

**ANALISIS SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE GLIFOSATO Y
SUS MEZCLAS (COADYUDANTES) DERIVADAS DE LAS ACTIVIDADES
PRODUCTIVAS (AGRICOLAS) EN COLOMBIA, ALTERNATIVAS DE
PRODUCCION MEDIANTE LA OPTIMIZACION (BPA) Y EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

LENIN GUARNIZO SALAZAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2010**

**ANALISIS SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE GLIFOSATO Y
SUS MEZCLAS (COADYUDANTES) DERIVADAS DE LAS ACTIVIDADES
PRODUCTIVAS (AGRICOLAS) EN COLOMBIA, ALTERNATIVAS DE
PRODUCCION MEDIANTE LA OPTIMIZACION (BPA) Y EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

LENIN GUARNIZO SALAZAR

**Monografía para optar al Título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**DIRECTOR
Ing. RICAR DIAZ GUERRERO
Ing. Químico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2010**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	3
1.1. GENERALIDADES Y PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS	9
1.1.1 <i>Glifosato</i>	10
1.1.2. <i>Formulación</i>	11
1.1.3. <i>Mecanismo de acción</i>	13
1.1.4. <i>Características Físico-Químicas del glifosato</i>	14
1.1.5. <i>Comportamiento en el Suelo</i>	14
1.1.6. <i>Degradación</i>	15
1.1.7. <i>Movilidad</i>	17
1.1.8. <i>Toxicidad</i>	17
1.1.9. <i>El comportamiento en el Agua</i>	20
1.1.10. <i>Bioacumulación</i>	21
1.1.11. <i>Residualidad Promedia del Glifosato</i>	21
2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ESTUDIO	23
3. PROPUESTA ALTERNATIVA DE MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL	24
3.1. LINEAMIENTOS A CONSIDERAR EN EL SECTOR AGRÍCOLA PARA EL MANEJO DEL HERBICIDA OBJETO DE ESTUDIO QUE PERMITA MINIMIZAR EL IMPACTO AL AMBIENTE	26
3.2. LINEAMIENTOS A CONSIDERAR EN LA ERRADICACIÓN QUÍMICA DE CULTIVOS ILÍCITOS, MEDIANTE LA ASPERSIÓN AÉREA CON EL HERBICIDA ROUNDUP ULTRA Y SUS MEZCLAS	29
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFIA	36
ANEXOS	39

LISTA DE TABLAS

Tabla: 1 Productos Comerciales que contienen Glifosato	12
Tabla 2: Propiedades Fisicoquímicas del Glifosato y Sal Isopropilamina del Glifosato.....	14
Tabla 3: Grado de toxicidad del glifosato según vías de penetración en ratas	18
Tabla 4: DOSIS LETAL MEDIA POR VIA ORAL PARA RATAS Y CONEJOS	19
Tabla 5: Potencial de Irritación Ocular y Dérmica, estudios sobre el potencial irritante de glifosato y sus formulaciones se demuestra que tanto el material técnico como los productos terminados, son ligeramente irritantes para la piel en exposición única, y moderada a severamente irritante para los ojos.....	19
Tabla 6: resultados de experimentos en cobayos, con glifosato. Fuente (1)	20
Tabla 7: Efectos sobre el crecimiento de organismos unicelular en vida acuática (algas verdes, bacterias acuáticas, etc.) en contacto con glifosato y Roundup.	20

LISTA DE FIGURAS

Fig. No. 1 Fuente: Fumigación Cultivos de Soya	9
Fig. No. 2 Fuente: Fumigación de Cultivos ilicitos con Glifosato de Mezcla	9
Fig. No. 3 Glifosato	10
Fig. No. 4 Sal Isopropil Amina de glifosato.	12
Fig. No. 5 1. Estructura molecular del GF	13
Fig. No. 6 2. Formula Estructura del GF	13
Fig. No. 7. Rutas de biotransformación del glifosato a AMPA y a sarcosina.	16
Fig. No. 8 Incorporación de glifosato mas surfactante sobre la cutícula la hoja.....	22

RESUMEN

TITULO*: ANALISIS SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE GLIFOSATO Y SUS MEZCLAS (COADYUDANTES) DERIVADAS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS (AGRICOLAS) EN COLOMBIA, ALTERNATIVAS DE PRODUCCION MEDIANTE LA OPTIMIZACION (BPA) Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTOR: GUARNIZO LENIN**

PALABRAS CLAVES: Aspersión, N Fosfometil glicina, surfactante, bioacumulación, coadyudante, herbicida, sostenible, agricultura.

Se analizó estudios e investigaciones sobre los efectos del glifosato (N fosfometil glicina) y sus mezclas (coadyudante) en actividades agrícolas y la formula aplicada en la Erradicación de cultivos ilícitos en territorio nacional, haciendo hincapié en información socioeconómica, cultural, salud y ambiental de la región selvática tropical del Putumayo.

En este trabajo, encontrará una serie de experimentos hechos en laboratorio y en campo sobre organismos vivos como son peces, anfibios, erizo de mar, etc. Pero también sobre la microbiota del suelo y el comportamiento del herbicida sobre agua. Estas pruebas se realizaron con glifosato conocido comercialmente como Roundup y con el surfactante Cosmoflux 411F, a nivel individual y en mezcla, aplicadas en las dosis que normalmente se utilizan en Colombia, pero también con dosis inferiores, en cada caso según los informes se practicaron 3 replicas de cada prueba, para de esta forma corroborar los resultados obtenidos. Se puede inferir que los efectos de glifosato como Herbicida en animales o plantas diferente a las arvenses, son leves (irritaciones, etc.), pero en mezcla tiene un potencial dañino más elevado, puede evidenciarse intoxicaciones agudas, subcronicas y crónicas. Finalmente, es de recordar que la aplicación del Roundup tanto en agricultura de pancoger como en la erradicación química de cultivos ilícitos siempre se realiza en mezcla, debido a que el surfactante permite humedecer, ampliar la superficie de contacto, homogeneidad de la mezcla, permite que el herbicida atraviese la pared de la hoja y la eficacia de la absorción celular, luego se extiende a la demás partes de la planta.

*Trabajo de Grado

**Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Ingeniero Richar Díaz Guerrero.

SUMMARY

TITLE*: ANALYSIS ON THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF GLYPHOSATE USE AND HIS MIXTURES (COADYUDANTES) DERIVED FROM THE PRODUCTIVE ACTIVITIES (AGRICULTURAL) IN COLOMBIA, ALTERNATIVES OF PRODUCTION BY MEANS OF THE OPTIMIZATION (BPA) AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

AUTHOR; GUARNIZO LENIN**

KEY WORDS: spraying, N phosphonomethyl glycine, bioacumulation, surfactant, coadyudante, herbicide, sustainable, agriculture.

We analyzed studies and research on the effects of glyphosate (N phosphonomethyl glycine) and their mixtures (coadyudante) in agricultural activities and the formula applied in the eradication of illicit crops in national territory, with emphasis on socio-economic, cultural, and environmental health the tropical jungle region of Putumayo.

In this paper, find a series of experiments in laboratory and field on living organisms such as fish, amphibians, sea urchins, and so on. But also on soil microbiota and behavior of the herbicide over water. These tests were conducted with glyphosate, known commercially as Roundup and surfactant Cosmoflux 411F, individually and in mixture, applied at doses normally used in Colombia, but also with lower doses, in each case according to our information practices 3 replicas of each test, thus to corroborate the results obtained. One can surmise that the effects of glyphosate as a herbicide in animals or plants other than weeds, are mild (rashes, etc.), But mixture has higher potential for harm, acute poisoning may be evident, subchronic and chronic. Finally, we recall that the application of Roundup pancoger both in agriculture and in chemical eradication of illicit crops in mixture is always performed, because the surfactant can moisturize, increase the area of contact, mixture homogeneity, allows the herbicide passes through the wall of the blade and the efficiency of cellular uptake, then spreads to other parts of the plant

* Thesis

** School of Chemical Engineering. Certificate in Environment Engineering. Director: Engiere Richar Díaz Guerrero

GLOSARIO

Adsorción: el proceso por el cual un compuesto se atrae, se retiene o se une a una superficie mediante atracción física o química.

Adyuvante: ingrediente que se añade a una formulación en particular para aumentar la disponibilidad y eficacia del ingrediente activo. A menudo actúan aumentando la distribución, absorción e incorporación de los ingredientes activos.

Aromático: compuesto orgánico en el cual los átomos que lo constituyen forman anillos. Estas estructuras en anillo pueden conferirle a un compuesto sus propiedades características como la solubilidad en lípidos.

Bioactivación: el proceso por el cual un compuesto químico se vuelve más reactivo debido a las alteraciones de su estructura y, por lo tanto, de sus propiedades químicas. Esto puede suceder en el ambiente o dentro de un sistema biológico.

Bioacumulación: la acumulación de un compuesto en particular en ciertos tejidos Corporales. Esto sucede cuando la tasa de incorporación excede la del metabolismo, o la de excreción, o ambas. Con el tiempo, esto origina una mayor concentración de la sustancia en el organismo que en su ambiente. Los factores importantes que controlan la magnitud de este proceso incluyen la solubilidad del compuesto en los lípidos y la facilidad con la que sea metabolizado.

Carcinogénico: cualquier compuesto químico que puede originar la formación de Lesiones cancerosas. Con frecuencia esto se logra por la formación de mutaciones Genéticas de una o varias células lo cual resulta en la pérdida de la habilidad de regular su proliferación.

CAS: son una forma de identificación, por la cual el *Chemical Abstract Service* (CAS), una división de la Sociedad Química Americana, asigna un número a cada químico. Cada químico recibe un único número. En junio de 2007, había 31.745.275 sustancias orgánicas e inorgánicas, y 59.039.087 secuencias en el registro CAS.

Clorosis: enfermedad de las plantas que hace que sus flores se tornen verdes o que sus hojas pierdan el color verde normal.

Cociente de riesgo: la razón o la proporción de la concentración de exposición en Relación con un valor (o umbral) de referencia. Si este cociente es superior a la Concentración aceptable, es posible que se presente un efecto adverso.

Dosis Letal Media (DL 50): La mínima cantidad requerida, en una sola dosis, para matar a la mitad de los individuos de un grupo homogéneo, de por lo menos 10, en condiciones específicas de experimentación y sometidos a observación durante 6 horas a 15 días después del tratamiento.

