* (UEL 114), entomopatógeno controlador de la

cochinilla de la raíz (*Dysmicoccus texensis* Tinsley) del café (Andaló *et al.*, 2004).

Las formulaciones de glifosato también pueden afectar el comportamiento de otros organismos controladores de plagas, sobre todo en su capacidad de parasitismo, como es el himenóptero *Trichogramma pretiosum* (Giolo *et al.*, 2005).

En un estudio hecho en Carolina del Norte, Estados Unidos se registró una baja poblacional de escarabajos carabus tratados con glifosato. La población no se recuperó después de 28 días (Brust, 1990). Resultados similares se encontraron en un estudio hecho en el Reino Unido, en pastos marginales tratados con Roundup, donde se encontró una reducción en las poblaciones del escarabajo carabus (Asteraki *et al.*, 1992).

Hay bibliografía científica que da cuenta de la afectación de poblaciones de insectos benéficos debido a cambios en su hábitat. Es el caso de un estudio hecho durante tres años consecutivos en Estados Unidos, en un área forestal que 4-5 años antes había sido clareada con Roundup, y luego plantada con plántulas de abeto. Los investigadores encontraron que poblaciones de insectos herbívoros y de invertebrados del suelo habían disminuido significativamente y no se recuperaron durante el período del estudio. Los autores concluyeron que la caída poblacional se debió fundamentalmente al cambio del hábitat de estos organismos (Santillo *et al.*, 1989).

Asteraki *et al.*, (1992) reportan una disminución en el número de arañas en pastos marginales

tratados con Roundup, posiblemente porque se habían destruido las plantas donde ellas hacían sus telas.

Se ha registrado también alteraciones en los patrones reproductivos en algunas poblaciones de artrópodos benéficos. Chiverton *et al.*, (1991) llevaron a cabo un estudio comparativo entre poblaciones de artrópodos rociados y no rociados con herbicidas, en campos de trigo de primavera, en el Reino Unido. Encontraron que escarabajos carabus hembras, que no habían sido tratadas con glifosato, ponían más huevos que aquellas que habían estado expuestas al glifosato. Es posible que la reducción de las especies que les servían como presa al escarabajo carabus, produjeran una baja en la fertilidad de la especie, lo que significó una reducción en la capacidad de depredación de las plagas agrícolas.

Muchas sustancias son utilizadas para el combate de plagas, enfermedades y malezas, pero éstas, en su mayoría, son tóxicas para el hombre y los animales, y además pueden reducir el nivel de control de depredadores, parasitoides y entomopatógenos. Algunos agroquímicos pueden actuar negativamente y reducir el efecto biocontrolador de estos organismos.

Las formulaciones de glifosato también pueden afectar el comportamiento de otros organismos controladores de plagas como es el caso de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), sobre todo en su capacidad de parasitismo, siendo aquellas a base de sal isopropilamina, moderadamente nocivas (Giolo *et al.*, 2005).

Otro grupo de insectos benéficos afectados por el glifosato incluye las especies polinizadoras.

El profesor Joe Cummins, de la Universidad de Western Notario, hace una revisión sobre la alarmante disminución de las poblaciones de abejas a nivel mundial. Él la atribuye, entre otros efectos, al creciente uso de plaguicidas. Señala que las abejas son especialmente susceptibles a los herbicidas, pues éstos afectan a su desarrollo, longevidad, cambios en el comportamiento (navegación, hábitos alimenticios y aprendizaje), en el sistema inmunológico, oviposición. La toxicidad subletal puede producir cambios fatales en las colmenas (Cummins, 2007).

Una de las quejas que se presentaron con respeto al programa de fumigación con Roundup (más surfactantes), que el gobierno de los Estados Unidos llevó a cabo para eliminar cultivos de amapola en Guatemala, fue que se había destruido la apicultura en las zonas cercanas a las aspersiones.

■ *"Aunque el programa de fumigación tuvo un efecto mínimo en los cultivos de amapola, según los campesinos locales, se destruyó la base tradicional de la producción en la región, en particular tomates y abejas."* (Freed, 1989).

De acuerdo a estudios realizados por Nemoto *et al.*, (2002), la presencia de glifosato redujo fuertemente el crecimiento micelial de *Bipolaris euphorbiae*, afectando también la germinación de los conidias.

Como resultado de las presiones de ambientalistas, este Programa de Fumigación fue suspendido y ahora el cultivo de amapola en Guatemala está controlado, gracias a la erradicación manual.

Efecto del Glifosato en Mamíferos

En estudios de campo, poblaciones de pequeños mamíferos se han visto afectadas a causa del glifosato, por muerte de vegetación que ellos o sus presas utilizan para alimentarse o protegerse.

En el caso de animales herbívoros, la ingestión de vegetación contaminada con glifosato también puede generar efectos negativos. Adicionalmente, los animales pueden entrar en contacto con este herbicida en un ecosistema que ha sido fumigado a través de contacto por la piel, los ojos o por inhalación.

La aplicación de glifosato en ecosistemas boscosos puede alterar las tasas reproductivas de algunas especies, privilegiando a aquellas que se adaptan a hábitats intervenidos, como pastizales, y desplazando a especies que viven en bosques menos intervenidos. Santillo y sus colaboradores (1989) encontraron una menor presencia de pequeños mamíferos en la zona norte-central de Maine, en terrenos "tratados" con glifosato.

Richard y colaboradores (2005) concluyeron que el glifosato actúa como un disruptor de la actividad de la citocromo P450 aromataasa en mamíferos, a concentraciones 100 veces más bajas que las que se recomiendan para su uso agrícola. El

citocromo juega un papel importante en el metabolismo de sustancias ajenas al organismo, como son fármacos, plaguicidas, etc., muchos de los cuales pueden tener efectos cancerígenos.

Encontraron además, que en concentraciones menores a las recomendadas para uso agrícola, el Roundup puede inducir a problemas reproductivos.

Estudios hechos en espermatozoides de conejo (Yousef, *et al.*, 1995) encontraron que el tratamiento con el herbicida glifosato redujo el peso corporal, la libido, el volumen de la eyaculación, la concentración y volumen del espermatozoide; se registró además un alto porcentaje de espermatozoides anormales y muertos. Los efectos nocivos continuaron en el período de la recuperación.

Efecto del glifosato en reptiles

Aunque se han hecho pocos estudios de los impactos de los plaguicidas en reptiles, Sparling *et al.*, (2006), encontraron efectos adversos en embriones de la tortuga *Trachemys scripta elegans* cuando éstos fueron expuestos al glifosato y sus surfactantes en distintas concentraciones.

En la Amazonía ecuatoriana, las tortugas charapas constituyen una importante fuente de proteínas para las comunidades indígenas, incluyendo aquellas que viven cerca de la frontera con Colombia. Sería importante conocer si las aspersiones con glifosato y sus coadyuvantes están produciendo algún impacto en estos organismos.

Efecto del glifosato en aves

Estudios hechos sobre los impactos del glifosato en aves, han encontrado que este herbicida es moderadamente tóxico. Pero se ha identificado además, efectos indirectos en las comunidades de aves, porque el glifosato afecta a las plantas o insectos de los que estos organismos dependen para su sobrevivencia; por tanto puede causar cambios dramáticos en la estructura de la comunidad de plantas, afectando las poblaciones de aves, pues ellas dependen de las plantas para alimentarse, protegerse y anidar. Esto ha sido documentado en estudios de poblaciones de aves expuestas al glifosato, en la costa norte de Estados Unidos.

En suma

Existen suficientes evidencias en la literatura científica, sobre los impactos ambientales del glifosato y sus coadyuvantes.

El herbicida afecta de manera directa a ecosistemas, poblaciones e individuos; y en otros casos, destruye los nichos ecológicos, sitios de anidación, alimentación, etc., de poblaciones biológicas.

Estos impactos podrían ser aun mayores que los reportados en la literatura científica, en el caso de la erradicación de los cultivos ilícitos dentro del Plan Colombia, por las altas concentraciones del compuesto activo, la presencia de coadyuvantes que no han sido evaluados en el medio ambiente en el que van a actuar y por la fragilidad propia de los ecosistemas tropicales.



VII. EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN COMO EJE CIENTÍFICO, ÉTICO Y JURÍDICO.

La validez de las denuncias sobre impactos, levantadas por los pueblos afectados en la frontera norte (CEDHU, 2007; Plataforma Interamericana de Derechos Humanos, Democracia y Desarrollo, 2007), se establece desde la perspectiva rigurosa de un conjunto de preceptos científicos, éticos y jurídicos, que permiten calificar la evidencia acumulada en la bibliografía científica existente y la suficiencia básica de las pruebas locales, para sustentar el pedido de aplicación inmediata del Principio de Precaución, como elemento irrenunciable y no negociable.

Preceptos científicos

La Comisión Científica Ecuatoriana asume primeramente, junto con la vanguardia del pensamiento científico mundial, un modelo interpretativo integral que reconoce la complejidad multidimensional de la determinación de la salud y la vida (variante del modelo OMS); en segundo lugar, asume una noción integral de la propia evaluación, sin reducirla al análisis

cuantitativo de la incertidumbre y valorando además los testimonios y datos aportados por las colectividades; y, en tercer lugar, replantea el peso que debe otorgarse a la incertidumbre, al menos para que no opere como encubrimiento de conocimientos efectivamente existentes, como pretexto de inacción o como recurso para demandar una interminable búsqueda de certezas, las cuales nunca llegan, o lo hacen cuando ya es muy tarde para impedir un daño masivo.

El papel de la ciencia, en un escenario de amenaza a la vida, es operar en dirección a una alerta temprana y medidas inmediatas de precaución, basadas en el conocimiento disponible y no esperar la acumulación interminable de respuestas absolutas y "certezas" estadísticas, para controlar el sufrimiento y el daño consumados. El papel de la ciencia es aportar conocimientos para la formulación coherente de términos de precaución y de dimensiones de las demandas de protección y remediación. El papel de la ciencia, en un escenario donde existen elementos de incertidumbre, es incorporarlos como alimento de un perfeccionamiento creciente pero no como freno del precepto ético de la precaución.

La ciencia es un sistema de conceptos para interpretar la naturaleza y obtener el conocimiento confiable que nos permita vivir de manera sustentable. Por tal motivo, la ciencia no puede abstraerse de los valores morales. Es por eso que Elsa Nivia, coordinadora de la Red de Acción de los Plaguicidas y sus Alternativas en América Latina, ha dicho que hay que evaluar las fumigaciones que se hacen en su país para erradicar

la coca y la amapola, con ciencia, conciencia y corazón (Nivia, 2002).

La acumulación de evidencias científicas contra la supuesta inocuidad de productos de franja segura, como se califica al glifosato, determinó que comunidades científicas nacionales como la de Brasil, luego de profundo debate académico y político demanden a los Estados el cambio de nombre de "plaguicidas", que reproduce la falsa noción de especificidad contra plagas, por "agrotóxicos", que destaca su plena y múltiple peligrosidad (Ley Federal N° 7802, de 11 de Julio de 1989). Esa medida jurídica reconoce la validez del precepto de Paracelso (Siglo XVI): *"Todo es veneno, nada es veneno, la sola dosis hace el veneno"*. Como se ha explicado antes, hay evidencias suficientes sobre la peligrosidad del glifosato y, más aún del paquete químico completo de las formulaciones usadas y del impacto del sistema de aspersión aérea.

Preceptos éticos

la vida y los derechos humanos son primordiales a los intereses estratégicos de cualquier empresa pública o privada, civil o militar; y las evidencias acumuladas en la zona y el mundo exigen la inmediata aplicación de las normas del principio de precaución.

En el mundo actual, la ciencia ha producido una gran cantidad de productos y tecnologías que entrañan un alto grado de incertidumbre y que constituyen una amenaza para la salud y el ambiente. Sus impactos pueden ser irreversibles.

Esto significa que la ciencia y las decisiones sobre la ciencia no pueden estar sólo en manos de los científicos. Ahora bien, la ciencia no genera datos irrefutables, sino opiniones que pueden ser rebatidas. Y en muchos casos los avances científicos crean nuevas fuentes de amenazas. Por lo tanto, la ciencia no puede permanecer alejada de la sociedad; se requiere de la participación y opinión de todos aquellos afectados por un tema en concreto.

Esta es una ruptura con la concepción de la ciencia como infalible, aquella donde no hay lugar para la duda, donde hay una solución para todos los problemas y donde es inconcebible plantearse que haya varias respuestas para una misma pregunta.

En este contexto surge la propuesta de la ciencia post-normal, desarrollada por Funtowicz y Ravetz (1994), que proponen una metodología de investigación que sea apropiada para investigaciones científicas en que se dan factores de incertidumbre, valores sociales en disputa y altos riesgos ambientales o a la salud humana. La metodología de la ciencia post-normal debe ser utilizada cuando se trata con incertidumbres que pueden generar errores costosos o incluso letales. Se propone una ciencia en la que participa la sociedad. Los avances científicos ya no son avalados únicamente por una comunidad de científicos que hacen *peer reviews*, sino por una comunidad de ciudadanos preocupados por la incertidumbre que los avances científicos pueden ejercer en su vida (Funtowicz y Ravetz, 2000).

Esta metodología es aun más urgente, cuando poco a poco vemos cómo la industria empieza a dominar la investigación científica. En torno a algunas universidades ligadas con marcas y compañías se han formando parques industriales de investigación como Silicon Valley, Route 128, Research Triangle (universidades de Duke, de North Carolina y la estatal de North Carolina), Princeton Corridor, Silicon Hills Texas, la Medical Mile (Penn y Temple University), Optics Valley (Universidad de Arizona) y el Golden Triangle (Universidad de California en San Diego). Lentamente esto hace que los académicos o investigadores se conviertan en empleados o jefes corporativos y que las universidades dejen de investigar para el interés público y se involucren cada vez más en proyectos que sirven a los intereses de sus clientes corporativos. De esta manera, empieza a anularse la posibilidad del beneficio público a través de la investigación, y en cambio servir al beneficio corporativo.

También se va perdiendo la posibilidad de contar con una investigación independiente.

En este escenario, ¿qué ocurre cuando el producto de una de estas empresas que financian la investigación científica en universidades y otros centros de investigación levanta controversia porque su uso puede generar impactos negativos en la salud y el ambiente? Pues ¡se construyen evidencias a pedido de las empresas contratantes! Por eso la ciencia tiene que ser analizada éticamente. La ciencia producida bajo el auspicio de la industria sostiene que no puede ser analizada desde una perspectiva ética y que la cuestión del riesgo no tiene nada que ver con ella.

Se trata entonces de una ciencia de mala calidad, que defiende su "neutralidad" y está divorciada de valores morales. Esta ciencia ignora con frecuencia las evidencias científicas; ha sido cooptada por quienes la auspician, que cada vez más son las empresas transnacionales y sus científicos, que hacen "ciencia por contrato". Semejante ciencia puede hacerle daño a nuestra salud y producir impactos negativos al ambiente.

Esto no sucede solamente a nivel de las empresas. Hay denuncias recientes que señalan que el Gobierno de Estados Unidos ha interferido en resultados científicos que van en contra de sus políticas.

La revista "Democracy Now" (2006) reporta que el *New York Times* informó que:

■ *"Líderes sindicales que representan a miles de científicos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) están acusando a los directores del organismo de ceder ante la presión política y permitir el uso de químicos perjudiciales en los pesticidas agrícolas. El llamado tiene lugar antes del vencimiento del plazo este jueves para que el Congreso apruebe miles de químicos que los científicos dicen que plantean graves riesgos para los fetos, las mujeres embarazadas, los niños y los ancianos". El artículo añade que "En algunos casos la EPA habría ignorado los estudios científicos independientes que contradicen los (estudios) patrocinados por la industria de los pesticidas" (Janofsky, 2006).* _____

Veamos, a manera de ilustración, la forma cómo Solomon, científico al servicio del CICAD, atendiendo a unos pretendidos principios de rigurosidad científica, quiere desvirtuar los aportes de Cox. En el informe de la CICAD comisionado a Solomon *et al* (2005), para analizar los impactos del programa de erradicación de cultivos ilícitos en Colombia, aparece el siguiente pie de página:

■ *"Debemos anotar que han aparecido en la literatura varias publicaciones sobre el glifosato enfocadas en los efectos adversos del glifosato. Un panfleto/folleto por Cox (1999) fue producido a nombre de una organización activista. El panfleto era muy breve y no fue revisado por pares. Además, un artículo que pretendía hacerse pasar por una revisión científica se publicó en 1998 (Cox, 1998) en el Journal of Pesticide Reform. Se debe recalcar que el Journal of Pesticide Reform no publica artículos originales, no es revisado por pares, es producido por un grupo de activistas y que el editor es a menudo el autor de los artículos. Debido a esto, estos artículos no se utilizaron en este informe".* _____

Ante estas afirmaciones, hay que preguntar si se debe descalificar toda publicación hecha por parte de organizaciones de la sociedad civil, cuyo objetivo es defender el bienestar público. El *Journal of Pesticides Reform* es publicado por la Northwest Coalición for Alternatives to Pesticides, cuya misión es "proteger a la gente y al ambiente por medio de encontrar soluciones saludables para el problema de las pestes".

Como esta coalición, existen muchas organizaciones de la sociedad civil como la Red de Acción de Plaguicidas y sus Alternativas, Pesticides Action Network, y otras que cuentan con científicos especializados que tienen como objetivo trabajar por el bienestar colectivo. ¿Deben ser descalificados los trabajos generados por estas organizaciones?

Contrastemos esto con las referencias utilizadas en el informe de Solomon *et al*, (2005).

Buena parte de las citas bibliográficas que él utiliza sobre la inocuidad del glifosato, un producto de Monsanto, toma Solomon de investigaciones amparadas por Monsanto y hechas por el profesor Gary Williams (Monsanto, 2005). De acuerdo a la información de Monsanto, el profesor Williams es Director de Patología Ambiental y Jefe del Programa de Medicina, Alimentos y Seguridad Química en el New York Medical College. Este centro de investigación ((NYMC, 2007), cuenta con una División de Desarrollo Tecnológico e Investigación financiada por la industria; negocia y maneja relaciones con la industria y lleva a cabo transferencia de resultados para su aplicación comercial.

El protocolo para los estudios epidemiológicos sobre la salud humana en Colombia y el cuestionario para evaluar la fertilidad/fecundidad fueron aprobados por el Comité de Ética de la Fundación Santa Fe de Bogotá (Solomon *et al*, 2005). La Fundación Santa Fe de Bogotá tiene como benefactores corporativos a: Dupont de Colombia, Dow Química de Colombia, Cyanamid

de Colombia, Johnson & Johnson, Laboratorios Abbot, Laboratorios Merck Sharp & Dhome, Pepsicola, Phillips Morris de Colombia, S.A., Occidental de Colombia Inc., Compañía Colombiana de Tabaco, Colgate-Palmolive, entre otros (Fundación Santa Fe, 2007).

¿Dónde está la imparcialidad de la Fundación que aprobó los protocolos?

En este contexto, las declaraciones juramentadas del Dr. Camilo Uribe, también miembro de la Comisión Científica Colombiana en el año 2003, son sorprendentes. Sus palabras, recogidas por Pinzón (2003), y a quien éste presenta como "*Director del Centro Científico más importante en Colombia en materia de toxicología*", mencionan que:

■ "*Por vía oral (...) se ha calculado una dosis tóxica letal [para ratas], es decir, capaz de producir la muerte, de 5.500 mg/kg. de peso, esto quiere decir que un ser humano adulto promedio en Colombia, con un peso de 60 kilos debería ingerir una cantidad aproximada de 15 a 18 litros del producto formulado para producirse una toxicidad aguda severa, en el caso del niño hablaríamos de menores de 12 años...la ingesta oscilaría entre 6-8 litros...(p.71).*"

Aparte de violar el Código de Conducta de la FAO sobre distribución y uso de plaguicidas, que recomienda en su artículo 11, sobre la publicidad, que se eviten palabras que despierten la confianza en los tóxicos (CONAIE, 2001), afirmaciones como

estas, aunque juramentadas, parten de premisas incorrectas, y por tanto las conclusiones que de ellas derivan son inconsistentes.

El primer error es atribuir a las personas el mismo nivel de letalidad que se observa en ratas, principio falso de partida. Pero incluso, siguiendo la línea de pensamiento del Dr. Uribe, el CIF (2003) demuestra la gravedad del error. Según Monsanto el Roundup contiene 480gramos/litro de glifosato como ingrediente activo. Si siguiéramos el razonamiento del Dr Uribe, de que se necesitan 5.500mgr/kg para producir la muerte en las personas como en las ratas, un ser humano adulto promedio en Colombia, con un peso de 60 kilos, debería ingerir una cantidad aproximada de 330.000 mg o 330 gr del producto formulado, es decir 0,68 litros o 687ml de glifosato. Si, según algunos estudios en animales, la absorción intestinal es de un 30% (y se tarda 7 días en eliminar el 99%), significa que de esos 687ml se van a absorber 206, por lo que "para que se produzca la muerte, o se esté al borde de ella", se necesitaría que 687ml sean el 30% absorbido por el intestino. Por tanto el 100% de lo ingerido tendría que ser 1.668ml., o sea 1,6 litros, y no los 16 litros que menciona el Dr. Uribe.

El CIF (2003) además describe cómo, si aceptamos que efectivamente la literatura recoge que el glifosato + POEA es 22 veces más tóxico (y no hay estudios con la suma del Cosmoflux, que incrementa su absorción), bastarían, según las cifras que estamos manejando (1.668ml / 22 veces), 76 centímetros cúbicos (aproximadamente el tercio de un vaso) para que se produjera la muerte o intoxicación aguda grave.

Esta cantidad coincide con la de los casos registrados en Japón, donde se ha descrito la muerte de personas tras la ingesta. En una revisión de intoxicaciones, Nivia (2001b) calculó que la cantidad de Roundup concentrado, intencionalmente ingerido en casos de suicidio, fue de 184 centímetros cúbicos (rango de 85 a 200), aunque se anota que la ingestión de cantidades mayores en otros casos resultó sólo en síntomas leves a moderados. Otros estudios reportan que la ingestión promedio de 104 a 120 centímetros cúbicos no ha llegado a ser fatal, mientras que la de 206 a 263 centímetros cúbicos produce la muerte. En Brasil, el Centro de Control de Intoxicaciones de Unicamp (2001), informa que una dosis de 25 centímetros cúbicos puede causar fuerte lesión gastroesofágica, la ingestión de 5ml intoxicación leve, la de 20ml moderada, y por encima de 85ml grave. El lavado gástrico está indicado hasta 4 horas después, a partir de la ingesta de 0,5ml/kg que ya es dosis tóxica. La entubación endotraqueal está indicada en algunos casos para prevenir las aspiraciones y evitar la neumonía química. Se recomienda realizar monitoreo cardiovascular, respiratorio y renal a las personas intoxicadas.

En un ambiente como el fronterizo entre Ecuador y Colombia, donde las parasitosis intestinales son importantes, la desnutrición escolar es de alrededor de 30%, y las enfermedades tropicales tienen alta incidencia, cantidades menores pueden, sin embargo, ser más tóxicas. Con 5ml/Kg se produce irritación de la mucosa gastrointestinal y puede aparecer hipotensión, acidosis metabólica, insuficiencia pulmonar y oliguria, como refiere Unicamp, a diferencia de lo sostenido por el Dr.

Uribe en CIESPAL, en Quito. Consta en su declaración juramentada, aunque no escrita ni difundida en documento público, pues no soportaría, es obvio, el debate científico.

Preceptos jurídicos _____

existe una normativa o marco legal nacional e internacional que sustenta el derecho inalienable a la salud y ordena su garantía y protección

por parte de los Estados cuya población se vea afectada.

La República del Ecuador considera que para abordar adecuadamente el tema de las aspersiones aéreas, deben considerarse dos aspectos de vital importancia que tienen concretos sustentos jurídicos: la centralidad de la persona humana y el deber de protección del Estado; y la vigencia del principio de precaución.

NORMATIVA ECUATORIANA LEGAL RELACIONADA CON EL DERECHO A LA SALUD

*La Constitución Política (Art. 42) como garantía del derecho a la salud, su promoción y protección.

*El Código de Salud (J. M. Velasco Ibarra, 1971) y sus sucesivas reformas.