Estudio de Impacto Ambiental – EIA. Documento donde se hace un diagnóstico ambiental del área donde se desarrollará el proyecto y es requisito para la obtención de la Licencia Ambiental.

Ecotoxicología: es una parte de la toxicología, y fue definida por Truhaut en 1969, como "la rama de la toxicología relacionada con el estudio de los efectos tóxicos, causados por contaminantes naturales y sintéticos al ecosistema, a los animales (incluidos humanos), vegetales y microbios, en un contexto integral". A través de Este manual, el término toxicología se refiere también a ecotoxicológica.

Factor de seguridad: la diferencia entre el NOAEL y la dosis permitida en la Exposición rutinaria. Para las especies más sensibles, este valor se calcula a partir

del NOAEL, dividiéndolo por varios factores de incertidumbre según los datos científicos que estén fácilmente disponibles. Por ejemplo, si un valor se está extrapolando de los animales a los humanos, el NOAEL se divide por un factor de 10. Estos factores numéricos varían según el tamaño de la incertidumbre (es decir, para la extrapolación de las especies más relacionadas se utiliza un factor de seguridad más pequeño).

Formulante: una sustancia que se agrega normalmente a un plaguicida para aumentar su facilidad de uso, de penetración en el organismo blanco u objetivo, o para facilitar su aplicación.

Genotóxico: describe a cualquier sustancia capaz de dañar el ADN originando Mutaciones o el desarrollo de cáncer.

Herbicida: son sustancias químicas naturales o sintéticas que se utilizan con el fin de controlar y combatir plantas (arvenses) perennes, hierbas de hoja ancha y leñosa que invaden o se incorporan en los cultivos originales, lo cual compiten por nutrientes, O₂, H₂O y por su supervivencia.

Ingrediente activo: el componente de una mezcla/formulación que es, en últimas, el responsable de los efectos fisiológicos.

Ingredientes inertes: todos los componentes de una mezcla que no se clasifican como el ingrediente activo primario. Véase, formulante.

KOW (Log): el coeficiente de partición octanol-agua (KOW) es la razón o proporción en equilibrio de la concentración del compuesto químico en n-octanol y agua. Los Compuestos químicos con KOW mayor de 1 se dividen preferentemente en octanol. Se puede expresar como el logaritmo en base 10 (log₁₀). El valor

obtenido de esta determinación suministra una indicación del potencial que tiene la sustancia de Bioconcentrarse en los organismos.

Licencia Ambiental. Documento de carácter oficial donde el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial otorga viabilidad ambiental a un proyecto de cualquier naturaleza que implique la autorización exigida por la ley.

Límite máximo de residuos (MRL – *Maximum Residue Limit*): la cantidad máxima permisible de una sustancia en los productos alimentarios tanto para humanos como para animales. Este valor lo recomienda la Comisión del Código Alimentario. Toma en consideración varios factores de seguridad como el consumo diario aceptable (*Acceptable Daily Intake, ADI*).

LOAEL – *Lowest Observed Adverse Effect Level* (nivel más bajo de efectos Adversos observables): la dosis más baja de una toxina a la cual se puede observar un efecto adverso en una especie de prueba en particular. Este valor varía según sea la especie en la que se esté utilizando.

Matriz: el medio a través del cual un organismo puede estar expuesto a una sustancia, el agua para los organismos acuáticos, el suelo para los animales terrestres, el aire, etc.

Mecanismo de acción: el proceso por medio del cual una sustancia produce sus Efectos característicos. A menudo se le denomina “modo tóxico de acción”; sin Embargo, generalmente es un término más específico. Es una descripción de los Procesos fisiológicos que se alteran y las consecuencias de tales cambios.

Mezclas homogéneas, conocidas como soluciones, que incluyen dos o más Sustancias (solubles) disueltas en otra sustancia (solventes) (ejemplo, sal o azúcar disuelto en agua, u oro en mercurio);

Nivel de efectos adversos no observables (NOAEL – No Observable Adverse Effects Level): la mayor dosis a la cual no se observan efectos adversos en los Organismos de prueba.

Planes de Manejo Ambiental – PMA. Documento donde la empresa establece las medidas a tomar para el cumplimiento de las obligaciones ambientales en el desarrollo de las actividades que va a realizar

Prueba de toxicidad: la determinación del potencial tóxico de una sustancia en Particular, bajo condiciones específicas, en un grupo de organismos seleccionados.

Ruta de exposición: los medios por los que un compuesto entra en contacto con una interfaz de absorción como la dérmica o por inhalación.

Subcrónico: se refiere a un período de exposición repetida que usualmente es Cercano al 10% de la expectativa de vida de un organismo.

Teratogénesis: el desarrollo de un descendiente con malformaciones después de la exposición del feto a una determinada sustancia química nociva. Según la etapa de desarrollo en que suceda la exposición, se presentarán las diferentes anormalidades del feto o el embrión.

Tiempo promedio ajustado (TWA – Time Weighted Average): la concentración Promedio de la exposición en una jornada laboral de 8 horas.

Toxicidad aguda: el potencial de un compuesto para causar lesiones o enfermedades cuando se administra en dosis únicas o en dosis múltiples en un periodo corto (por ejemplo, 24 horas). Estos efectos se basan en los mecanismos

de la acción química en la cual se pueden apreciar alteraciones fisiológicas poco después de su administración (por ejemplo, la muerte).

Toxicidad crónica: la naturaleza de los efectos adversos durante un tiempo Prolongado de exposición química. Tales mediciones de los efectos pueden incluir la presentación de un cáncer o el retardo en el crecimiento.

Toxicocinética: el movimiento de los compuestos químicos en el cuerpo. Incluye la velocidad o la tasa y la magnitud de absorción, distribución, metabolismo y eliminación.

Toxicodinámica: el mecanismo mediante el cual un compuesto tóxico produce su Efecto fisiológico. Incluye la relación entre la estructura de un compuesto y los medios por los que actúa.

Vida media: el tiempo que le toma a una concentración de un compuesto químico o droga en particular para reducirse a la mitad de la concentración inicial. Varía de Acuerdo con su tasa de degradación, metabolismo y eliminación.

Xenobiótico: cualquier sustancia a la que se expone un organismo la cual no es Producida internamente en dicho organismo en ese momento.

INTRODUCCION

El incremento demográfico va paralelamente con la reducción de las áreas agrícolas, como consecuencia, la producción de alimentos en las zonas cultivables debe aumentar para poder sostener el incremento poblacional. Este aumento de la producción de alimentos solo podrá ser logrado mediante el incremento de los rendimientos agrícolas y pecuarios, pero dentro de un criterio y manejo sostenible, que permita a futuro el abastecimiento agroalimentario de los habitantes del planeta.

La actividad agropecuaria ha experimentado en las últimas décadas importantes procesos de transformación, lo cual ha significado un aumento de las áreas sembradas tanto en productos de consumo humano, forrajero y forestal. Esta situación, junto con el uso de cultivos transgénicos, ha implicado un aumento en la utilización de plaguicidas ya sean de origen natural o sintético, imprescindibles para el control de plagas, principalmente en los procesos de producción intensivos (Altieri, 2000; Traxler, 2004). (13)

En Suramérica, Colombia por ser un país de economía y vocación agrícola, es el mayor consumidor de plaguicidas después de Brasil, el 65% del total del consumo de los países del área andina los tiene Colombia, consumiendo alrededor de 40 mil Tonelada/ año/ Producto formulado, mediante unas 1200 formulaciones comerciales registradas en Minsalud y con el permiso de uso del Instituto colombiano Agropecuario (ICA). Todo ello, sin contar con la importación y consumo de N fosfometil glicina (producto Roundup) para la Erradicación química de cultivos ilícitos que lo hace un caso especial.

En este trabajo, se pretende ilustrar sobre aspectos fundamentales del herbicida N fosfometil glicina, considerando el objetivo de Investigar el Impacto Ambiental que genera el uso de Glifosato y sus mezclas derivadas de las actividades

Productivas (agrícola), incluyendo además las aspersiones para la erradicación de los cultivos ilícitos en Colombia, que permita promover Alternativas de Desarrollo Sostenible, mediante su uso racional y las buenas prácticas agrícolas que minimicen el daño Ambiental como también a la salud de la población. Para estén fin se desarrollaron los siguientes parámetros: Revisión análisis documental del compuesto químico N- fosfometil- glicina, Consulta de estudios e investigaciones que se hayan realizado por Instituciones Nacionales e Internacionales acerca del impacto ambiental en actividades agrícolas sobre el suelo, agua y demás Seres vivos, evaluación de la incidencia de las actividades antrópicas, el uso de Suelos, actividades económicas, prácticas de control de malezas y plagas en cultivos (Agricultura), entre otros aspectos del Departamento del Putumayo, Revisión del informe del “estudio de los efectos del programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión Aérea con el herbicida GP (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente”. Por (en at. Solomon y colaboradores 2005), para la CICAD (Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas), división de la Organización de Estados Americanos (OEA), finalmente la Consulta de estudios realizados por Universidades sobre la Interacción del Glifosato(Roundup) con la biota microbiana del suelo (territorio nacional).

Lo interesante de este trabajo descriptivo y documental, es que nos permite reconocer que si bien el uso inadecuado y exagerado de plaguicidas (herbicida) deteriora de una u otra forma al medio ambiente, también es un deber y un derecho satisfacer las necesidades básicas de alimentación a la humanidad, luego entonces, se debe incrementar la producción agrícola y pecuaria del planeta, siempre y cuando se desarrolle mediante un manejo racional y eficaz de plaguicidas. En tal sentido, el control de malezas con herbicidas puede ser eficaz y seguro optando por métodos de aplicación adecuados, herbicidas ambientalmente seguros, buenas prácticas agrícolas y se tomen las precauciones debidas, es decir una producción sostenible.

1. ANTECEDENTES

Ciertamente, se ha evidenciado una preocupación global por el estudio de este herbicida, ya que hoy por hoy es el plaguicida más utilizado en el planeta, aportando una eficacia muy notable en el control de plantas arvenses principalmente en el sector agrícola.