*La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud (2002) y su Reglamento (2003); Obligaciones del Sistema Nacional de Salud, Art. 3 Objetivos (con sus numerales 2 y 3: 2. Proteger integralmente a las personas de los riesgos y daños a la salud; al medio ambiente de su deterioro o alteración. 3. Generar entornos, estilos y condiciones de vida saludables.; 5 Mecanismos de implementación (numeral 2):

2. Acciones de prevención y control de los riesgos y daños a la salud colectiva, especialmente relacionados con el ambiente natural y social. Obligaciones establecidas por el Código de Salud; Normas del Saneamiento Ambiental (disposiciones generales Capítulo 1, Art. 7,8,11,12). Art. 7.- El saneamiento ambiental está sujeto a la política general de salud, a las normas y a los reglamentos que proponga la Dirección Nacional de Salud, estableciendo las atribuciones propias de las municipalidades y de otras instituciones de orden público o privado. Art. 8.- La Dirección Nacional de Salud podrá asumir, transitoriamente, las funciones propias de otras Instituciones, cuando haya necesidad de proteger la salud pública. Art. 11.- Cuando una persona, natural o jurídica, obligada a realizar obras sanitarias o higiénicas, las demore o las ejecute en otra forma que la ordenada, la autoridad de salud podrá llevarla a ejecución por cuenta de dicha persona, y se cobrará el costo de ella por vía coactiva más el diez por ciento por gastos de administración. Art. 12.- Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Los reglamentos y disposiciones sobre molestias públicas, tales como, ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y otras, serán establecidos por la autoridad de salud.

Del abastecimiento de agua potable (Capítulo 2, Art 16,17).

Art. 16.- Toda persona está obligada a proteger las fuentes y cuencas hidrográficas que sirven para el abastecimiento de agua, sujetándose a las disposiciones de este Código, leyes especiales y sus reglamentos.

Art. 17.- Nadie podrá descargar, directa o indirectamente, sustancias nocivas o indeseables en forma tal, que puedan contaminar o afectar la calidad sanitaria del agua y obstruir, total o parcialmente, las vías de suministros. De los Plaguicidas (Título VIII)). Art. 149.- Las empresas que elaboran o comercializan plaguicidas, y las que se dedican a la desinfección, desratización, fumigación de los domicilios, ambientes colectivos y áreas rurales, deben contar con permiso previo para su funcionamiento, y estarán sometidas al control periódico de sus operaciones. Art. 150.- No podrán almacenarse, transportarse o venderse plaguicidas, sin el empleo de envase adecuado que lleve la advertencia de su peligro.

La centralidad de la persona humana y el deber de protección del estado ecuatoriano.

Varios pronunciamientos de órganos jurisdiccionales internacionales han puesto de relieve la responsabilidad estatal de proteger los atributos básicos de la persona humana a través de la protección de los derechos humanos y, si fuera el caso, de la restricción de la acción del poder público. Por ejemplo, según la Corte Interamericana de Derechos Humanos:

■ *"... la protección a los derechos humanos (...) parte de la afirmación de la existencia de ciertos atributos inviolables de la persona humana que no pueden ser legítimamente menoscabados por el ejercicio del poder público. Se trata de esferas individuales que el Estado no puede vulnerar o en los que sólo puede penetrar limitadamente. Así, en la protección de los derechos humanos, está necesariamente comprendida la noción de la restricción al ejercicio del poder estatal"* _____

La obligación de hacer respetar o garantizar los derechos humanos, por su lado, según la misma Corte:

■ *"(...) implica el deber de los Estados Partes de organizar todo el aparato gubernamental y, en general, todas las estructuras a través de las cuales se manifiesta el ejercicio del poder público, de manera tal que sean capaces de asegurar jurídicamente el libre y pleno ejercicio de los derechos humanos. Como consecuencia de esta obligación los Estados deben prevenir, investigar y sancionar toda violación de los derechos reconocidos por la Convención y procurar, además, el restablecimiento, si es posible, del derecho conculcado y, en su caso, la reparación de los daños producidos por la violación de los derechos humanos."* _____

La normativa internacional, la Constitución de la República y los pronunciamientos jurisdiccionales internacionales determinan que la

República del Ecuador tiene la obligación de actuar para proteger y prevenir el menoscabo de los derechos humanos de personas bajo su jurisdicción, como es el caso de los ciudadanos ecuatorianos afectados en sus derechos por las aspersiones aéreas que lleva a cabo el Gobierno de la República de Colombia en su territorio y cuyos efectos alcanzan al territorio ecuatoriano.

Sobre el principio de precaución

El Estado ecuatoriano, a través de diversas instancias administrativas y judiciales, ha recibido múltiples informes y testimonios de habitantes en territorio ecuatoriano que han afirmado haber sufrido daños por las fumigaciones producidas en territorio colombiano. Ecuador cuenta con un amplio catálogo de tales indicios, tanto de estudios científicos como de testimonios de pobladores, así como de pronunciamientos internacionales de expertos de las Naciones Unidas y otras instancias independientes.

Reportes sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente del Programa colombiano constan en pronunciamientos tales como el Informe del Comité de los Derechos del Niño de la ONU de 2006, que expresa su preocupación por

■ *“los problemas de salud ambiental que crea el uso de la sustancia glifosato en las campañas de fumigación aérea contra las plantaciones de coca (que forman parte del Plan Colombia), ya que esa práctica afecta la salud de grupos vulnerables, entre ellos niños”.*

EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN COMO OBLIGACIÓN IRRENUNCIABLE Y CONDICIÓN DE OBJETIVIDAD SE APLICA CUANDO

- (1) Hay una razonable sospecha del proceso destructivo, y
- (2) Hay una incertidumbre científica; entonces
- (3) Hay un deber de tomar acción para prevenir, mediante
- (4) La transferencia del peso de la prueba desde la comunidad que sufre el problema hacia aquellos cuyas actividades provocaron la sospecha de daño en primer lugar, y evaluando las alternativas disponibles para encontrar aquella que ofrezca el menor daño posible, usando un proceso de toma de decisiones transparente, informado y democrático, que incluya a los afectados.

El Comité también recomienda a Colombia

- *"que lleve a cabo evaluaciones independientes y basadas en derechos de los efectos ambientales y sociales de las fumigaciones en diferentes regiones del país y vele por que, si éstas afectan a comunidades indígenas, se consulte con éstas previamente y se tomen todas las precauciones necesarias para evitar efectos dañinos en la salud de la infancia."*

Asimismo, en un informe sobre su misión a Colombia misión a Colombia, el Relator Especial sobre los Pueblos Indígenas de la ONU (Stavenhagen, 2005) señaló a la Comisión de Derechos Humanos que

- *"la expansión del cultivo y tráfico de estupefacientes y su combate, especialmente a través de las fumigaciones aéreas de los plantíos, han incidido en forma negativa sobre el medio ambiente, la economía, la vida social y la cultura de los pueblos indígenas", y recomienda que "al menos que lo pida expresamente una comunidad indígena con previo conocimiento completo de sus implicaciones, no deberán practicarse fumigaciones aéreas en plantíos de cultivos ilícitos cercanas a poblados indígenas o zonas de abastecimientos de estos poblados."*

El mismo Relator Especial (Stavenhagen, 2006) en su informe al Consejo de Derechos Humanos sobre su misión al Ecuador ha manifestado:

- *"85. Se recomienda a los gobiernos del Ecuador y Colombia que nombren una comisión internacional independiente para estudiar los efectos de las fumigaciones aéreas sobre las poblaciones indígenas fronterizas y recomienda las medidas correspondientes vinculantes para estos gobiernos para resarcir los daños."*

86. Se recomienda al Gobierno de Colombia que suspenda definitivamente las fumigaciones aéreas de los cultivos ilícitos en la región fronteriza con el Ecuador."

87. Se recomienda al Gobierno del Ecuador que diseñe y aplique un plan de emergencia (en consulta con los pueblos indígenas de la región) para hacer frente a la crítica situación de las comunidades indígenas fronterizas (especialmente del pueblo Awá) como resultado del impacto que ha tenido el conflicto interno en Colombia, las actividades ilícitas de cultivo y tráfico de estupefacientes, el deterioro del medio ambiente, el influxo de refugiados indígenas del vecino país, la situación de inseguridad y violencia en la zona. Deben ser revisadas las concesiones que se han dado a las diversas empresas petroleras y mineras. El Estado debe generar políticas públicas encaminadas a proteger a los distintos sectores, pueblos y comunidades que viven en la zona de la frontera norte, con plena participación de estos pueblos, incluyendo el ejercicio de la consulta previa libre e informada."

El Tribunal Constitucional de la República del Ecuador ha considerado que los impactos de

las fumigaciones en el territorio ecuatoriano han provocado “*gravísimos problemas*” que el Gobierno del Ecuador no puede dejar de atender desde sus competencias. Ante una demanda al Ministerio de Relaciones Exteriores para que realice todas las gestiones diplomáticas a su alcance para procurar que no se efectúen fumigaciones en una franja de diez kilómetros, medidos desde la línea de frontera hacia el interior de la República de Colombia, la sentencia dictada por el más alto tribunal de control de constitucionalidad resolvió que:

■ *“se adopten de inmediato, las medidas conducentes a remediar los daños irrogados e impedir que sigan causándose, con cuyo propósito*

los Ministerios demandados y organismos competentes de la Función Ejecutiva, en sus respectivas órbitas de acción, ejecutarán las providencias tutelares y de reparación necesarias, porque las acciones que hasta aquí se han tomado, no han podido solucionar, hasta hoy, de manera definitiva, los gravísimos problemas denunciados.” _____

Esta resolución del Tribunal Constitucional que, entre otros principios y derechos, invocó el principio de precaución, no es la única. Existen fallos en otros tribunales internacionales en los que, incluso sin que exista evidencia científica, se ha impedido ejecutar acciones que podrían tener riesgo para la salud.

LA INCLUSIÓN DEL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN EN DERECHO INTERNACIONAL

En el derecho ambiental internacional, existe abundante legislación relacionada con el principio de precaución. De igual modo, se pueden apreciar regulaciones y hasta prohibiciones en relación al uso del glifosato, lo que pone de manifiesto la relevancia de la aplicación del principio de precaución. A continuación se hace una sistematización de los cuerpos legales más importantes:

* Capítulo Mundial de la Naturaleza, 1982

Aquellas actividades que pueden entrañar riesgos a la naturaleza, deben ser precedidas de una evaluación extensiva. Sus proponentes deben demostrar que los beneficios esperados superan los potenciales daños a la naturaleza y cuando los potenciales impactos no son totalmente entendidos, no se deben llevar a cabo las actividades (Principio 11.b).

* Protocolo de Montreal sobre Erosión de la capa de Ozono

Las Partes de este Protocolo... determinan proteger la capa de ozono, por medio de tomar medidas precautelatorias para controlar las emisiones... que lo erosionan, con el objetivo último de su eliminación, en base al desarrollo del conocimiento científico, tomando en cuenta consideraciones técnicas y económicas.

- * Declaración Económica, Cumbre Económica de Naciones Industrializadas, 1990
Acordamos que, frente a amenazas irreversibles de daños ambientales, la falta de certidumbre científica, no es una excusa para posponer acciones que justifiquen su propio derecho.
- * Recomendaciones de La Haya sobre Derecho Internacional, 1991
En el desarrollo de políticas ambientales a nivel nacional o internacional, los estados deben aplicar entre otros: principios que tomen acciones de precaución. (Principio I.3d).
- * Agenda 21, 1992
Ante amenazas de daños ambientales irreversibles, la falta de conocimientos científicos no deben ser excusa para postergar la adopción de medidas que se justifiquen de por sí. El enfoque basado en el principio de la precaución, podría suministrar una base científica sólida para la formulación de políticas relativas a sistemas complejos que aún no se comprenden plenamente y cuyas consecuencias no se pueden predecir todavía (Parágrafo 35.3).
- * Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992
Observando que cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica, no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza (Preámbulo).
- * Declaración de Río de Janeiro sobre Ambiente y Desarrollo, 1992
Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación ambiental. (Principio 15).
- * Convenio Marco sobre Cambio Climático, 1992
Las Partes tomarán medidas precautelatorias para anticipar, prevenir o minimizar las causas del Cambio Climático y mitigar sus impactos adversos. Cuando haya amenazas de daños graves o irreparables, la falta de certidumbre científica no debe ser usada para posponer esas medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para tratar con el Cambio Climático, deben ser efectivas para asegurar los beneficios globales y al menor costo posible (Artículo 3.3).
- * Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad
La falta de certidumbre científica debido a la falta de información y conocimientos científicos relevantes relacionados con la extensión de efectos adversos potenciales de los organismos vivos modificados, para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica en las partes de importación, tomando en cuenta los riesgos a la salud humana, no debe prevenir a una Parte de importación, tomar acciones para prevenir o minimizar dichos efectos adversos potenciales.

El Convenio sobre Diversidad Biológica _____

El Convenio sobre Diversidad Biológica establece que es obligación de los Estados asegurar que las actividades que se llevan a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control, no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional (Artículo 3).

Tanto Colombia como Ecuador son Partes de este convenio internacional.

Reacciones oficiales en Colombia _____

Son numerosas las manifestaciones de autoridades colombianas que hablan de la amplitud del impacto de las aspersiones aéreas en ese país:

En febrero del 2007, el Sr. Alejandro Vélez, director encargado de la DNE reconoció que en Colombia se habían producido casi 7.000 quejas por las aspersiones aéreas, que se había iniciado procedimiento en 772 (11%) y que se había fallado a favor de 33 (0,47%), aunque ni una sola por problemas a la salud (el procedimiento fue creado para daño en bienes lícitos, no para salud) (CIF, 2007).

La Defensoría del Pueblo de Colombia (DPC, 2002) ha concluido que

- *"la ejecución del Programa de Erradicación Aérea de los Cultivos Ilícitos no se ajusta a los mandatos de la Constitución Política (...) no es adecuada para el fin propuesto y que la afectación que ésta genera sobre los derechos*

fundamentales de los colombianos supera con creces los pretendidos beneficios que ella generaría". _____

Ese mismo año en la resolución N° 26, la Defensoría del Pueblo de Colombia (DPC, 2002) sentenció:

- *3.9.1. Los daños en los cultivos de pancoger de los campesinos e indígenas ponen en riesgo su seguridad alimentaria, puesto que, con la destrucción de sus cultivos de yuca, plátano, maíz y árboles frutales, no se asegura a la población el suministro de alimentos que cubran sus necesidades nutricionales. _____*

En la Resolución Defensorial N° 28 (DPC, 2003), reconoció que *"las fumigaciones, además de no haber demostrado su efectividad en la lucha contra las drogas ilegales, han privilegiado el objetivo de luchar contra la delincuencia, sin armonizar sus consecuencias con otros preceptos constitucionales"*, con ese antecedente afirmó en su estudio sobre el eje cafetalero que:

- *107. La aplicación del PECIG (Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos con Glifosato) ahondaría las vulneraciones al derecho a la alimentación y a la seguridad alimentaria. Ello como consecuencia de los siguientes efectos del citado programa:*
 - a. la destrucción de cultivos lícitos por el uso del Glifosato.*
 - b. la contaminación de las fuentes de agua y, con ello, la afectación de los recursos hídricos.*
 - c. los impactos sobre proyectos producti-*

vos, bien sean los dirigidos a asegurar el autoabastecimiento de alimentos (cultivos de pancoger⁹, cría de animales y estanques piscícolas, entre otros) o los orientados a generación de nuevos ingresos (cultivos de larga duración y de diversificación, tales como la siembra de frutas).

- d. la posible pérdida de credibilidad en el mercado internacional sobre la calidad del café colombiano. _____

La Contraloría General de la República (CGR, 2001) en un informe especial sobre la política de aspersiones concluyó:

- *"Tras la verificación de las evidencias y de acuerdo con un criterio de equidad y responsabilidad observamos que es necesario y urgente un cambio en la estrategia de erradicación química de cultivos de uso no lícito que contemple: suspender la fumigación con herbicidas y la implementación de una estrategia alternativa integral y coordinada cuyos criterios deben ser, entre otros: voluntaria, manual, concertada y gradual (...) Debido a los altos costos ambientales, sociales y económicos de la actual estrategia, la CGR sugiere la conformación de una veeduría internacional para que realmente verifique y evalúe permanentemente la ejecución de estas políticas, como lo sugiere la Resolución Defensorial No. 04 de febrero de 2001."*
-

El Contralor General de la República de Colombia manifestó (Ossa, 2003):

- *"El costo de disminuir los cultivos de coca, amapola y marihuana es altísimo en términos de la dignidad de las personas que viven en esas zonas, del atropello que se comete contra ellas y, naturalmente, un costo económico considerable, escandaloso (...) la fumigación tiene efectos colaterales dañinos para el medio ambiente y para los campesinos, de lo contrario no tendría por qué haber un plan de manejo ambiental (...) Aquí se fumiga por encima de cualquier consideración, atropellando los derechos de las personas, atropellando impunemente el medio ambiente."*
-

La Contraloría General de la República (CGR, 2005) reconoce en el informe del 2005 que:

- *"las aspersiones con glifosato se han desarrollado sin licencia ni plan de manejo ambiental durante 16 años (...) han asperjado en promedio, 22% más de las hectáreas de coca sembradas y existentes en el país (...) estos aspectos son de mucha importancia al considerar que hay zonas en el país que son sometidas a doble residualidad y repercusión a costa del herbicida sin que se tenga certeza del bajo nivel de residualidad en los suelos a cuenta del herbicida, pues el país no cuenta con laboratorios que puedan desarrollar estos análisis."*
-

Un informe de la policía (Pabón, 2001) del Valle de Guamués (departamento del Putumayo al sur de Colombia, frontera con Ecuador) en el 2001, reconoció que tras las fumigaciones de enero

y febrero de ese año, sobre 29.000 hectáreas de coca, se produjeron afectaciones de más de 4.430 hectáreas de otros cultivos (un 15,27% extra sobre lo programado para cultivos de coca, en cultivos de sobrevivencia) y se presentaron denuncias de 1.791 personas afectadas y pérdidas contabilizadas de 96.222 animales muertos o muy enfermos.

En el año 2005, el Senador Carlos Moreno Caro planteó al Senado la iniciativa de utilización de la mariposa "come coca", como alternativa natural en la erradicación de los cultivos ilícitos. El Proyecto, que finalmente fuera negado y archivado, buscaba ciertamente conseguir la prohibición legal de la erradicación de cultivos ilícitos con glifosato. En efecto, el Art. 1° disponía que la erradicación de cultivos ilícitos se realice *"mediante la utilización de métodos naturales alternativos que no conlleven efectos nocivos para la salud de la población y velen por la preservación y equilibrio del ecosistema del país."*

Al margen de lo discutible que resultaría, desde el punto de vista ambiental, el uso de este género de polilla para el control biológico de cultivos ilícitos, de la exposición de motivos del proyecto queda claro el reconocimiento que el Senador Moreno Caro hace de que la aspersión aérea con glifosato tendría efectos nocivos para la salud de la población y para el ecosistema, mientras que la mariposa 'come coca' supuestamente no los tendría; presunción bajo la cual *el autor pretende* –así lo destacan los encargados de su evaluación– *eliminar mediante una ley de la República la erradicación de cultivos ilícitos a través de aspersión aérea con glifosato.*

Los ponentes encargados del análisis del Proyecto, los senadores Rafael Pardo Rueda y María Isabel Cruz Velasco, apelando al estudio *preparado para la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD)*, argumentan que la aspersión aérea no pone en riesgo ni la salud de la población ni el ecosistema. Y añaden, en forma perspicaz, que si *la iniciativa entiende por métodos naturales alternativos "aquellos que no contemplen la utilización de químicos que pongan en riesgo la salud y el ecosistema" (parágrafo del artículo 1°), por lo tanto, los métodos naturales alternativos podrían incluso tener químicos pero que no "pongan en riesgo la salud y el ecosistema". Así las cosas –concluyen–, no sería pertinente prohibir legalmente la aspersión aérea de cultivos ilícitos con glifosato.*

Reacciones de Organizaciones Internacionales

Numerosos organismos internacionales han manifestado su preocupación por los impactos:

La Federación Internacional de Derechos Humanos (FIDH, 2003)) con sede en París ha exhortado al Gobierno de Colombia en función al Principio de Precaución, que suspenda las fumigaciones aéreas en todo el territorio nacional y utilice otros medios para luchar contra los cultivos de coca, dados los efectos devastadores de las aspersiones (con fondos norteamericanos) sobre las personas y el medio ambiente, y a lo ineficaz de sus resultados.

La Asociación Médica Americana (AMA, 2004) emitió una resolución en la cual se pedía que:

- *"Considerando que, las fumigaciones con el herbicida glifosato, proporcionado por la compañía de EEUU Monsanto, se ha reportado ser inadecuado e inexacto y causante de enfermedades generalizadas, destruyendo pastos, destruyendo cosechas de alimento, envenenando ganado, desplazando a millares de pequeños granjeros, y matando pájaros, mamíferos, la vida acuática y plantas naturales (...) SE RESUELVE, que nuestra Asociación Médica Americana emita una declaración pública que solicite el cese inmediato de aspersiones aéreas de herbicida en el país sudamericano de Colombia y sus países vecinos, hasta que los efectos a la salud en las poblaciones locales sean estudiados apropiadamente..."*
-

Profesores de la Universidad de Massachusetts (Massey et col, 2003) manifestaron que el programa de fumigaciones en Colombia presenta riesgos claros a la salud humana y al medio ambiente y que la incertidumbre es sobre la magnitud y el carácter específico de los mismos, recomendando la suspensión de las aspersiones.

El Center for International Policy (Isacson, 2003) ha manifestado que la falta de seguridad en las zonas donde se usan las aspersiones no debe ser un obstáculo para que, ante el gran número de quejas, no se las suspenda atendiendo al principio de precaución y a los reconocidos efectos dañinos que produce la fórmula comercial del Roundup y que la misma empresa suscribe en las etiquetas.



VIII. CONCLUSIONES GENERALES

1. Las aspersiones aéreas, con el paquete herbicida utilizado por el Gobierno de Colombia desde el año 2000, han venido provocando una serie de problemas: ambientales, agro-ecológicos, de salud y socioeconómicos, en la zona de frontera norte del Ecuador.
2. El paquete herbicida de amplio espectro, utilizado en las aspersiones aéreas en la frontera Ecuador-Colombia, tiene varios compuestos químicos (glifosato, POEA, Cosmoflux, etc.), que solos o en conjunto, son los responsables de una parte de los efectos nocivos sobre la zona asperjada.
3. El paquete herbicida forma parte de un sistema nocivo que, a más de los impactos químicos, desencadena procesos de atemorización, migración y ruptura de los soportes comunitarios, destrucción de fuentes de alimentación y sustento económico, impacto en la biota y especies benéficas.

4. La interpretación y el análisis que sobre el problema de las aspersiones aéreas se han dado por parte del gobierno de Colombia y sus técnicos, parten de criterios científicos cuestionables desde la perspectiva epistemológica actual. Se privilegia la argumentación fundamentada en evidencias y pruebas fácticas cuantificables, reduciendo el espectro de observación al elemento glifosato y su deriva, mientras se descartan otros elementos empíricos comprobatorios, como los argumentos y testimonios de las comunidades, y aun se desconocen los estudios nacionales (de las propias instituciones académicas colombianas) e internacionales, que cuestionan el sistema de aspersión aérea con el paquete herbicida de amplio espectro (que incluye el glifosato), por ser de alta destructividad humano-ambiental.
5. Existen evidencias científico-técnicas y metodológicas que ponen en duda el informe de CICAD, usado como sustento para justificar o prolongar las aspersiones aéreas con el paquete herbicida.
6. Existen suficientes estudios internacionales que prueban el efecto nocivo del sistema de aspersiones aéreas del tipo implementado, y del propio glifosato y sus coadyuvantes, que además demuestran los daños ecológicos en diferentes niveles: ecosistemas y sus interacciones, plantas, animales, microorganismos, células, hormonas, genes y cromosomas.
7. Los estudios científicos realizados en Ecuador, sobre el impacto de las aspersiones aéreas con el paquete herbicida, comprueban el daño que provocan estas aspersiones en nuestro territorio. Las evidencias de este daño están verificadas por varias instituciones gubernamentales y académicas ecuatorianas y apuntan a la nocividad en cultivos, daño en animales, afectación de la biodiversidad y especies benéficas, la contaminación de suelos, e impacto en la salud humana física y mental. Muchos de los daños han sido verificados inmediatamente por comisiones oficiales, pero algunos de los daños, partiendo del efecto a largo plazo (cánceres, problemas de fertilidad, problemas malformativos, destrucción del ecosistema, cambios ambientales irreversibles, entre otros) sólo podrán ser evidenciados en el futuro y apenas se insinúan en la actualidad.