A nivel nacional, el estudio más significativo fue elaborado por el Ministerio de Defensa de Colombia para la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), subdivisión de la OEA por petición de los gobiernos de Colombia, EE.UU. y Reino Unido. CICAD, 31 marzo de 2005. Con la evaluación del riesgo se concluyó que el glifosato y el Cosmo-Flux® tal y como se usan en el programa de erradicación de Colombia no presentaban un riesgo significativo para la salud humana. Las exposiciones estimadas del peor escenario de intoxicación aguda en humanos por todas las vías era menor que las dosis de importancia, aun para las respuestas crónicas. En el ciclo entero de la producción y erradicación de los cultivos de coca y amapola, los riesgos para la salud humana asociados con las lesiones físicas durante la deforestación y la quema y el uso de plaguicidas para la protección de los cultivos ilícitos se consideraron más importantes que aquéllos provenientes de la exposición al glifosato.

Se consideró que para el ambiente y para los animales terrestres los riesgos del uso del glifosato y Cosmo-Flux® eran pocos o nulos. Se podrían presentar riesgos moderados en organismos acuáticos en aguas superficiales poco profundas que sean asperjadas durante el programa de erradicación. (2) Igualmente se han hecho, estudios experimentales en el laboratorio de Toxicología acuática de la facultad de Zootecnia y Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia, El laboratorio del centro académico en Bogotá demostró la capacidad mortífera de los mencionados herbicidas, en una investigación con cuatro especies de peces de agua dulce (ejemplares de tilapia, yamú, bocachico y cachama blanca) con

importancia en la acuicultura colombiana. Dirigida El director del Grupo de Toxicología Acuática y Ambiental, Jaime Fernando González. El Dr. González explicó que los peces mueren luego de presentar "signos nerviosos y dificultad respiratoria. Añadió también "el Roundup causa oxidación en el hierro de la hemoglobina, fenómeno conocido como estado de metahemoglobina o sangre achocolatada, que conlleva a que el individuo no pueda captar oxígeno y respirar adecuadamente"(4) El glifosato, causó oxidación de los lípidos de las membranas celulares, lo que, según la fuente, ocasiona la muerte de las células. Finalmente el centro universitario indicó que los resultados de esta parte de la investigación corroboran otros hechos con "biomodelos animales, terrestres y acuáticos". (4)

El Ministerio de Salud, a través de su Directora General de Salud Pública, Doctora Isabel Cristina Ruiz Buitrago manifestó, No existen estudios experimentales en el país que señalen el impacto del Glifosato por aspersion aérea en la salud humana. Es importante resaltar que desde enero de 1992, el Consejo Nacional de Estupefacientes ha autorizado únicamente la aspersion aérea controlada de cultivos ilícitos mediante el empleo del agente químico Glifosato bajo la fórmula comercialmente conocida de Roundup.

En relación con los coadyuvantes Cosmoflux 411 F y Cosmo In D, es pertinente anotar que este Ministerio ha emitido concepto toxicológico para cada uno de ellos, pero no ha efectuado el análisis toxicológico de los mismos como mezcla dentro de las operaciones de erradicación de cultivos ilícitos. En este aspecto es necesario resaltar que este Ministerio dentro de las reuniones establecidas en el comité técnico interinstitucional creado por la Resolución 0005 de 2000, ha insistido en la realización de estudios de toxicidad aguda de la mezcla utilizada para la erradicación de cultivos ilícitos con el fin de poder emitir la categoría toxicológica respectiva.

Así mismo en el proyecto de Reforestación el ingeniero agrícola Luis Camoes, ha visto truncado el trabajo, luego que se financia una alternativa para estimular a la gente a reemplazar sus cultivos de amapola por cultivos legales. "Ahora una rama del Gobierno está fumigando lo que dejó la otra". "Vinieron los aviones y helicópteros y después de eso no quedó nada de la inversión ejecutada. A parte de las fumigaciones que se han hecho a las fuentes de agua. Este es el final de nuestro proyecto" La reforestación del área de las tres fuentes de nacimiento de los ríos, era parte de un programa oficial. (6)

Existen varios estudios a nivel nacional sobre el tema del herbicida (glifosato), pero quiero resaltar el siguiente por su seriedad e imparcialidad, Estudiantes de Zootecnia y Medicina Veterinaria de la UniLlano conjuntamente con IALL, realizaron trabajos experimentales con el N fosfometil Glicina (sal de ácido Isopropilammina + surfactante), basado en modelo de la Especie nativa *Piaractus Brachipomus* (juvenil Cachama blanca), Conclusiones, la exposición a juveniles de Cachama Blanca al Herbicida y el surfactante Cosmoflux 411F refleja un resultado de alteraciones clínicas y anatomopatológico en las branquias, hígado, riñones, piel y cerebro (encéfalo).

Adicionalmente los cambios degenerativos evidenciados en los somas neuronales en el encéfalo sugiere un buen campo de investigación que permita dilucidar las vías por la cual componente del Roundup y el Cosmoflux 411F acceden al SNC. (9) En ese orden de ideas y basados en el objetivo propuesto, se vislumbra antecedentes y la cosmovisión del estudio descriptivo realizado en 3 etapas por parte de DASALUD Putumayo a partir de las aspersiones aéreas (fumigaciones) con Glifosato, básicamente con trabajo de campo, bajo ciertas variables y en período de tiempo determinado, Iniciada el 18 de Diciembre de 2000, se decide estimar los efectos adversos en personas, cultivos y animales de Valle del Guamuéz, San Miguel y Orito – Putumayo. Conclusión Preocupan los evidentes efectos adversos en personas, animales y cultivos, afectados por la fumigación,

que ponen en peligro la salud y la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona. Se proponen: Un Sistema de Vigilancia Epidemiológico para Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas. Un Sistema de Vigilancia Epidemiológico Alimentario y Nutricional "SISVAN" y Una evaluación por los gobiernos y comunidades sobre métodos diferentes a la fumigación mediante aspersion aérea para la erradicación de cultivos de uso ilícito. (7)

En el segundo caso Se trata de un estudio de tipo descriptivo sobre lo ocurrido durante las fumigaciones aéreas con glifosato realizadas a partir de noviembre de 2001 hasta febrero de 2002, con base en la información consignada en los 189 formatos de quejas presentadas antes las personerías municipales de Orito en el municipio de Orito, La Hormiga en el municipio Valle del Guamuéz y La Dorada en el municipio de San Miguel. (7) En conclusión, Aunque para esta ocasión no se logro estimar los efectos adversos en la salud humana si fue posible, a través de los daños causados en los cultivos de pancoger y en la ganadería, establecer que el estado alimentario de la población de la zona está en riesgo y para este caso desde el sector salud conviene precisar el nivel nutricional de las personas residentes de los municipios objeto del programa de erradicación de cultivos de uso ilícito mediante la fumigación aérea con glifosato, con el propósito de sugerir, a quien corresponda, el diseño de programas orientados a garantizar la seguridad alimentaria. Preocupa que 82%(155) de las personas afectadas en sus cultivos son firmantes de pactos lo que significa que productos financiados por el gobierno a través de proyectos destinados a apoyar a quienes se comprometieron a erradicar manualmente la coca, fueron igualmente fumigados. (7)

Este tercer trabajo consiste en un estudio comparativo entre el estado de salud de la población ubicada en zonas de cultivos de uso ilícito frente al estado de salud de esta misma población después de las fumigaciones. Conclusiones Generales; El programa gubernamental de erradicación de cultivos de uso ilícito por aspersion aérea con glifosato en el Putumayo ha tenido consecuencias negativas sobre la salud de la población, sobre zonas dedicadas a otro tipo de actividad (ganadería y piscicultura) y ha generado sin lugar a dudas un grave problema de orden social

manifestado por desplazamiento masivo de la población campesina e indígena. Una de las consecuencias graves de las fumigaciones es la muerte indiscriminada de animales que sumado al daño causado a los cultivos de pancoger, ha generado una crisis alimentaria de la población en el Putumayo, cuyas dimensiones son considerables. Consecuencia de las fumigaciones fue también el daño de los pastizales que a su vez alimentaban el ganado de los campesinos e indígenas. (7)

En el ámbito internacional desde luego, ha sido una tarea de primer plano la investigación sobre el impacto del herbicida Glifosato y sus mezclas, se revisaron experimentos muy serios y realizado por personas idóneas en diversas disciplinas, países como Argentina, Ecuador, Brasil, México, Francia, Holanda, Suecia, Escocia, España, Japón, Corea, Panamá, entre otros, la mayor parte de resultados tienen la constante de que si genera impactos el herbicida conocido comercialmente como Roundup (Glifosato), no obstante, es de indicar que el N fosfometil glicina como ingrediente activo individual sal isopropilamina de Glifosato produce lesiones reversibles o leves, pero si ese ingrediente activo se aplica en mezcla, con un surfactante por ejemplo el Cosmoflux 411F (autorizado su Uso en Colombia) se multiplica su actividad toxica tanto ambiental como humana. Desde hace una década los efectos sanitarios de los agrotóxicos sojeros se han divulgado. El argumento Gubernamental recurrente es la ausencia de “estudios serios” que demuestren los efectos negativos del herbicida. A trece años de fiebre sojera, por primera vez una investigación científica de laboratorio confirma que el glifosato (químico fundamental de la industria sojera) es altamente tóxico y provoca efectos devastadores en embriones. Así lo determinó el Laboratorio de Embriología Molecular del Conicet-UBA (Facultad de Medicina) que, con dosis hasta 1500 veces inferiores a las utilizadas en las fumigaciones sojeras, comprobó trastornos intestinales y cardíacos, malformaciones y alteraciones neuronales. El Laboratorio de Embriología Molecular cuenta con veinte años de trabajo en investigaciones académicas. Funciona en el ámbito de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). Durante los últimos quince meses estudió el

efecto del glifosato en embriones anfibios, desde la fecundación hasta que el organismo adquiere las características morfológicas de la especie. (8) Los resultados fueron contundentes, "Disminución del largo del embrión, alteraciones que sugieren defectos en la formación del eje embrionario. Alteración del tamaño de la cabeza con compromiso en la formación del cerebro y reducción de ojos y de la zona del sistema auditivo, que podrían indicar causas de malformaciones y deficiencias en la etapa adulta", alerta la investigación, que también avanza sobre efectos neurológicos graves: "(Se comprobaron) Alteraciones en los mecanismos de formación de neuronas tempranas, por una disminución de neuronas primarias comprometiendo el correcto desarrollo del cerebro, compatibles con alteraciones con el cierre normal del tubo neural u otras deficiencias del sistema nervioso". (8)