8. La problemática de las aspersiones aéreas ha conllevado a fenómenos aledaños como migración, inseguridad, disminución de la calidad de vida, desventajas en la obtención de alimento y vivienda, daño en la salud mental de los individuos expuestos y problemas sociales derivados de estos fenómenos.
9. Las evidencias científico-técnicas, sobre la nocividad de las aspersiones aéreas con el paquete herbicida, afirman la posición ecuatoriana sobre el no uso de esta metodología por las afectaciones que produce, porque contradicen toda norma de respeto a los derechos humanos, contrarían toda norma ética y de convivencia pacífica, e incumplen el Principio de Precaución reconocido por los más altos organismos multinacionales: Naciones Unidas, Organización Mundial de la Salud, Organismo Internacional de Derechos Humanos, Convenio sobre Diversidad Biológica.
10. Por todos estos argumentos expuestos, la Comisión Científico-Técnica Ecuatoriana, cuestiona y objeta el uso del sistema de aspersión aérea con el paquete herbicida asperjado, que llega a territorio ecuatoriano provocando los efectos nocivos descritos, y recomienda la inmediata petición de cese del mismo.
11. La Comisión Científica Ecuatoriana ha sistematizado innumerables testimonios sobre los diversos impactos, que han sido recogidos en las zonas afectadas, y que exigen demandar compensaciones por los daños causados.

Con todo lo expuesto queda claro que la erradicación aérea afecta a la población, en su salud física y psicológica y en su economía de cultivos lícitos, así como a los ecosistemas. Si a pesar de ello, el Gobierno de Colombia persiste en su política de aspersiones aéreas sobre su pueblo, se le reitera el pedido que, como medida de precaución, el Gobierno de Ecuador ha solicitado desde julio del 2001: que para precautelar la salud y la economía de los pobladores ecuatorianos de frontera, establezca una franja de amortiguamiento de por lo menos 10 km desde la frontera con Ecuador hacia el interior de Colombia en los cuales la erradicación de cultivos de uso ilícito no se haga de forma aérea, sino mediante otros método de erradicación.

1. Abdel- Malle, A.Y., *et al.* (1994). Effect of glyphosate on fangal population, respiration and the decay of some organic matter in Egyptian soil. Micro-biological Research 149: 69 – 73
2. Abdelghani, A.A. (1997). Toxicity evaluation of single and chemical mixtures of Roundup, Garlon-3A, 2,4-D, and Syndets surfactant to channel catfish (*Ictalurus punctatus*), bluegill sunfish (*Lepomis microchirus*), and crawfish (*Procambarus spp.*). Environmental toxicology and water quality. 12(3): 237-243
3. Acción Ecológica, (2001). "Reporte de la investigación de los impactos por las fumigaciones en la frontera ecuatoriana". Quito, Junio 2001.
4. ADUC (2003). Asociación Departamental de Usuarios Campesinos) et col. 2003. Informe de la Comisión de Verificación de las fumigaciones en el departamento de ARAUCA. Bogotá.
5. AIDA (2006). Programa de fumigación aérea del Plan Colombia – Análisis y crítica del informe del Departamento de Estado al Congreso de EE.UU. sobre el riesgo para los anfibios y especies amenazadas.
6. AMA, Resolución 420 (A-04). 30 de abril del 2004.
7. Andalo, V., *et al.* (2004). Compatibilidade de *Beauveria bassiana* com agrotóxicos visando o controle da cochonilha-da- raiz-do-cafeeiro *Dismicoccus texensis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). Neotropical Entomology. 33(4): 463-467
8. Ashraf Haidari, M. (2007). Prohibition of Use of Fumigation (Glyphosate or Roundup) in Afghanistan. Washington: Official Memorandum of the Embassy of Afghanistan in the USA.

9. Asteraki, E. J., *et al.* (1992). The impact of chemical removal of the hedge-base flora on the community structure of carabid beetles (COL., Carabidae) and spiders (Araneae) of the field and hedge bottom. Journal of Applied Entomology. 113: 398 – 406.
10. Astudillo, Y. *et al.* (2006). Análisis del daño al ADN por exposición a Glifosato. Libro de Resúmenes. XXX Jornadas de Biología, Quito. Genet: 04.
11. Austin, A. P. *et al.* (1991). Impact of an organophosphate herbicide (glyphosate) on periphyton communities developed in experimental streams. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 47: 29-35
12. Barriga, R. (2001). Peces del Parque Nacional Yasuní. Pp. 139-142. En JP Jorgenson and M Coello Rodriguez (Eds.). Conservación y desarrollo sostenible del Parque Nacional Yasuní y su área de influencia. Memorias del Seminario-Taller 2001. Ministerio del Ambiente/UNESCO/Wildlife Conservation Society. Editorial SIMBIOE: Quito, Ecuador.
13. Bawa, K.S. y Hadley M. (1990). Reproductive Ecology of Tropical Forest. Plants Man and Biosphere Series. Volumen 7. UNESCO.
14. Bell, F. W. *et al.* (1997). Motor-manual, mechanical, and herbicide release affect early successional vegetation in northwestern Ontario. Forestry Chronicle 73.
15. Bellé, R. (2007). El Glifosato Formulado es el que Provoca las Primeras Etapas del Cáncer. Red de Acción en Plaguicidas en América Latina. http://webs.chasque.net/~rapaluy1/glifosato/Glifosato_cancer.html
16. Bezbaruah, B., *et al.* (1995). Effect of pesticides on most probable number of soil microbes from tea (*Camellia sinensis*) plantations and uncultivated land enumerated in enrichment media. India J. of Agric. Sciences 65(8): 578 – 583.
17. Bidwell, J.R. y Gorrie, J.R. (1995). Western Australia. Dept. of Environmental Protection. Acute toxicity of a herbicide to selected frog species. Final

report. Technical Series: 79 (9) Western Australian Dept. of Environmental Protection.

18. Bigwood, J. (2002). Breve Resumen de la Literatura Científica con Respecto a los Efectos Nocivos de Formulaciones Que Contienen Glifosato en Biotas Acuáticas y Suelos. Consultoría para el Ministerio del Ambiente, 6 de marzo. Quito.
19. Boada, C. (2006). El Ecuador biogeográfico. Ecuador Tierra Incógnita. No. 40.
20. Bode, R., *et al.* (1986). Comparative studies on the enzymological basis for growth inhibition by glyphosate in some yeast species. Biochemie Und Physiologie Der Pflanze 181: 39-46
21. Breilh, J. (2004). Epidemiología Crítica. Editorial FIOCRUZ. Buenos Aires.
22. Bruce, P. (1996) Environmental Contaminants and Amphibians in Canada. Pesticides and Behaviour in Tadpoles. FROGLOG 16.
23. Brust, B.E. (1990). Direct and indirect effects of four herbicides on the activity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). Pestic. Sci. 30: 309-320.
24. Cabrera, M.L. (2003). Informe a la Personería Municipal de Buesaco. Nariño.
25. Campaña, A. (2004). Misión de observación a los efectos del Plan Colombia en el Departamento de Nariño. Efectos sobre la Salud.
26. Campaña, A. (2005). Misión de observación a los efectos del Plan Colombia en el Cantón San Lorenzo. Efectos sobre la salud.
27. Castro, J. F., (2000). "Los cultivos ilícitos, política mundial y realidad en Colombia". Defensoría del Pueblo de Colombia. Bogota.
28. CCME (1989). Canadian water quality guidelines, Ottawa, Ontario. *Environment Canada*. Canadian Council of Ministers of the Environment.

29. CEDHU (2007). Reseña de los materiales que ha producido el Comité Interinstitucional contra las fumigaciones. <http://www.cedhu.org/html/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=95>
30. CEEA (2004). Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Reporte de análisis de glifosato en agua. CEEA. Ecotoxicología. Quito.
31. CEEA (2004). Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (2004). Reporte de análisis de glifosato en sedimentos. CEEA. Ecotoxicología. Quito.
32. CGR (2001). Auditoría especial a la política de erradicación de cultivos ilícitos. Contraloría General de la República – Contraloría Delegada para el Medio Ambiente. Julio de 2001
33. CGR (2005). Plan Colombia: quinto informe de Evaluación. CGR. Bogotá
34. Chaim, A. (2004). Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Fatores que Afetam a Eficiência e o Impacto Ambiental. In: Silva CMMS e Fay EF. Agro-tóxicos & Ambiente. Brasília. Embrapa, 289-317.
35. Chiverton P. A. and Sotherton N.W. (1991). The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. Journal of Applied Ecology 28: 1027 – 1039.
36. CIF (2003). Amicus Curiae: Impactos en Ecuador de las fumigaciones a cultivos ilícitos en Colombia. CIF (Comité Interinstitucional sobre Fumigaciones). Quito.
37. CIF (2007). Entrevista realizada el 21 de febrero del 2007 en la DNE de Bogotá con el Sr. Alejandro Vélez (Director Encargado de la DNE y Elena Hani Jalam, Subdirectora de Asuntos Regionales y Erradicación de la DNE.
38. Claro, J. y Paganella, F. (2000). Roundup ou Glifosato: Agrotóxicos Que Afetam a Vida. Sobradinho: Câmara Técnica para Atividades Agrossilvi-pastorais.

39. Comisión Científica Ecuatoriana. (2007). Evaluación del impacto de las aspersiones aéreas de febrero del 2007 sobre los habitantes de Mataje.
40. Comisión Interministerial. (2001). Informe Conjunto de la Comisión Interministerial a Lago Agrio. Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Defensa, OPS. Quito.
41. Coloma, L. (2005). Ecuador, Tierra de Sapos y Ranas. Ecuador Tierra Incognita No. 33.
42. Coloma, L. (1991). Anfibios del Ecuador: Lista de especies, ubicación altitudinal y referencias bibliográficas. Reportes Técnicos de EcoCiencia. Quito.
43. Comisión Científica Ecuatoriana (2007). Evaluación del impacto de las aspersiones aéreas de febrero del 2007 sobre la salud y el ambiente de los habitantes de Mataje. Febrero.
44. Commission on Social Determinants of Health (2005) Towards a Conceptual Framework for Analysis and Action on the Social Determinants of Health. Geneva: Discussion Paper for the Commission on Social Determinants of Health, May 2005
45. CONAIE, (2001) Informe Tecnico de la Comisión Internacional sobre los Impactos en Territorio Ecuatoriano de las Fumigaciones Aéreas en Colombia y Recomendaciones de las Organizaciones Indígenas, Campesinas y Sociales. CONAIE, Confeunasscc, FENOCIN, 19-22 de Julio del 2001
46. Constitución Política de la República de Colombia, Art. 80.
47. Constitución Política del Ecuador. 1998. (Art. 42).
48. Consejo de Europa, 98/256/CE: Decisión del Consejo de 16 de marzo de 1998 relativa a medidas de emergencia en materia de protección contra la encefalopatía espongiforme bovina y por la que se modifica la Decisión 94/474/CE.

49. Consejo de Europa 96/239/CE: Decisión del Consejo de 5 de mayo de 1998. Ver sentencia "Reino Unido/Comisión, pág. I-2265
50. Convenio sobre Diversidad Biológica (1992). Artículo 3.
51. Corte Interamericana de Derechos Humanos, La expresión "leyes" en el artículo 30 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, Opinión Consultiva OC-6/86 del 9 de mayo de 1986. Serie A No. 6, párr. 21.
52. Corte Interamericana de Derechos Humanos, Caso Velásquez Rodríguez Vs. Honduras, Sentencia de 29 de julio de 1988, Serie C No. 4, párr. 166.
53. Cosmoagro. (2004). Cosmo-Flux 411F, Coadyuvante de la aplicación de Agroquímicos. Lic. ICA 05.4-2186 – Colombia. Hoja Técnica 313.03. Mayo 30/94. Palmira.
54. Cox, C. (1991). Glyphosate Fact Sheet. Journal of Pesticide Reform 11(2).
55. Cox, C. (1995). Glyphosate, Part 2: Human Exposure and Ecological Effects. Journal of Pesticide Reform 15(4): 14-20.
56. Craye, Matthieu (2006). Reflexively Dealing with Uncertainty and Complexity in Policy Related Knowledge. En: Interfaces Between Science and Society. Guimaraes, Guedes and Tognetti, Editores. Sheffield: Greenleaf Publishing, p. 54-63
57. Cummins, J. (2002). Acrylamide In Cooked Foods: The Glyphosate Connection, 1 August 2002. ISIS Report. <http://www.i-sis.org.uk/acrylamide.php>.
58. Cummins, J. (2007). The Mysterious Disappearance of Honey Bees. The Permaculture Archives. <http://lists.ibiblio.org/pipermail/permaculture/2007-March/026349.html>
59. D'Anieri, P., *et al.* (1987). Small mammals in glyphosate treated clearcuts in Northern Maine. Can Field Nat. 101 (4): 547 – 550.

60. Defensoría del Pueblo de Colombia DPC (2002). Las fumigaciones y los derechos humanos. Amicus Curiae. Defensoría del Pueblo. Bogotá.
61. Defensoría del Pueblo de Colombia DPC, (2002). Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario en el marco del conflicto armado y de las fumigaciones de los cultivos de coca en el departamento del Putumayo. Resolución Defensorial Nacional N° 26. 9 de octubre. Bogotá. p. 25.
62. Defensoría del Pueblo de Colombia DPC, (2003). La crisis cafetera y las fumigaciones en el departamento de Caldas. Resolución Defensorial Nacional N° 28. Caldas. p.22-23. 21 de mayo.
63. Dewar A.M., *et al.* (2000) Glyphosate applied to genetically modified herbicide-tolerant sugar beet and 'volunteer' potatoes reduces populations of potato cyst nematodes and the number and size daughter tubers. Ann. Appl-Biol. 136(3): 179-187.
64. Democracy Now (2006). Científicos de la EPA: El organismo aprueba pesticidas perjudiciales ante presión de la industria. 2 agosto de 2006.
65. Descalzo, R.C. *et al.* (1996). Identification and role of Pythium species as glyphosate synergists on bean (*Phaseolus vulgaris*) grown in different soils. Mycol Res. 100 (8): 971-978
66. Didhám, R.K. (2007). La Influencia de los Efectos del Borde y de la Fragmentación de Bosques en los Invertebrados de la Hojarasca en Amazonia Central. In Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. Editado por William F. Laurance y Richárd O. Bierregaard, Jr.
67. Dinham, B. (1999). "Life sciences" take over. En: Pesticides News 44: 7. The Pesticides Trust. PAN-Europe. London, UK.
68. Dirección Nacional de Estupefacientes (2007). Carta dirigida el 17 de enero del 2007 al Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo con el n° 085 y

firmada por el Brigadier General Jorge Alirio Barón Leguizamon como Director Antinarcóticos.

69. Dood, J. C. y Jeffries, P. (1989) Effects of herbicides on tree vesicular-arbuscular fungi associated with winter wheat (*Triticum sativum* L). Biol. Fertl. Soils 7:113-119
70. Dos Santos M., J., et col. (2006). Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. Pesq. Agropc.bras. 41(2): 285 – 291.
71. Dunfield, K.E. y Germida, J., (2001). Diversity of bacterial communities in the rhizosphere and root interior of field-grown genetically modified *Brasica napus*. Microbiology Ecology 38: 1-9.
72. Eberbach, P.L. y Douglas, L.A. (1983). Persistence of glyphosate in sandy loam. Soil Biol. Biochem. 15(4).
73. Embera-Katio (2006)- Denuncia pública presentada por el Cabildo Embera del Alto San Jorge frente a la problemática ambiental generada por las fumigaciones de la policía antinarcóticos a las comunidades de Dochama (San Antonio y La Danta) en el alto Uré y Nejongó (San Juan Medio).
74. Environmental Protection Agency (1993). Glyphosate (CASRN 1071-83-6) Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/iris/subst/0057.htm>
75. Environmental Protection Agency (1999). Technical Fact Sheets on: Glyphosate. National Primary Drinking Water Regulations.
76. Evans, D.D. y Batty, M.J. (1986). Effects of high dietary concentrations of glyphosate (Roundup) on a species of bird, marsupial and rodent indigenous to Australia. Environmental Toxicology and Chemistry 5: 399-401
77. Farm Chemicals Handbook, (1990). Meister Publishing Co. Willoughby, USA

78. FIDH (2003). Comunicado de prensa: la FIDH a favor de la suspensión de las fumigaciones
79. Folmar, L.C. *et al.* (1979). Toxicity of the Herbicide Glyphosate and several of its formulations on fish and aquatic invertebrates. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 8: 269-278
80. Forestry Commission (1991). Ash dieback. Bulletin 93. HMSO. London. Reportado en ENDS Report: 193, 1991.
81. Forlani G. *et al.* (1995). Differential sensitivity of plant-associated bacteria to sulfonylurea and imidazonline herbicides. Plant and Soil. 176: 243-253.
82. Freed, K. (1989) "Anti-drug Effort Sows Bad Blood; Guatemala: Farmers Complain That Legitimate Crops Are Being Damaged by a U.S. Spraying Program Designed to Cut into Heroin Production." Los Angeles Times, October 15, 1989, Sunday, Home Edition
83. Fundación Santa Fe de Bogotá. Sitio web. Visitado el 11 de marzo del 2007. www.fsfb.org.co/cms/
84. Funtowicz, S. y Ravetz, J.R. (1994). The worth of a songbird - ecological economics as a post-normal science. Ecological Economics 10: 197-207
85. Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1990). Uncertainty and Quality in Science for Policy. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
86. Funtowicz, S. y Ravetz, J.R. (2000) Ciencia con la gente. La ciencia posnormal, Editorial Icaria, Barcelona.
87. Guimaraes, A., Guedes, S. y Tognetti, S. (2006). Interfaces Between Science and Society. Sheffield: Greenleaf Publishing.
88. Giolo, F.P. *et al.* (2005). Selectividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Planta Daninha, 23(3): 457-462.

89. Griffith, G., *et al.* (1993). Autecology and Evolution of the Witches' Broom Pathogen (*Crinipellis pernicioso*) of Cocoa. In: Ecology of Plant Pathogens.
90. Groot, H. *et al.* (2005). Glifosato: Riesgo Humano? Hipótesis. Apuntes Científicos Uniandinos, Diciembre No 6.
91. Gerritse, Beltrán y Hernández, (1996). Adsorption of atrazine, simazine, and glyphosate in soils of the Gngara Mound, Western Australia. Aust. J. Soil Res. 34: 599-607.
92. Haney, R.L. *et al.* (1999). Effect of glyphosate on soil microbial activity. Proc-S-Weed-Sci-Soc. 52: 215.
93. Hartman, W.A. y Martin, D.B. (1984). Effect of suspended bentonite clay on the acute toxicity of glyphosate to *Daphnia pulex* and *Lemna minor*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 33: 355-361
94. Hassan, S. A. *et al.* (1988). Results of the Fourth Joint Pesticida Testing Programme carried out by the Internacional Organization for Biological Control / WPRS – Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Journal of Applied Entomology 105: 321 – 329
95. Hotakainen, R. (2000) "Colombian Police Spray Herbicide on Coca, Wellstone," Minneapolis STAR TRIBUNE December 1, 2000. Available at <http://webserv5.startribune.com/stOnLine/cgi-bin/article?thisSlug=WELL01&date=01-Dec-2000&word=hotakainen>
96. Hutchinson, G.I. (1995). Nitrogen Cycle Interactions with Global Change Processes. In Niertenberg, W.I. Encyclopedia of Environmental Biology. San Diego, Academic Press. Volume 2: 583-587.
97. INAMHI (2006). Comportamiento Del Viento En La Zona Fronteriza Ecuador – Colombia. Instituto Nacional De Meteorologia E Hidrologia, Direccion Gestión Meteorologica, Estudios E Investigaciones Meteorologicas. 19 de diciembre.

98. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (2007). Manejo integrado de malezas en cultivo de arroz. En: Manual de arroz. INIAP
99. Isacson, A. (2002). Cumplimiento con las Condiciones de Fumigación en la Iniciativa Antidrogas Andina. Center for International Policy.
100. Isacson, A. (2003) Carta al Consejo de Estado de Colombia por Acción Popular Fumigaciones del Plan Colombia. Suscrita por 9 de septiembre del 2003.
101. Jave, O. (2001). *Fusarium oxysporum*. La micosis emergente. En: El uso de armas biológicas en la guerra contra las drogas. Memorias de la conferencia. Ed. Gallardo, L., et al. Quito.
102. Janofsky. (2006). Unions Say E.P.A. Bends to Political Pressure, New York Times, 2 de agosto de 2006.
103. Joensen, L. y Semino, S. (2004). OMGs en Argentina ¿a qué precio?. Estudio de Caso del Impacto de la Soja Modificada Genéticamente del Grupo de Reflexión Rural de Argentina. Informe publicado por Econexus y The GAIA Foundation. Londres.
104. Johal, G.S., et al. (1984). Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. Phytopathology 74(8): 950-955
105. Junior, P.T. Z. y Zambolin, L. (1994). Efeito de fungicidas e de herbicidas sobre a micorrizacão de *Eucalyptus grandis* por *Glomus etunicatum*. Fitopatol. Bras. (19) 2: 173-177.
106. Kaczewer, J. (2002). Toxicología del Glifosato: Riesgos para la salud humana, 15 enero del 2007: http://www.mamacoca.org/FSMT_sept_2003/es/doc/kaczewer_toxicologia_del_glifosato_es.htm
107. Kapos, V., et col. (1997). Cambios Relacionados al Efecto del Borde en el Ambiente y en las Respuestas de Plantas, como consecuencia de la Frag-

- mentación del Bosque en la Amazonia Central. En: Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. Editado por William F. Laurance y Richard O. Bierregaard, Jr.
108. Kjær, J. *et al.* (2003). The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme (PLAP). Monitoring results May 1999 - June 2002. Third report.
109. Kremer, R.J. and Donald, P. (2003) Herbicide impact on *Fusarium spp.* and soybean cyst nematode in glyphosate tolerant soybean. American Society of Agronomy (573) 882-2716.
110. La Hora, Confirman fumigación con hongo, 23 de agosto del 2000. Quito.
111. Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud (2002) y su Reglamento (2003). Art. 3.
112. Lacera-Rúa, A. (2000). Enfermedades asociadas con aspersión aérea de agroquímicos en áreas de cultivos ilícitos. Universidad de Magdalena. Santa Marta. Colombia.
113. Legarth Schmidt, A. (2003) Poisonous Spray on a Course Towards Drinking Water. Politken, Denmark.
114. Costa, M. D.L. *et al.* (2003). Alterações de neuroimagem no parkinsonismo: estudo de cinco casos. Arq. Neuro-Psiquiatr. 61: 2B. São Paulo, Brazil
115. Leiva, P.D. (2007). Calidad de aplicación de plaguicidas. I Jornada de Control Químico de enfermedades del Trigo. Centro Internacional de Capacitación INTA -CIMMYT. <http://www.argenpapa.com.ar/img/Calidad%20aplicaci%C3%B3n%20agqcos..pdf> CDRom interactivo Bayer – División Agrícola.
116. Levesque, C.A., *et al.* (1992). The effect of soil heat treatment and microflora on the efficacy of glyphosate in seedlings. Leed Res. 32 (5): 363-373.