Fumigación aérea con glifosato es una locura: Roberto Bellé, dirigió un proyecto en el que se analizó los efectos del glifosato. Febrero 25, 2007 Mónica Almeida Quito, El director de un proyecto del Centro Nacional de la Investigación Científica de la Universidad Pierre y Marie Curie, de Francia, habló sobre los efectos del glifosato. "El glifosato formulado es el que provoca las primeras etapas de la cancerización", dijo a EL UNIVERSO, mediante entrevista telefónica, Robert Bellé, científico francés que dirigió una investigación sobre el Roundup (10)

La toxicidad del glifosato desata la polémica en Argentina, Julio Rojo, Madrid – España, No. 107, 21 Julio 2009, Investigación del Dr. Andrés Carrasco, Los resultados del estudio del Dr. Carrasco no pueden ser más alarmantes: los embriones de anfibios sometidos a menores concentraciones de glifosato que las aplicadas sobre los cultivos, sufrieron severas malformaciones cefálicas, intestinales, cardíacas, alteraciones neuronales y en el cierre del tubo neural, deficiencias del sistema nervioso y disminución del tamaño embrionario. (11)

También estudios sobre el comportamiento de la flora microbiana del suelo, Interacción del glifosato (Roundup®) con la biota microbiana del suelo y comportamiento de este herbicida en tres suelos del Tolima-Colombia, bajo

condiciones controladas, determino, con estos suelos se establecieron ensayos en invernadero y laboratorio. (13)

Es decir, el estado del arte del tema objeto de estudio, data desde el descubrimiento de su actividad herbicida por parte de John E. Franz trabajando en Monsanto, en 1970. En el caso Colombiano se inicio su aplicación en 1991, pero un primer estudio acerca del impacto ambiental y humano generado por la erradicación de cultivos ilícitos, se expuso hacia el año 2005. No obstante, la preocupación es muy amplia a nivel mundial por el uso casi normal y masivo en plantaciones agrícolas, es así que internacionalmente ya se venía estudiando este herbicida con diversas especies desde tiempos remotos, luego entonces en este trabajo se resumen algunos estudios, buscando conocer, analizar y orientar practicas adecuadas y ambientales en su uso.

1.1. GENERALIDADES Y PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS



Fig. No. 1 Fuente: Fumigación Cultivos de Soya, Argentina CONICET Noviembre 2008



Fig. No. 2 Fuente: fumigación de cultivos ilícitos con Glifosato en mezcla. (Aspersión aérea). (14)

1.1.1 Glifosato



Fig. No. 3 Glifosato

Fuente: ARGENTINA-AGROTÓXICOS

Estudios científicos en Argentina confirman peligrosidad del agrotóxicos. El Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) confirmó que el producto químico (Roundup) utilizado en las plantaciones de soja transgénica es tóxico. (Red de Corresponsales) 14/04/2009.

El glifosato (N-fosfometilglicina, $C_3H_8NO_5P$, CAS 1071-83-6) es un herbicida no selectivo de amplio espectro, desarrollado para eliminación de hierbas y de arbustos, en especial los perennes. Es un herbicida total. Es absorbido por las hojas y no por las raíces. Se puede aplicar a las hojas, inyectarse a troncos y tallos, o asperjarse a tocones como herbicida forestal.* (14) El GF es una solución líquida, clara, viscosa y de color ambarino; normalmente tiene una concentraciones de iones H de 4,4 a 4,9 y una gravedad específica de 1,17. Prácticamente inoloro o con un ligero olor a amina; tiene un peso molecular de 169,08 y un punto de fusión de 200o C.

* <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Glyphosate-3D-balls.png>, Modificada 27 de julio de 2009, <http://www.wsdot.wa.gov/maintenance/pdf/glyphosate.pdf>, <http://americas.irc-online.org/am/166>

1.1.2. Formulación

El Glifosato se comercializa en la forma de concentrados solubles de la sal isopropanolamina del N- Fosfonometil glicina, en los cuales se integran el Glifosato y los ingrediente inertes requeridos para cada tipo de formulación comercial. El proceso de preparación de las formulaciones de uso comercial de cualquier plaguicida, incluyendo el Glifosato, es una tarea compleja y siempre existirán causales que obliguen a introducir modificaciones en la selección y calidad de las materias primas, con énfasis especial en los solventes y en las mezclas o surfactantes aniónicos y no iónicos. Para el caso de la formula comercial del GF en uso líquido se distribuye en: Ingrediente activo: Glifosato, N- Fosfonometil glicina en sal isopropilamina 41,0 % e Inertes (Seboaminas etoxiladas) 59,0 %.(1)

El glifosato se comercializa en Colombia bajo diferentes nombres comerciales, algunos de ellos son: Roundup (Monsanto), Batalla (Bayer), Stelar (Dow Agrosiences de Colombia), Glifosol (Coljap), Socar (Aventis), Glifosan (Agrogen), Regio (Quimor), Coloso (BASF) y Panzer (Invesa). Los productos mencionados tienen una formulación de 480 g i.a/L.(13)

Algunas formulas o nombres registrado Aunque la marca registrada Roundup sigue existiendo en los registros de la US Patent Office, la patente ya ha expirado. Así el glifosato se vende en EE.UU. y mundialmente en diferentes soluciones bajo muchos nombres registrados: Roundup, Buccaneer, Razor Pro (41%), Genesis Extra II (41% + surfactante), Roundup® Pro Concentrate (50,2 %), Rodeo (51,2%), Aquaneat (53,8%), Aquamaster (53,5%). [6] Tales productos pueden contener otros ingredientes, causando diferentes efectos. Por ejemplo, Roundup tiene efectos agregados al propio glifosato, ya que contiene una solución acuosa de glifosato, un surfactante, y otras sustancias (llamadas inertes). (1)

Tabla: 1 Productos Comerciales que contienen Glifosato

**CUADRO No. 1
PRESENTACIONES COMERCIALES DE GLIFOSATO**

Nombre Comercial	Firmas Productoras	Concentración *	Registro ICA
Faena 320	Proficol SA	320 g/L	1800
Faena 320 SL	Monsanto Colombiana	320 g/L	1775
Fuete SL	Monsanto Colombiana	480 g/L	2475
Ranger SL	Monsanto Colombiana	240 g/L	2312
Rocket SG	Monsanto Colombiana	74-75%	1993
Rocky SL	Monsanto Colombiana	120 g/L	1757
Roundup madurante SL	Monsanto Colombiana	480 g/L	2670
Roundup SG	Monsanto Colombiana	74-75%	2488
Roundup SL (Sal)	Monsanto Colombiana	480 g/L	756
Glifosato 48 SL	Coagro Ltda	48%	2699
Clinofox	Cedar Crystal Chemical	480 g/L	2490
Glifosol SL	Coliap Ind. Agroquímica	480 g/L	2337
Glyfosan SL	Químicos e Insumos Agrícolas	480 g/L	2234
Glyphogan 480 SL	Magan de Colombia	480 g/L	2530
Candela 120 SL	Agroser SA	120 g/L	2233
Candela XL	Agroser SA	120 g/L	2800
Coloso SL	Bast Química Colombiana	480 g/L	2609
Panzer 320 SL	Invequímica SA	320 g/L	2569
Panzer 480 SL	Invequímica SA	480 g/L	2399
Regio SL	Quimor SA	480 g/L	2211

* Todas las formulaciones comerciales se refieren a contenidos del ingrediente activo como sal.

Fuente. Documento Plan de Manejo Ambiental Erradicación de Cultivos Ilícitos. 2000

3

El glifosato se provee en varias formulaciones para diferentes usos: Sal de amonio, Sal amina isopropil, Glifosato ácido - standalone, tanto como sal amoniacal o sal isopropil, Sal potásica. Los productos pueden formularse con 120, 240, 360, 480, 680 g de ingrediente activo por litro. La formulación más común en agricultura es 360 g/L, tanto sola como con surfactantes catiónicos. Para las formulaciones de 360 g/L, las regulaciones europeas permiten aplicaciones a campo de hasta 12 L/ha para el control de maleza perenne (como *Elytrigia repens*). Lo más comunmente empleado, es no más de 3 L/ha para los habituales controles de malezas anuales entre cultivos. (14)

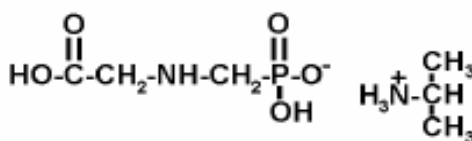


Fig. No. 4 Sal Isopropil Amina de glifosato.

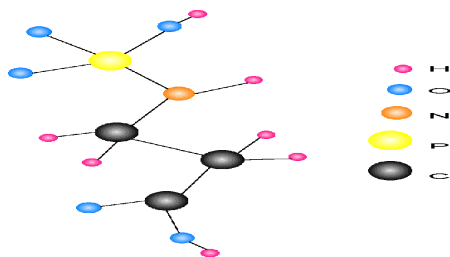


Figura 5 1. Estructura molecular del GF

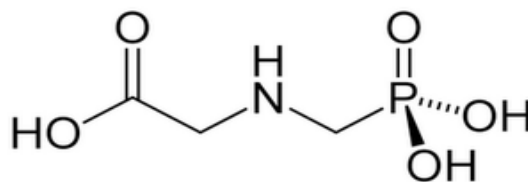


Fig. No. 6 2. Formula Estructural del GF

1.1.3. Mecanismo de acción

El glifosato es un herbicida no selectivo de acción sistémica posemergente, Directamente aplicado sobre el follaje y absorbido por las hojas; se transloca en toda la planta, principalmente vía floema (Franz *et al.*, 1997).

La acción herbicida (bioquímica) del glifosato, no selectiva y de amplio espectro, se basa en la inhibición de la actividad de la enzima 5-enolpiruvilshikimo-3-fosfo sintasa (EPSP), enzima clave en la ruta del shiquimato que conduce a las síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptofano, y otros productos que también se sintetizan por la vía biosintética del shiquimato, tales como ligninas, alcaloides y ácidos benzóicos que son necesarios para el crecimiento de las plantas (Devine *et al.*, 1993; Cole, 1985; La EPSPS cataliza la reacción entre shiquimato-3-fosfato (S3P) y fosfoenolpiruvato (PEP) para formar ESP y fosfato. Los aminoácidos aromáticos se utilizan también para formar metabolitos secundarios como los folatos, las ubiquinonas y las naftoquinas. La ruta del proceso bioquímico del shiquimato no se encuentra en animales. (14)

El glifosato es el principio activo del herbicida Roundup (nombre comercial de Monsanto) su patente expiró en 2000. Monsanto patentó en algunos países el evento "40-3-2" en soja, el cual confiere resistencia al glifosato. Las plantas

resistentes a glifosato se han obtenido por medio de transgénesis. El glifosato es un aminofosfonato y un análogo del aminoácido natural glicina. El nombre es la contracción de glicina, fosfo- y -ato, partícula que designa a la base conjugada de un ácido. (14)

1.1.4. Características Físico-Químicas del glifosato

Tabla 2: Propiedades Físicoquímicas del Glifosato y Sal Isopropilamina del Glifosato

22

Tabla 1.1. Características Físico-Químicas del glifosato y de la sal isopropilamina de glifosato.