117. Levesque, C.A., *et al.* (1993). Pathogenicity and DNA restriction fragment length polymorphisms of isolates of *Pythium* spp. from glyphosate-treated seedlings. Mycol Res 97 (3): 307-312.
118. Levesque, C.A., *et al.* (1993). Fungal colonization of glyphosate-treated seedlings using a new root plating technique. Mycol Res 97 (3): 299-306.
119. Levidow, L. (2004): Sound Science as Ideology. In Science, Technology and Innovation, <http://www.cid.harvard.edu/cidbiotech/comment/comment91.htm>
120. MacKinnon, D. S. y Freedman, B. (1993). Effects of silvicultural use of the herbicide glyphosate on breeding birds of regenerating clearcuts in Nova Scotia, Canada. Journal of Applied Ecology 30: 395-406
121. Maldonado, A. *et col.* (2001). Reporte de Acción Ecológica sobre la Investigación de Impactos de las Fumigaciones en la Frontera Ecuatoriana. Acción Ecológica. Quito.
122. Maldonado, A., *et al.* (2002) Segundo informe Misión de Verificación "Impactos en Ecuador de las fumigaciones realizadas en el Putumayo dentro del Plan Colombia". Acción Ecológica. Quito.
123. Maldonado, A., *et al.* (2006) Estado de la Nutrición en Escuelas Ecuatorianas de la Frontera Norte Afectadas Por las Aspersiones Aéreas del Plan Colombia. Quito. Acción Ecológica, IETM, CIF. Quito.
124. Mann, R.M., *et al.* (2004). The Toxicity of Glyphosate and Several Glyphosate Formulations to Four Species of Southwestern Australian Frogs. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 36 (2).
125. Mañas-Torres, F. *et al.*, (2006) La genotoxicidad del herbicida Glifosato evaluada por el ensayo cometa y por la formación de micronúcleos en ratones tratados. Theroria 15(2):53-60
126. Marassas, W.F.O., *et al.* (1984). Toxigenic *Fusarium* species: Identity and Mycotoxicology. Pennsylvania State University Press.

127. Marc, J., *et al.* (2004a). Formulated glyphosate activates the DNA-response checkpoint of the cell cycle leading to the prevention of G2/M transition. Toxicological Science 82:436-442.
128. Marc, J., *et al.* (2004b) Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. Biology on the Cell 96:245-249.
129. Marmot, M. (2005). Social Determinants of Health. Ed. Michael Marmot and Richard Wilkinson. Oxford: Oxford University Press.
130. Marrs, Williams, Frost y Plant. (1989) Effects of herbicides on higher plant. In *Pesticide drift and impact* (ed. B.N.K. Davis), pp. 5-27. NERC contract report to Nature Conservancy Council/Department of Environment). NERC, Swindon.
131. Massey, R., *et col.* (2003). Amicus Curiae desde Estados Unidos. Plicación del Principio de Precaución al Programa de Fumigación en Colombia. Declaración ante el Consejo de Estado, Bogotá, Colombia. 18 de septiembre del 2003.
132. Mekwatanakarn, P. y Silvassithamparam, K. (1987), Effect of certain herbicides on soil microbial populations and their influence on saprophytic growth in soil and pathogenicity of take-all fungus. Biol. Fertil. Soils 5: 75 – 180.
133. Messina J.P. y Delamater, P.L. (2006). Defoliation and the war on drugs in Putumayo, Colombia. International Journal of Remote Sensing. 27(1)121 -128.
134. Mestanza, V. (2002). Carta dirigida al Ing. Roger Mera, Jefe Regional en Sucumbíos del Ministerio del Ambiente. 14 de octubre del 2002
135. Minard, A. (2007). Plaguicidas flotan desde fincas distantes a bosques protegidos, según estudio en Costa Rica. National Geographic News. http://infoagro.net/es/apps/news/record_view.cfm?vsys=a2&tid=12823

136. Monqueiro, P. A., *et al.* (2003). Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. *Planta Daninha* 21(1): 63-69.
137. Monroy, C.M. *et al.* (2005). Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in Vitro to glyphosate. Biomedica 25(3):335-345
138. Monsanto (2005). Summary of the Health Risk Assessment and Safety Evaluation on Glyphosate and Roundup Herbicides. Updated on May 2005.
139. Morillo, Undabeytia y Maqueda (1997) Adsorption of Glyphosate on the Clay Mineral Montmorillonite: Effect of Cu(II) in Solution and Adsorbed on the Mineral. Environ. Sci. Technol.
140. Naranjo, C. (2006). Comportamiento del Viento en la Zona Fronteriza Ecuador – Colombia. Quito: Dirección de Gestión Meteorológica, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
141. Nemoto, M. C., *et al.* (2002). Germinação de canídeas y crescimento micelial de *Bipolaris euphorbiae* influenciados por herbicidas e surfactantes. Brasil. Journal of Microbiol. 33: 352-357.
142. Neskovic N.K., *et al.* (1996). Biochemical and histopathological effects of glyphosate on carp, *Cyprinus carpio* L. Bull. Environm. Contam Toxicol. 5: 259 – 302.
143. New Herald, Washington experimenta en Ecuador con un hongo peligroso. 17 de julio del 2000. Miami.
144. New York Medical Collegue. Office of Research Administration. Technology Development & Industry Sponsored Research. Visitado el 11 de marzo del 2007. www.nymc.edu
145. Newell D.W., Barth A., Ricciardi T.N., Malouf A.T. (1997). Glycine causes increased excitability and neurotoxicity by activation of NMDA receptors in the hipocampus. Exp. Neurol. 145: 235-244.

146. Nivia, E. (1999). Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. Seminario-Taller "Medio ambiente, cultivos ilícitos y desarrollo alternativo: Herramientas para la evaluación y la toma de decisiones". 1 y 2 de julio. Bogotá.
147. Nivia, E., (2001a) Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. Boletín electrónico de la UITA. <http://www.rel-uita.org/Agrotoxicos>
148. Nivia, E. (2001b). Las fumigaciones aéreas sobre cultivos ilícitos si son peligrosas – Algunas aproximaciones. Ponencia presentada en: Conferencia "Las Guerras en Colombia: Drogas, Armas y Petróleo". Instituto Hemisférico de las Américas - Universidad de California, Davis, Mayo 17-19.
149. Nivia, E. (2002). Evaluando las fumigaciones con ciencia, conciencia y corazón. Ponencia presentada en: Foro Internacional: 3 de diciembre, Día Mundial del no uso de Plaguicidas. Bogotá – Colombia.
150. ONIC (2007). Fumigaciones y pueblos indígenas. Ponencia presentada en: Preaudiencia del Tribunal Permanente de los Pueblos. 22 de febrero del. Medellín.
151. Ordoñez, J. Carta a Acción Ecológica. Septiembre 2002.
152. Organizaciones Ecuatorianas (2007). Informe Misión de Verificación "Impactos en Ecuador de las fumigaciones realizadas en el Putumayo dentro del Plan Colombia": <http://derechos.ecoportal.net/content/view/full/21564>
153. Ossa Escobar, C. (2003). Informe de la Contraloría General de la República sobre el Plan Colombia. Recogido en Plan Colombia Hoy: Seminario internacional "Plan Colombia-No, impactos de la intervención". Edit. Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo. Noviembre. Bogotá.
154. Pabón, A. (2001). Consolidado general de las pérdidas por la fumigación hasta el 31 de enero de 2001. Municipio Valle del Guamús. Inspección de Policía Municipal.

155. Panus, D.P. (1980). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae Affect Lowland Tropical Rain Forest Plant Growth. Ecology 61(1): 151-162
156. Pazmiño, J.L. (2003). Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas del Vicariato Apostólico de Aguarico -Francisco de Orellana- Informe 1923
157. Paz-y-Miño, C. *et al.* (2000). Monitoreo citogenético en población ecuatoriana expuesta ocupacionalmente a pesticidas. Rev. Fac. Cs. Med. 25(1):15-21
158. Paz-y-Miño, C. *et al.* (2002). Cytogenetic Monitoring in a population occupationally exposed to pesticides in Ecuador. Environ Health Perspect 110:1077-1080
159. Paz-y-Miño, C. *et al.* (2002). Genética Toxicológica y Carcinogénesis. PUCE-FUNDACYT. Quito
160. Paz-y-Miño, C. *et al.* (2002). Should gaps be included in chromosomal aberration analysis? Evidence based on the comet assay. Mutation Research 516:57-61.
161. Paz-y-Miño, C., *et al.* (2004). Chromosome and DNA damage analysis in individuals occupationally exposed to pesticides with relation to genetic polymorphism for CYP 1^a1 gene in Ecuador. Mutation Research 8:562(1-2):77-89
162. Paz-y-Miño, C., *et al.* (2005). Chromosomal aberration, comet assay and CYP 1A1 gen evaluation in individually exposed to 27 kinds of pesticides and glyphosate in Ecuador, South America. Pacific Basin Consortium Conference. Pesticides an Human Health. Abstracts Book, Honolulu.
163. Paz-y-Miño, C., *et al.* (2007) Evaluation of chromosome and DNA damage related to glyphosate mixture exposure in Ecuadorian population. Genetics and Molecular Biology (in press MS2006/100).
164. Paz-y-Miño, C. *et al.* (2007) Efecto del Glifosato en diversas concentracio-

- nes sobre cultivos de linfocitos humanos de sangre periférica. Informe del Proyecto Daños genéticos por glifosato. PUCE. Quito.
165. Pérez, H. (s.f.). Manual de Técnicas de Aplicación. Principios y fundamentos, Syngenta. Colombia.
 166. Peterson H.G., *et al.* (1994). Aquatic phyto-toxicity of 23 pesticides applied at expected environmental concentrations. Aquatic Toxicology 28(3-4): 275- 292
 167. Piccolo, A.; Celano, G.; Arienzo, M.; Mirabella, A.; J. (1994) Adsorption and desorption of glyphosate in some european soils. Environ. Sci. Health, Part B 1994, 29, 1105.
 168. Pimiento, S. (2001). El uso de armas biológicas en la erradicación de cultivos y el Convenio sobre Diversidad Biológica. En: El uso de armas biológicas en la guerra contra las drogas. Memorias de la conferencia. Ed. Gallardo, L., *et al.* Quito.
 169. Pinzón, C.A. (2003). Recurso de Apelación a la Sentencia de junio 13 de 2003, por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca a la Acción Popular N° 01-022 presentada por Claudia San Pedro y Otros, contra el Ministerio del Medio Ambiente y la Dirección Nacional de Estupefacientes y fallada por la Dra. Ayda Vides Paba.
 170. Plataforma Interamericana de Derechos Humanos, Democracia y Desarrollo (2007). Informe publicado en sitio web. http://www.pidhdd.org/article.php3?id_article=248
 171. Plazas, L. A. (2004). Oficio N° CMFS-46-2004 Rad. DNE E-2004-19728DE 23/03/04 dirigida al Dr. Juan Carlos Palacios Burneo como Presidente de la Comisión Científico Técnica Ecuatoriana con fecha 14 de abril del 2004 y firmada como Director de la Dirección Nacional de Estupefacientes.
 172. Potts G.R. y Vickerman G.P. (1994). Studies of the cereal ecosystem. Advances in Ecological Research 8: 107 - 197

173. Prata, F., *et al.* (2003). Glyphosate Sorption and Desorption in Soils with Distinct Phosphorus Levels. Scientia Agricola 60(1): 175 – 180.
174. Puyana, A.M. (2007). Fumigaciones químicas como estrategia anti narcóticos en Colombia: tres décadas de perversidad e ineficacia. Ponencia de la autora en la Preaudiencia sobre biodiversidad, fumigaciones y militarización en Colombia. Medellín.
175. Rahe, J.E., *et al.* (1997). Synergistic role of soil fungi in the herbicidal efficacy of glyphosate. A-C-S-Symp-Ser-Am-Chem-Soc. (439): 260-275
176. Relyea, R. (2005). The Impact of Insecticides and Herbicides on the Biodiversity and Productivity of Aquatic Communities. Journal Ecological Applications.
177. Richard, S. *et al.* (2005). Differential effects of Glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. Environ Health Perspect 113: 716-720.
178. Richie, D.C., *et al.* (1987). Glyphosae treatment and deer mice in clearcut and forest. Northwest Sci. 61(3): 199 – 202.
179. Rizzardi, M. A., *et al.* (2003). Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. Ciência Rural. 33(5):957-965.
180. Rodríguez, E. (2003). Sierra Nevada, significado de la hoja de coca, fumigaciones y situación del pueblo Kankuamo. Recogido en Plan Colombia Hoy. En: Seminario internacional "Plan Colombia-No, impactos de la intervención". Edit. Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo. Noviembre. Bogotá.
181. Sanogo, S., *et al.* (2000). Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. Phytopathology 90 (1): 57-66.
182. Santillo, D. J., *et al.* (1989). Response of songbirds to glyphosate-induced habitat changes on clearcuts. J. Wildl. Manage. 53:64-71.

183. Santos, A. y Flores, M. (1995) Effects of glyphosate on nitrogen-fixing of free living heterotrophic bacteria. Letters in Applied Microbiology 20(6): 349 – 352.
184. Sedell, J.R., *et al.* (1989). The River Continuum Concept: A Basis for Expected Ecosystem Behavior of Large Rivers?. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sciences 106: 49 – 55.
185. Sicard, T.L., Burgos J., Toro, C., Luengas, C., Ruiz, C., Romero, C.P. (2005). Observaciones al "Estudio de los efectos del programa de erradicación de cultivos ilícitos mediante aspersión con herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y e http://www.idea.unal.edu.co/public/docs/Observ_IDEA_a_doc_CICAD.pdf
186. Smiley, R.W. (1992). Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* root rot, growth, and yield of barley. Plant Dis 76: 937 – 942
187. Solomon, K., *et al.* (2005). Estudios de los Efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos Mediante la Aspersión Aérea con el Herbicida Glifosato (PECIG) y de los Cultivos Ilícitos en la Salud Humana y en el Medio Ambiente. Washington: CICAD, División de la Organización de los Estados Americanos (OEA), 31 de marzo.
188. Souza, I.F. (1982). Comportamento dos herbicidas no solo. Informe Agropecuario 87: 38-44.
189. Sparling, D.W., *et al.* (2006). Toxicity of glyphosate as Glypro and LI700 to red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) embryos and early hatchlings. Environmental Toxicology and Chemistry 25 (10): 2768-74.
190. Springett J. A. y Gray R.A.J. (1992). Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. Soil. Biol. Biochem 24 (12):1739-1744.
191. St. Clair, Jeffrey. (2002). The Drug War According to Dr. Mengele. Agent Green Over the Andes. December 24, 2002.

192. Stavenhagen (2005). Sobre su misión a Colombia (8-12 de marzo de 2004). E/CN.4/2005/88/Add.2. 10 de noviembre.
193. Stavenhagen (2006). Informe del Relator Especial sobre la situación de los derechos humanos y las libertades fundamentales de los indígenas, Sr. Rodolfo Stavenhagen. Misión a Ecuador: A/HRC/4/32/Add.2. 28 de diciembre de 2006.
194. Stephen M., *et col.* (1997). Efecto del borde y del Aspecto del borde en el Microclima de un Bosque Fragmentado en Atherton, Tableland, Nor-Este de Australia. En: Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. Editado por William F. Laurance y Richard O. Bierregaard, Jr.
195. Suárez, L. y Ulloa, R. (1993). La Diversidad Biológica del Ecuador. En : La investigación para la conservación de la diversidad biológica del Ecuador. P.A. Mena y L. Suárez (Eds) EcoCiencia. Quito.
196. Supliguicha, V., *et col.* (2006). Consecuencias psicológicas en niños y niñas del cordón fronterizo afectados directamente por el conflicto del Plan Colombia: Escuelas: Leonidas Plaza, Cinco de Agosto, y Manuelita Sáenz GIA-MB
197. Tate T.M., *et al.* (1997). Effect of Glyphosate on the Development of Pseudo-succinea columella snail. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 33: 286 – 289.
198. Tirira, D. (1999). Mamíferos del Ecuador. Publicación Especial 2. PUCE. Quito.
199. Tribunal Constitucional del Ecuador, Caso No. 0371-04-RA.
200. Tribunal Constitucional, Resolución del 15 de marzo de 2005, Caso No. 0371-04-RA.
201. Tuffi Santos, L. D., *et al.* (2005). Exsudação radicular do glyphosate por

- Brachiaria decumbens e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo. Planta Daninha. 23(1):143-152
202. Unicamp. (2001). Glifosato: Herbicida, Mas não Só. 13 de septiembre del 2001. www.boasaude.com
203. Velasco, J.M. (1971) El Código de Salud. Quito
204. Velasco, V. (2002). Oficio N° 511-GS-2002, dirigida a Lourdes Luque, Ministra del Ambiente, con fecha 16 de octubre del 2002.
205. Victoria, R. L., *et al.* (2004). Biogeochemistry of the Amazon River Basin: the role of aquatic ecosystems in the Amazon functioning. Smithsonian/NASA ADS Physics Abstract Service
206. Vides, A. (2003). "Claudia Sanpedro y otros". Sentencia Tribunal Administrativo de Cundinamarca en el expediente N° 02-022, 13/junio/2003
207. Von Weizsäcker, C. (2006). Precaution Goes Without Saying, but Comes with Controversies Opening. Presentation Vienna: Expert Conference "The Role of Precaution in GMO Policy" initiated jointly by the Austrian Federal Ministries, of Agriculture, Forestry, the Environment and Water Management and of Health and Women within the framework of the Austrian EU-Presidency. Hofburg, 18 – 19 April.
208. Wan, M.T. (1989) Effects of different dilution water types on the acute toxicity to juvenile Pacific salmonids and rainbow trout of glyphosate and its formulated products. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 43 (3): 378-385
209. Wan, M.T. (1991). Acute toxicity to juvenile Pacific Northwest salmonids of Basacid Blue NB755 and its mixture with formulated products of 2,4-D, glyphosate, and triclopyr. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 47(3): 471-478
210. Wan, M. T., *et al.* (1998). A New Technique for Determining the Sublethal

Toxicity of pesticides to the Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus intradices*. Environmental Toxicology and Chemistry 17(7): 1421 – 1428

211. Williams, J. (2003). Entrevista grabada como representante de la Embajada de los EEUU en Bogotá y publicada en el documental "Plan Colombia: Guerra Anti-Drogas o Pro-Petróleo" distribuida por Free-will Productions y firmada por Ungerman, G. y Brío, A.
212. World Health Organization. (2005). Glyphosate and AMPA in drinking-water. WHO/WSH/03.04/97
213. Wynne, B. (1992). Uncertainty and Environmental Learning: Reconceiving Science and Policy in the Preventive Paradigm. Global Environmental Change. 2.2: III-27
214. Wynne, B. (2001) Managing Scientific Uncertainty in Public Policy. Cambridge: Presented at Biotechnology and Global Governance: Crisis and Opportunity. April. www.cid.harvard.edu/cidbiotech/comments91 visitado en marzo 2007.
215. Yousef, M.I., et al. (1995). Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. J. Environ. Sci. Health B 30: 513-34.
216. Zablotowicz, R.M. y Reddy, K. N. (2004). Impact of Glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* Symbiosis with Glyphosate-Resistant Transgenic Soybean: A Mini review. J. Environ. Qual. 33: 825-831.

OTRA BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

217. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2005). Relatorio do Seminario Nacional Sobre Agrotóxicos, Saude e Ambiente em Brasil. Pernambuco: octubre 6 e 7.
218. Arbuckle, T.E. *et al.* (2001). An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. Environ Healt Perspect. 109:851-857.
219. Burger, M. y Fernández, S. (2004). Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínico toxicológicos. Rev Med Uruguay 20:202-207.
220. Carlisle, S. M. y J. T. Trevors (1988) Glyphosate in the environment. Water, Air Soil Pollut. 39:409-420.
221. Comunidad Andina. (2000) Autoridades ambientales rechazan utilización del hongo *Fusarium oxysporum* en territorio de Comunidad Andina. Notas de prensa.
222. De Roos, A. J. *et al.* (2005). Cancer incidence among Glyphosate-exposed pesticide applicators in the agricultural health study. Environ Health Perspect 113:49-54.
223. Departamento de Salud y Servicios para personas mayores de New Jersey (2003). Hoja Informativa sobre Substancias Peligrosas: Isopropilamina.
224. Gamboa, E.N. *et al.* (2005). Efectos toxicos causados por la exposicion al glifosato en roedores tipo hamster. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Salud. Bucaramanga.

225. Garcés, E. *et al.*, (2001) *Fusarium oxysporum*, el hongo que nos falta conocer. Acta Biológica Colombiana.
226. Garry, V.F. *et al.* (2002). Birth Defects, season of Conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. Environ Health Perspect 110 (3):441-449.
227. Ho, M.W. (1997) The Unholy Alliance. The Ecologist 27(4)
228. Hua-Van, A., *et al.* (1998). Three highly divergent subfamilies of the impala transposable element coexist in the genome of the fungus *Fusarium oxysporum* Mol. Gen Genet. 259: 354-62.
229. Hua-Van, A., *et al.*, (2000) Genome organization in *Fusarium oxysporum*: clusters of class II transposons. Curr Genet 37: 339-47
230. Julie, M., *et al.* (2004). Formulated Glyphosate Activates the DNA-Response Checkpoint of the Cell Cycle Leading to the Prevention of G2/M Transition. Toxicological Sciences 82: 436-442, September 16.
231. Kale, P.G., *et al.* (1995). Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. Environ Mol Mutagen 25(2):148-153.
232. Kastan, M.B. y Bartek, J. (2004). Cell-cycle checkpoints and cancer. Nature 432:316-323
233. King, C.A. (2001). Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. Agronomy Journal 93: 179-186.
234. Kissmann, K. (1997). Adjuvantes para caldos de produtos fitosanitarios. XXI Congresso Brasileiro para o Controle de Plantas Daninhas. Caxambu-Mg.
235. Kistler, H.C. (1997). Genetic diversity in the plant-pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 87:474-479.

236. Marc, J. *et al* (2005) A glyphosate-based pesticide impindes on transcription. Toxicol Appl Phramacol 203(15):1-8.
237. Ministerio del Ambiente *et al.*, (2003). Misión de Verificación: Impactos en el Ecuador de las fumigaciones realizadas en el Departamento del Putumayo dentro del Plan Colombia. Art. 16.
238. Monsanto Europe SA (2004). Ficha de Datos de Seguridad Producto Comercial: <http://www.monsanto.es/monsantoes/FUSTA%2004.rtf>
239. Montemayor, C. (2006). Universidad pública y privatización del conocimiento. La Jornada 20/12/06.
240. Nivia, E. (2004). Ecosistemas colombianos en peligro por cultivos de uso ilícito y estrategias de fumigación. Boletín de Ecofondo (25):19-25.
241. Rippon JW. (1988). Medical Mycology. 3rd ed. W.B.Saunders Co., Philadelphia, pp. 797.
242. Rodrigues, N. B., *et col.* (1998). Guía de Herbicidas. 4ª Ed.
243. Romo, L.A. (2006) Fumigaciones aéreas de plantaciones ilícitas. Ciencia y Tecnología 5(1): 65-72
244. Sanderson, J.B., *et al.* (1999). Glyphosate application and timing of tillage of red clover affects potato response to N, soil N profile, and root and soil nematodes. Can Journal Soil Sci. Ottawa. 79 (1): 65-72
245. Servizi, J.A., *et al.* (1987). Acute toxicity of Garlon 4 and Roundup herbicides to salmon, *Daphnia* and trout. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 33: 355 – 361
246. Sivikova, K., and Dianovsky, J. (2006). Cytogenetic effect of technical glyphosate on cultivated bovine peripheral lymphocytes. Int J Hyg Environ Health 209(1):15-20

247. Stanton, K., *et al.* (2002). Cumplimiento con las Condiciones de Fumigación en la Iniciativa Antidrogas Andina. RFK Memorial, Latin America Working Group, Amazon Alliance, Center for Internacional Policy. Abril/2002.
248. Taylor, J., *et al.* (1999). The evolution of asexual fungi. Annual Rev. Phytopath 37,197-246. Citado en Cuning, J. ISIS report, 2000.
249. Tu, M. *et al.* (2001). Glyphosate. Weed Control Methods Handbook. The Nature Conservancy. USA
250. USDA Forest Service. Forest Health Protection (2003) Glyphosate. Human Health and ecological risk assessment. Final report. http://www.fs.fed.us/foresthealth/pesticide/risk_assessments/04a03_glyphosate.pdf
251. Vicente, C. (2001). Informe sobre la reunión interministerial del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad llevada a cabo en Montpellier. Biodiversidad en América Latina. <http://www.biodiversidadla.org>
252. Vigfusson, N.V. y Vyse, E.R. (1980) The effect of the pesticides Dexon, Captan and Roundup, on sister-chromatid exchanges in human lymphocytes in vitro. Mutat. Res 79(1): 53-57
253. Wang, Y.S. (1994). Accumulation of 2,4-D and glyphosate in fish and water hyacinth. Water, Air and Soil Pollution Apr. 74 (3/4): 397-403
254. Weed Science Society of America. (2006). Herbicide Resistant Weeds Summary Table. Monday, June 26.