Nombre técnico (ISO)	Glifosato	Sal isopropilamina de glifosato
Nombre químico (IUPAC)	N-(fosfonometil)-glicina	
Pureza (mínima)	990 g/kg	
Fórmula molecular	C ₃ H ₈ NO ₅ P	C ₆ H ₁₁ N ₂ O ₅ P
Masa molecular	169.08 g/mol	228.20 g/mol
Punto de fusión	189.5 °C (999 g/kg)	
Punto de ebullición	Se descompone	Se descompone
Apariencia	cristales incoloros	Líquido viscoso de color ámbar a amarillo
Densidad relativa	1.703 g/ml	1.160 - 1.180 g/ml
Olor	Ligero olor a amina (casi inodoro)	Ligero olor a amina (casi inodoro)
Presión de vapor	7.5 x 10 ⁻⁸ mmHg (25 °C, ácido)	3 x 10 ⁻⁷ mm Hg a 25°C
Constante de Henry	2.1 x 10 ⁻⁷ Pa · m ³ · mol ⁻¹	
Solubilidad en agua	pH 2: 10.5 ± 0.2 g/l (20 °C, 995 g/kg)	900 g/l a 25°C
Solubility en solventes orgánicos		Muy poco soluble en solventes orgánicos
Acetona	0.078 g/l	
Diclorometano	0.223 g/l	
acetato de etilo	0.012 g/l	
Hexano	0.026 g/l	
Metanol	0.231 g/l	
n-octanol	0.020 g/l	
propan-2-ol	0.020 g/l	
Tolueno	0.036 g/l	
Coefficiente de Particion octano/agua (log Pow)	pH 5 - 9: - 3.2 at 25 °C (999 g/kg)	
Coefficiente de adsorción al suelo Kd (Promedios de varios suelos y diferentes pH's)	61 g/m ³	
Estabilidad hidrolítica (D150)	pH 5, 7 y 9: estable (25 °C)	32 días a 25°C y pH = 7 ó 9
Constante de disociación	pKa: 2.34 (20 °C), 3.73 (20 °C), 10.2 (25 °C)	
Flamabilidad	No es altamente inflamable	
Propiedades explosivas	No es explosivo	
UV/VIS absorción (max.)	ε: 0.086 (295 nm)	
Fotostabilidad en agua (D150)	33 d (pH 5), 69 d (pH 7), 77 d (pH 9) (lámpara de Xenon).	
D150 en condiciones aeróbicas	22.1 días	
D150 en condiciones aeróbicas	96.4 días	
D150 de disipación en campo	44 días	
D150 en el follaje de plantas	10 a 27 días	

Fuente: 1) Schuette, 1998. 2) European Commission. Health & Consumer Protection Directorate-General Directorate E – Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions. E1 – Plant health: Glyphosate; Enero de 2002. 3) Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2000. Documento "Plan de Manejo Ambiental-Eradicación de Cultivos Ilícitos"; Bogotá, Colombia (http://www.mindefensa.gov.co/conflicto_armado/narcotrafico/glifosato.PDF).

1.1.5. Comportamiento en el Suelo

Las partículas de glifosato que caen al suelo o a los sedimentos pueden ser fijadas por adsorción, en arcillas, materiales orgánicos, óxidos metálicos y en ciertos constituyentes húmicos en los sitios de unión del ácido fosfórico; el glifosato compete por los sitios de fijación con los fosfatos orgánicos (Baird *et al.*, 1971; Hance, 1976; Carlisle y Trevors, 1988). En una aplicación posemergente, una proporción grande de glifosato podía alcanzar el suelo Sin embargo, demuestra

poca actividad herbicida cuando está aplicado al suelo (Hance, 1976; Shoal y Yariv, 1979), lo cual se explica por el efecto de adsorción a las partículas del suelo (Baird *et al.*, 1971; Sprankle *et al.*, 1975b; Rueppel *et al.*, 1977 (13)

Teniendo en cuenta la composición y el pH del suelo, La adsorción inicial de glifosato al suelo ocurre con el ácido metil fosfórico en su forma de anión fosfonato, de la misma manera como el fosfato se adsorbe en el suelo aunque el grupo carboxílico puede también participar en este proceso. El intercambio iónico y la vinculación del hidrógeno pueden explicar la adsorción del glifosato al suelo (Miles y Moye, 1988). A mayor concentración de P, en el suelo se reduce la capacidad de adsorción de glifosato. Los principales cationes que quelan el Glifosato en el suelo son AL, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg – Na. (9)

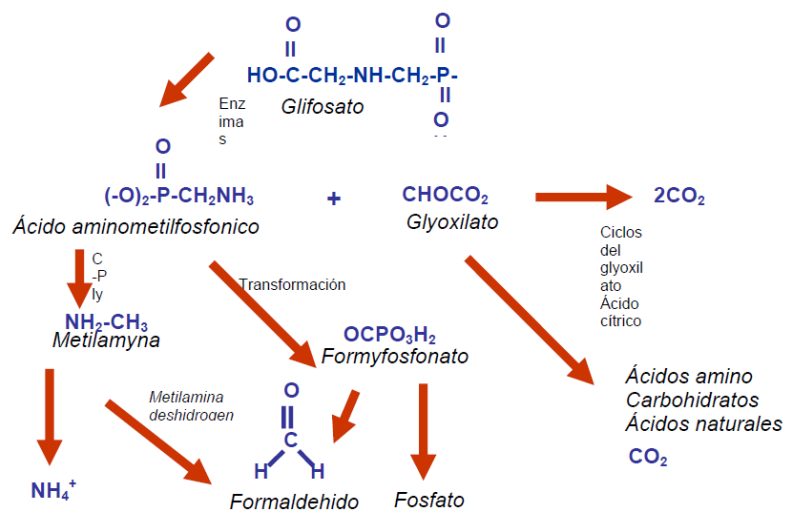
Cuando la adsorción del glifosato es muy fuerte al suelo, mediante mecanismos de Uniones fosfatos, se presenta una escasa movilidad en el perfil del suelo, tanto del Glifosato como de su principal metabolito, el ácido amino metil fosfónico (AMPA), Permaneciendo ambos en los primeros milímetros superiores del suelo (IPCS, 1994). Glifosato es bien conocido como agente quelante para los metales pesados (Subramaniam y Hoggard, 1988) y para cationes orgánicos (Piccolo y Celano, 1994). Generalmente, el proceso de la quelación ocurre porque el glifosato presenta aniones en sus tres grupos químicos (es decir el amino, carboxilo y fosfato) que puede unirse fuertemente a los cationes de metales como Ag, Cd, Cu, Pb, Ni y Zn (Pearson, 1963; Subramaniam y Hoggard, 1988). (13)

1.1.6. Degradación

La degradación del glifosato ocurre básicamente por la acción de los microorganismos del suelo, tanto en el suelo como en ambientes acuáticos, y tanto aeróbica como anaeróbicamente (Rueppel *et al.*, 1977; Tebbe y Reber,

1988; Dick y Quinn, 1995; Forlani *et al.*, 1999; Giesy *et al.*, 2000). La degradación de este compuesto depende entonces, del tipo de suelo, la textura, contenido de materia orgánica y los tipos de microorganismos del suelo (USDA, 1984; Rueppel *et al.*, 1977). La degradación química y la fotólisis juegan un papel menor (Torstensson, 1985; Mallat y Barcelo, 1998). La degradación química del glifosato en suelos esterilizados fue analizada por Rueppel *et al.*, (1977), quienes hallaron que ésta era prácticamente inexistente, anotando que factores puramente químicos no se relacionan con la principal vía de descomposición del herbicida. El glifosato contiene un enlace C-P que es favorablemente resistente a la transformación química, y su degradación es por consiguiente un proceso biológico que involucra la actividad enzimática microbial (Murata *et al.*, 1989; Obojska *et al.*, 1999). Muchos microorganismos degradan el glifosato produciendo AMPA o Sarcosina; finalmente, la transformación completa del glifosato conduce a la producción de agua, anhídrido carbónico y fosfato (Sprankle *et al.*, 1975a; Rueppel *et al.*, 1977; Balthazor y Hallas, 1986; Jacob *et al.*, 1988; Lerbs *et al.*, 1990; Liu *et al.*, 1991; Franz *et al.*, 1997; Forlani *et al.*, 1999; Araujo *et al.*, 2003).

Fig. No. 7. Rutas de biotransformación del glifosato a AMPA y a sarcosina. Fuente (13)



(b) Ruta de biotransformación del glifosato a sarcosina

1.1.7. Movilidad

Dada su alta afinidad por los componentes del suelo, como ya se estableció, glifosato es prácticamente inmóvil con una mínima probabilidad de transporte por lixiviación o arrastre por escorrentía. En un estudio en cromatografía de capa fina de suelos arenoso-gredoso, aluvial-arenoso gredoso y arenoso-gredoso, se encontró que glifosato presenta un valor de R_f (movilidad en la fase fija) de entre 0,14 y 0,2 (Sprankle *et al.*, 1.975), y en otro estudio con los mismos tipos de suelo, los valores obtenidos fueron de <0,2 (Monsanto, Inc., 1.972c).

En un estudio de lixiviación en columnas, de 30 cm de altura, con un alto flujo de agua de 51 cm en dos días, <0,1 a 6,6% de la radioactividad aplicada, se lixivió. Éste experimento se condujo con ocho tipos de suelo, que variaron entre arenoso-gredoso con un contenido de materia orgánica del 0,7% a cenizas volcánicas con un contenido de materia orgánica de 9,5%. Más del 90% de la radioactividad aplicada se recuperó de la capa superficial de 0 a 14 cm. Sólo un estudio de movilidad del ácido aminometilfosfónico (AMPA) se encuentra reportado. En un experimento con residuos envejecidos por 30 días, <0,1% a 1,6% de la radioactividad aplicada fue lixiviada (Monsanto, 1.978b). Las columnas fueron de 30 cm de altura, y el flujo de agua durante 45 días, bajo, de 17 cm. La cantidad de AMPA que se recuperó de la capa superficial 0 a 2 cm, fue baja (0,5 a 12% de radioactividad aplicada), debido a la alta tasa de mineralización¹⁰. (13)

1.1.8. Toxicidad

Estudios de toxicidad aguda por vía oral en los mamíferos nos indican que el glifosato técnico y su metabolito AMPA poseen toxicidad muy débil. Ambos productos están clasificados en categoría de los productos menos tóxicos (IV) del sistema de clasificación de toxicidad aguda de US EPA (Onil, 2001). El glifosato

técnico no produjo irritación en la piel de los conejos, pero pudieron observarse irritaciones que iban desde moderadas a severas en el conejillo de indias, después de aplicaciones repetidas. En el humano, no se observó ninguna irritación primaria luego de la aplicación cutánea única o repetida de glifosato (Doliner, 1991). (13)

La fórmula comercial de Roundup® es un irritante moderado de la piel (Smith y Oehme, 1992; Doliner, 1991). Los resultados sugieren además que el potencial Irritante y tóxico de Roundup® estaría más que todo relacionado con el surfactante presente en la fórmula comercial. El Glifosato técnico bajo forma de sal de isopropilamida, es decir la forma principal utilizada en las formulaciones en todo el mundo, es ligeramente irritante para el ojo de los conejos (USDA; 1984) mientras que la forma ácida del producto es un irritante ocular severo (WHO, 1994). Glifosato es ligeramente tóxico para peces, y prácticamente no es tóxico a los Anfibios acuáticos y los animales invertebrados (Giesy *et al.*, 2000). La formulación de Roundup® es más tóxica para peces de agua dulce y para animales invertebrados acuáticos. (13)

Tabla 3: Grado de toxicidad del glifosato según vías de penetración en ratas (Castaño, 1996)

1. Grado de toxicidad del glifosato según vías de penetración en ratas (Castaño, 1996).

Producto Categoría Toxicológica

Glifosato: moderadamente irritante a los ojos del conejo

Roundup: moderadamente irritante a los ojos del conejo

Glifosato: en piel no irritante

Roundup: en piel moderadamente irritante

Glifosato: ligeramente tóxico (ICA, 2003)

Roundup: moderadamente tóxico

Clasificación para Roundup®:

Ingestión: Categoría II altamente tóxico (menos de 1 mg/kg)

Inhalación: Categoría III moderadamente tóxico (50 – 500 mg/kg)

Cutánea: Categoría III moderadamente tóxico (50 – 500 mg/kg)

Tabla 4: DOSIS LETAL MEDIA POR VIA ORAL PARA RATAS Y CONEJOS

DOSIS	EFEECTO
GLIFOSATO	
Dosis de exposición oral.	Irritación dérmica.
Dosis de exposición dérmica	DL 50 , en ratas > 5.000 mg / kg. DL 50 , conejos > 5.000 mg / kg. DL 50 en ratas 4- H - 2,6 mg / l
Dosis de inhalación, Irritación ocular.	En conejos la exposición por 24 horas: Irritación leve a moderada. La irritación ocular fue obvia en el día 14, pero desapareció en el día 21, en un animal. CE: Opacidad corneal - 0,0; iris 0,0; eritema 1,7; quemosis 0,8. En conejos, exposición de 4 h. : Prácticamente no irritante: Eritema ligera (enrojecimiento) pero desaparecieron dentro de 24 horas, en todos los animales. CE : Eritema, 0,0; Edema 0,0. No se observó alergia dérmica después de exposición repetida.

Fuente. Documento Plan de Manejo Ambiental Erradicación de Cultivos Ilícitos. 2000 (1)

La aplicación de glifosato mata las plantas debido a que suprime su capacidad de generar aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptófano – tirosina); ingresa por las hojas y es translocado a otras partes donde es poco metabolizado. (9)

Tabla 5: Potencial de Irritación Ocular y Dérmica, estudios sobre el potencial irritante de glifosato y sus formulaciones se demuestra que tanto el material técnico como los productos terminados, son ligeramente irritantes para la piel en exposición única, y moderada a severamente irritante para los ojos.

Fuente: - World Health Organization / International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria No. 159, *Glyphosate*, Chapter 7, Paragr. 7.4., p79-80., WHO Genève, 1.994.
- Draize, JN, Woodard, G., Calvery, HO, Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes

**CUADRO No. 6
EFECTOS SENSIBILIZANTES POR CONTACTO CUTANEO**

MATERIAL	MÉTODO	RESULTADO	REFERENCIA
Glifosato téc.. 99,7%	Buehler	Negativo	Bio/Dinamycs Inc. 1.983c
Glifosato técnico	Magnusson & Klinsman	Negativo	Safepharm, 1.991b
Glifosato téc.. 96-99%	Magnusson & Klinsman	Negativo	Inveresk Resrch Intl., 1.989b
Roundup®	Buehler	Negativo	Bio/Dinamycs Inc. 1.983b
Sting®	Buehler	Negativo	Bio/Dinamycs Inc. 1.986

Fuente: World Health Organization / International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria No. 159, *Glyphosate*, Chapter 7, Paragr. 7.4., p79-80., WHO Genève, 1.994.

b. Toxicidad Subaguda

Tabla 6: resultados de experimentos en cobayos, con glifosato. Fuente (1)

No se ha encontrado evidencia experimental ni para glifosato ni para sus formulaciones, de efectos sensibilizantes por contacto cutáneo, como se observa en el **CUADRO No. 6**, con datos sobre experimentos realizados en cobayos:

CUADRO No. 5
IRRITACION OCULAR Y DERMICA

MATERIAL	PUNTUACIÓN DRAIZE ^A	RESULTADO	REFERENCIA
Irritación de Piel			
Glifosato téc., 85% en agua	0,8	Ligeramente irritante	Bio/Dinamycs Inc., 1.988b
Glifosato-IPA 65%	0,2	No irritante	Monsanto, 1.981d
Roundup [®]	1,9	Ligeramente irritante	Bio/Dinamycs Inc., 1.988g
Irritación Ocular			
Glifosato téc., 85% en agua	45	Fuertemente irritante	Bio/Dinamycs Inc., 1.990d
Glifosato-IPA 65%	0	No irritante	Monsanto, 1.981e
Roundup [®]	54	Fuertemente irritante	Bio/Dinamycs Inc., 1.990

Fuente. Documento Plan de Manejo Ambiental Erradicación de Cultivos Ilícitos. 2000

26

1.1.9. El comportamiento en el Agua.

La revisión de informaciones técnicas permite conceptualizar que el uso normalizado del Glifosato tiene pocas probabilidades de contaminar corrientes de agua, como consecuencia de la escorrentía o la percolación de residuos provenientes de aplicación del herbicida al suelo o al follaje. En fuentes estáticas de agua, la cantidad de residuos declina más bien en forma acelerada, por efecto del proceso de adsorción en las partículas de materiales existentes en suspensión o en el fondo de los depósitos. En condiciones de agua corriente el proceso es el mismo pero las partículas del compuesto pueden ser detectadas a una buena distancia, corriente abajo, desde el sitio original del tratamiento o de contaminación. (1)

siquimato en corismato, a concentraciones $\approx 0,2$ mg l.a./L (Ahmrhein *et al.*, 1.980)³⁶.

CUADRO No. 11
TOXICIDAD ACUATICA AGUDA

ESPECIE	COMPUESTO	C.L. ₅₀ (96 HORAS)	N.O.E.C.
Peces:			
<i>Salmo gairdneri</i>	Glifosato	34 mg/L	
<i>Ictalurus punctatus</i>	Glifosato	32 mg/L	
<i>Ciprynus carpio</i>	Glifosato	2,4 mg/L	
<i>Pimephales promelas</i>	Glifosato	>25	MATC 255 días
<i>Salmo gairdneri</i>	Roundup [®]	14-33 mg/L	21 días 52 mg/L
<i>Ictalurus punctatus</i>	Roundup [®]	mg/L	
<i>Ciprynus carpio</i>	Roundup [®]	mg/L	
Moluscos:			
<i>Crassostrea virginica</i>		mg/L	
Equinodermos:			
<i>Tripneustes esculentes</i>		mg/L	
Crustáceos:			
<i>Daphnia magna</i>	Roundup [®]	24-37 mg/L	21 d. 100 mg/L
<i>Daphnia pulex</i>	Roundup [®]	19 mg/L	

³⁶ Datos de World Health Organization / International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria No. 159, *Glyphosate*, Chapter 9, Table 17, p 92-95., WHO Genève, 1.994.

Tabla 7: Efectos sobre el crecimiento de organismos unicelular en vida acuática (algas verdes, bacterias acuáticas, etc.) en contacto con glifosato y Roundup. (1)

1.1.10. Bioacumulación

Por el bajo coeficiente de partición de octanol/agua de glifosato, ($POW = -2,3$, inferior a 3, e indicativo de un elevado carácter hidrófilo de la sustancia), resulta muy poco probable que éste se acumule en los tejidos. Ensayada en *Lepomis machrochyrus*, en un estudio de flujo continuo, a concentraciones de 11 a 13 mg 14C-glifosato/L, durante 35 días, los valores de bioconcentración (BCF) calculados con base en mediciones de pez completo, ascendieron de $<0,1$ a los 0,2 días después de iniciada la prueba, a 0,4 a 0,5 al final de la misma.

1.1.11. Residualidad Promedia del Glifosato

Todo producto de naturaleza química tiene un proceso de degradación o de Cambios totales o parciales en su constitución molecular y en sus propiedades físico-químicas tan pronto como entra en contacto con los componentes del medio circundante (agua, temperatura, microorganismos, luz, radiación solar, etc.).

Residualita se entendiera el tiempo que transcurra entre la aplicación y la Degradación o metabolización de la molécula del Glifosato. Se puede decir que Aparte de la temperatura ambiental, de la actividad de los microorganismos del Suelo y la alta rata de adsorción en los coloides de los suelos tropicales, también Es dependiente de otros factores, aunque en forma indirecta por que corresponden a las condiciones que forman parte del suelo y que tienen una influencia favorable directa sobre la población y desarrollo de los microorganismos. Tampoco se puede desconocer que las interpretaciones electrónicas son al presente, de gran importancia al hablar de propiedades tales como la POLARIDAD, la ACIDEZ, la BASIDEZ y la PROPORCION y DIRECCION de toda reacción química, para mencionar tan solo unos pocos efectos en materia de reacciones bioquímicas. (1)

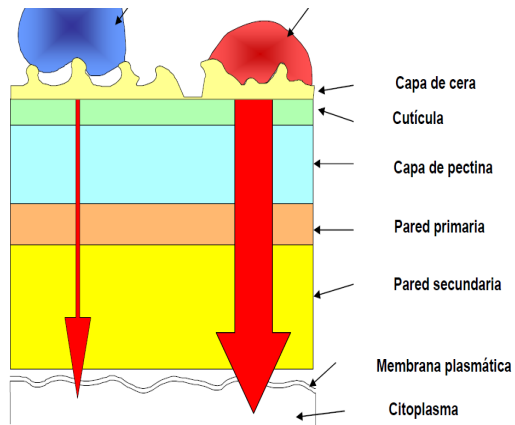


Figura 4 Penetración del herbicida como el glifosato a través de la cera de la cutícula en ausencia de surfactante (izquierda) y en presencia de surfactante (derecha)

Fig. No. 8 Incorporación de glifosato mas surfactante sobre la cutícula de la hoja.

2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ESTUDIO

Conforme a la metodología propuesta esbozada en el anteproyecto, se indago estudios desde diferentes ópticas que me permitieran tener un escenario amplio de resultados, realizando un análisis concienzudo, razonable e imparcial, buscando naturalmente alternativas de producción agrícola y erradicación de cultivos ilícitos, implementando buenas prácticas productivas en sinergia con la sostenibilidad del ambiente natural.

Es importante resaltar que los estudios antes mencionados tienen un respaldo y han sido validados por organismos internacionales tales como la ONU, Instituciones de Investigación Científicas y por la CEE, pero además los procedimientos fundamentados con las pruebas de laboratorio, en invernaderos, etc. han sido validados técnicamente, además se han realizado hasta 3 pruebas por experimento con diferentes dosis, con ambiente ajustado a los normales en campo (simulación del hábitat), incorporando el herbicida conocido comercialmente como Roundup (dosis aplicada en Colombia) en forma individual pero también en mezcla con el surfactante Cosmoflux 411F, para corroborar el resultado obtenido en el primer ensayo y contrastar con la hipótesis planteada.

Finalmente, estas personas idóneas(científicos) en el tema y concluyendo su tesis investigativa, consideran que el trabajo no termina aquí y falta mucho por experimentar, luego entonces, han motivado y sugerido a la comunidad científica y a la sociedad que realicen investigaciones con otras especies y organismos vivos que hacen parte del ecosistema planeta Tierra y que probablemente también puede verse afectadas por el uso y el abuso de plaguicidas no solo en el sector Agrícola, sino también en otras actividades económicas que incorporen este tipo de Agrotóxico.

3. PROPUESTA ALTERNATIVA DE MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL

En la práctica el control de malezas y plagas es una exigencia vital para la producción agrícola no solo en Colombia sino también del planeta donde se permita producir alimentos y mantener la seguridad alimentaria de las personas.

Ciertamente, en Colombia la normatividad vigente en materia de control de agrotóxicos es precaria y la poca que existe es permisiva en cuanto que argumentan que debe flexibilizarse la vigilancia y la aplicación a gran escala en aras de mantener el abastecimiento agroalimentario de la población. Es por ello que encontramos algunas normas como el Dto. 1843 22 de junio de 1991 “manejo Seguro de plaguicidas”, Ley 99 de 22 de Diciembre 1993 que crea el Ministerio del Medio Ambiente y en la cual dan lugar a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias, Dto. 4741 30 diciembre de 2005, enfatizadas al manejo de químicos, residuos y desechos peligrosos, Decreto 1443, 07 de Mayo 2004, por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones, Resolución 04166 12 de noviembre de 1997 Por el cual se prohíbe la importación, fabricación, comercialización y uso de una sustancia química. ART. 196. Dto. 1843 de 1991, Las medidas de seguridad tienen por objeto prevenir o impedir que la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación atenten contra la salud, contra la fauna o la flora nacionales o la conservación del ambiente, entre otras.

Es importante traer a colación que hacia la década los 70's, se implementa la gran “revolución verde” en Latinoamérica cuyo objeto era incrementar la producción agropecuaria para satisfacer la demanda de alimento que para esa entonces se

percibía iba en aumento exacerbado de la población, trayendo consigo la mecanización y tecnologías novedosas en agricultura, pero un elemento fundamental era la aplicación de agroquímicos sobre el suelo, plantas y demás recursos naturales. Posteriormente hacia el año 1998- 1999, surge la iniciativa experimental de los OGM, organismos genéticamente modificados, cuyo registro de la patente la tiene la multinacional Monsanto, el argumento muy similar al proclamado en los años 70's sobre la revolución verde.

Luego de estudiar los OGM, tiene la particularidad que aparte de ser trasmutados los genes de un planta a un animal o viceversa, a futuro quizás a humanos, estas semillas o productos tienen la propiedad de ser resistentes al Roundup (glifosato), es decir, si aplicamos Roundup al cultivo para controlar plantas arvenses o plagas, eliminará todo lo que este alrededor que tenga vida excepto los plantas o semillas que hayan sido modificado genéticamente por Monsanto.

En consecuencia, sin lugar a dudas todos queremos que haya soberanía y seguridad alimentaria en igualdad de condiciones, y desde luego, estamos de acuerdo con el avance de la ciencia y tecnología para el desarrollo agroalimentario, en salud, educación, etc. Sin embargo, debemos mejorar los niveles de producción de alimentos, bajo la premisa de preservar y proteger nuestros ecosistemas naturales, luego se debe implementar tecnologías ambientalmente sostenibles.

Es perentorio señalar en este trabajo, un cable de información dado por la FAO organismo internacional para la agricultura y la alimentación, adscrita a la Naciones Unidas (ONU), Octubre de 2009, el cual manifiesta que según estudio hecho por esta entidad a nivel mundial sobre "El hambre y la miseria en el planeta" al día de hoy existen 1.020'000.000 habitantes que padecen desnutrición extrema y que no tienen acceso a alimento alguno, es decir

hambruna extrema, es una situación inaceptable y terrible para la supervivencia de la especie.

3.1. LINEAMIENTOS A CONSIDERAR EN EL SECTOR AGRÍCOLA PARA EL MANEJO DEL HERBICIDA OBJETO DE ESTUDIO QUE PERMITA MINIMIZAR EL IMPACTO AL AMBIENTE

- Diagnostico general de la composición, vocación y usos tradicionales que se le dé al suelo para el sector agrícola.
- Evaluar alternativas integrales de control de malezas no solo considerar el uso de agroquímicos, enfocado siempre al mejoramiento y rendimiento sostenible de la cosecha.
- El monocultivo de corta duración no es apropiado para la fertilidad de suelos siendo sembrado continuamente, luego que genera pérdida de nutrientes, cesación de microbiota del suelo, salinización (mineralización), deriva de capa superficial, lo cual conduce a la desertización de los suelos. Luego entonces, se plantea la rotación de cultivos de pancoger y de cosecha de corta duración (policultivos), ampliando el descanso entre cultivos de la misma especie, permitiendo oxigenar y revitalizar el suelo con un valor agregado que interrumpe el ciclo biológico de malezas y plagas endémicas.
- Se requiere una mejor distribución equitativa en proporción de la tenencia de la tierra, ya que consultando un informe del BM, para América Latina, sobre la política agraria en transición para Colombia (en Breve, octubre de 2004 No. 55), lo cual determina sobre el sistema de uso de la tierra “solo el 30% de la tierra apta para la agricultura se usa en cultivos. Más del doble

del área apta para pastizales es utilizada para alimentación del ganado, es claro que redundará muy negativamente sobre el medio ambiente”.

- Retomando el estudio hecho por el investigador Cuervo Andrade Jairo de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, luego que realizó estudio en 3 suelos del departamento del Tolima, para cultivo de bosque, pastizal y arroz (13), cuyos resultados no fueron los más favorables para el herbicida Roundup utilizado ampliamente en el cultivo de arroz, y es aquí donde quiero detenerme, el procedimiento es para el control de maleza pos emergente, inicialmente se hacen aplicaciones de 4l/ha. y se requiere se hacen otra aplicación según la persistencia y resurgencia de la maleza con mayor dosis. Es evidente que genera impactos a la microfauna del suelo, mineralización, sistema radicular de la planta de arroz se reduce ostensiblemente y por ende la cristalización del fruto (granel), lo cual exige naturalmente incorporar mayores dosis de fertilizante (abono químico) para compensar la falta de nutrientes del terreno basal, y lograr un óptimo nivel de producción. Finalmente habrá que esperar si en un futuro la maleza se vuelve resistente al herbicida y se tomarán medidas más agresivas al respecto.
- Incorporar en las buenas prácticas agrícolas el manejo integrado de plagas y malezas, mirando el cultivo como un ecosistema global donde interactúan varios elementos (agua, suelo, aire, flora, fauna, animales, el hombre) que interrelacionan sus funciones hacia un objetivo común, bajo esa concepción podemos mantener el equilibrio natural.
- Implementar otras prácticas de control de malezas, un método que ha dado buenos resultados control cultural o manual, es una actividad ejercida mecánicamente por la fuerza del hombre, control biológico por medio de insectos, herbicidas orgánicos o trofobióticos (látex, segregación de líquidos

de plantas o animales, conocidos como purines), por medio de laboreo con mecanización (maquinaria), eficacia y adecuación de riego y drenaje entre otras actividades que se pueden implementar según relieve, hidrología, geología, altitud, etc.

- Minimización del uso del Herbicida Roundup y sus mezclas (surfactantes), sustituirlos, reducir la concentración (dosis), disposición de residuos y recipientes de manera ajustada a la normativa vigente.
- Las autoridades locales, departamentales y nacionales planifiquen y diseñen POT's, acordes al uso del espacio territorial, que implique considerar los aspectos ecológicos, económicos, culturales, sociales y ambientales de la población del área de influencia. Recordando que Colombia es proclamada por la carta magna como territorio multiétnico y pluricultural.
- Alternativa de siembra de otros cultivos de pancoger que se adapten a las condiciones edafológicas, agrologicas, climatológicas del trópico y naturalmente obtener rendimientos favorables en relación costo – beneficio.
- Apostar incólume por el desarrollo educativo de los habitantes de estas zonas marginales, no solo por la educación ambiental, sino también por niveles de educación básica, media y oportunidad de educación superior, ya que el estudio realizado por Dasalud Putumayo entre otras cosas, dio a conocer que el 64% de los encuestados no han terminado el nivel escolar de la primaria. En ese orden de ideas, se refleja déficit en saneamiento básico y ambiental (alcantarillado, manejo y disposición de residuos sólidos), agua potable, salud pública, uso de plaguicidas sin protección personal.

- Es importante experimentar cultivos con semillas orgánicas, integradas con herbicidas, insecticidas y fertilizantes de origen biológico, es una alternativa muy factible y de cosechas óptimas.

3.2. Lineamientos a considerar en la Erradicación química de cultivos ilícitos, mediante la aspersión aérea con el herbicida Roundup ultra y sus mezclas

Ciertamente es un tema muy álgido e intrincado al mismo tiempo, ya que los estudios hechos al respecto son pocos y los que existen son muy controvertidos; sin embargo, aquí se trata de describir impactos hacia el ambiente y determinar medidas de prevención y mitigación del herbicida.

Ya hemos hablado de las implicaciones de la Erradicación por aspersión aérea con el herbicida glifosato, de un lado en forma individual presenta efectos leves con tendencia a agudizarse el daño, pero de otro lado, es una situación muy crítica para el ambiente y las personas, el uso de surfactantes en mezcla luego que se potencializa la toxicidad (entre 4 a 26 veces más tóxico que el glifosato puro). Igualmente, los límites de dosis permitida por unidad de área no se cumplen recomendadas desde luego por los fabricantes, donde la dosis sugerida está entre 2.5 hasta 3.0Lt/Ha., en Colombia se aplica en proporción de 13.47Lt/Ha. de Roundup ultra para la erradicación de cultivos ilícitos. En los Estados Unidos la proporción aplicada es de 1Lt/Ha. Roundup (sin surfactante), en Argentina 3.0 Lt /Ha., es por ello que es indiscutible el perjuicio que atañe este herbicida en las aplicaciones conocidas hasta hoy, lo dicen no solo en Colombia sino también en escenarios y personas con mucho criterio a nivel internacional.

Bajo esta perspectiva se propone pautas y actividades a considerar en la aplicación del herbicida objeto de estudio en la práctica de erradicación de cultivos ilícitos

- La consolidación de un programa económico y social alternativo sostenible basado en la posibilidad de sembrar y cosechar alimentos (cultivo lícito) que reivindiquen ingresos suficientes para satisfacer las necesidades básicas de la humanidad (alimentación, salud, educación, saneamiento básico, desarrollo tecnológico, recreación, cultural, social y ambiental) dando como resultado el acabose del sistema económico basado en la coca, al ser erradicados sus cultivos ilícitos del contexto nacional.
- Se requiere una mejor redistribución equitativa de la tenencia de la tierra, concatenados con el acceso a tecnologías productivas, créditos alcanzables y sin especulación y por supuesto garantizar un mercado justo y oportuno en igualdad de condiciones para todo tipo de alimentos lícitos, no solo para el auge de cultivos de palma de aceite (africana) y caña de azúcar en grandes latitudes como se observa en la actualidad.
- Respetuosamente replantear el programa gubernamental de erradicación de cultivos ilícito por aspersion aérea con glifosato y sus mezclas en el Putumayo y desde luego en todas los focos de cultivos ilícitos en el país, luego que ha tenido consecuencias negativas sobre la salud de la población, sobre zonas dedicadas a otro tipo de actividad (ganadería y piscicultura), cultivos de pancoger y ha generado sin lugar a dudas un grave problema de orden social manifestado por desplazamiento masivo de la población campesina e indígena. (7)

- Implementar otras prácticas de control de la coca, un método que ha dado buenos resultados es el control cultural es una actividad ejercida mecánicamente por la fuerza del hombre, concretamente la proposición más sensata es la erradicación manual de cultivos ilícitos concomitantemente con alternativas de producción lícitas y de desarrollo sostenible en el presente y futuro, que dignifique al ser humano y preserve el ambiente.
- Desde las altas directrices gubernamentales Implementen políticas eficaces de control al mercado de los agrotóxicos y de impulso a la producción ecológica y orgánica.
- Evaluar por parte de altas esferas del gobierno la legislación de fumigación con glifosato en los Parques Nacionales Naturales y reservas protectoras forestales.
- Según el Ministerio de Salud, a través de su Directora General de Salud Pública, Doctora Isabel Cristina Ruiz Buitrago manifestó, “No existen estudios experimentales en el país que señalen el impacto del Glifosato por aspersión aérea en la salud humana”. Luego entonces, la invitación tanto para Min Protección social como Min Ambiente, es por favor si no existen al respecto estudios de los efectos positivos o negativos, porque no se diseña y financia un proyecto de investigación al referente sobre el impacto del glifosato en el ambiente, que permita despejar suspicacias y plantear correctivos si es necesario.

CONCLUSIONES

- Se logro dilucidar elementos bibliográficos de gran trascendencia en el tema objeto de estudio, entendiendo que los impactos que genera el herbicida glifosato no son tan inocuos tal como lo afirman ciertas entidades públicas y privadas y más aun las mezclas que aplican para la erradicación de cultivos ilícitos en Colombia es única en el mundo.
- Se realizó una revisión de la legislación ambiental vigente con relación al manejo y disposición final de agrotóxicos, con el fin de establecer los criterios legales que debe cumplir las empresas productoras, los canales de distribución y transporte sobre todo los sistemas de aplicación.
- También se reviso el estudio reportado por PAN/Asia y el Pacífico, lo cual nos da a conocer que el uso de glifosato sobre el forraje y alimento animal puede dejar residuos en riñones, carne, leche y huevos. Los residuos permanecen estables hasta un año en materiales de plantas y en agua, y hasta dos años en productos almacenados para animales (alimentos). En ambientes silvestres pueden persistir más largo tiempo. No quiere decir que todo alimento va ha tener residuos o trazas de glifosato, no obstante, hay que ser más cautelosos al consumir alimentos donde haya sido asperjado este producto.
- Igualmente se examino resultados de la erradicación de cultivos ilícitos durante la erradicación química en Colombia, en 1988 el cultivo de coca aumentó en el país un 53.35%, mientras que en países como el Perú el cultivo disminuyó de 115.300 hectáreas en 1995 a 51.000 en 1998, sin emplear químico alguno. Luego entonces, se puede inferir que la fumigación aérea para la erradicación de cultivos no constituye un elemento crítico (crucial) para impactar el aumento o disminución de la producción. La cantidad de coca en la región andina ha permanecido con tendencia al

aumento pasando de 293.700 toneladas en 1988 a 303.600 en 1996, lo cual depende de las condiciones específicas de la demanda y explica por qué la producción de la hoja de coca se ha mantenido a pesar de los 650.000 galones de Glifosato empleados durante 1992 y 1998.

- Se planteo una propuesta alternativa de manejo del herbicida y sus mezclas de manera ambientalmente sostenible y concomitante con el desarrollo agroalimentario tanto para la producción agrícola como para la erradicación y control de la expansión de cultivos ilícitos. Este trabajo me permitió ser mas consiente sobre el uso de agroquímicos en actividades agrícolas, así mismo propender por que la sociedad asuma la preservación y protección del medio ambiente como un estilo de vida del día a día.

RECOMENDACIONES

- Realizar seguimiento a la expedición de resoluciones y normas ambientales en temas referentes al control, uso y comercialización de agrotóxicos que fijan plazos para el cumplimiento de obligaciones.
- Considerar el Plan de Gestión Ambiental idóneo y coherente con el programa de erradicación de cultivos ilícitos mediante la aspersión aérea del Herbicida Glifosato, teniendo en cuenta que en voz del propio Ministerio de Ambiente, cuestiona enfáticamente que el PMA presentado por Min Defensa tiene muchos vacíos e incoherencias desde el punto de vista Ambiental. “El Ministerio del Medio Ambiente ha reconocido la falta de planes de manejo ambiental adecuados para la aspersión aérea del producto. Ha fallado el plan de manejo ambiental”(16)
- Algo que se puede sugerir y que es muy razonable, es acoger los resultados del estudio hecho por el investigador Sanho Tree (2006), Corporación RAND, luego afirma que en términos financieros “ el tratamiento para ayudar (rehabilitar) a los cocainómanos a abandonar la adicción es diez veces más efectivo que la prohibición de la droga y 23 veces más que intentar erradicar la coca en su fuente”, luego si invertimos más recursos a programas de rehabilitación en la demanda (uso) en el tratamiento de la adicción, se verá reflejada la eficacia como nos indica el Dr. Tree, 23 veces más por dólar o peso invertido en la fumigación de agrotóxicos para la erradicación en la fuente.
- La literatura que estudia los efectos del químico se basa en estudios con Roundup o glifosato únicamente y no con la mezcla que se utiliza en Colombia, luego entonces, la recomendación para la sociedad científica y las autoridades gubernamentales es realizar estudios de los herbicidas en mezcla y en proporción real que se aplica en la producción agrícola.

- Una sugerencia fundamental es La erradicación manual de cultivos ilícitos no sólo es más amigable con el ambiente sino que sigue siendo alternativa dentro de un esquema de desarrollo sustentable para incorporar a las comunidades campesinas e indígenas y ofrecer empleo.
- Determinar el efecto del glifosato sobre poblaciones microbiales en diferentes ambientes, (Ej.: sistemas agrícolas de caña de azúcar y café) y su interacción con diferentes tipos de arcillas.

BIBLIOGRAFIA

1. **Plan de Manejo Ambiental Erradicación de Cultivos Ilícitos 2000**, “Identificación del Herbicida Glifosato Propiedades y Toxicidad”, Septiembre 5 de 2009.
2. **Keith R. Solomon** Centre for Toxicología and Department of Environmental Biology, University of Guelph, ON, N1G 2W1, Canadá, “PECIG y de los Cultivos Ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente”, CICAD, 31 de mayo de 2005, Septiembre 14 de 2009. 143 pag.
3. **Tomás León Sicard Agrólogo PhD.** Director Programa de Investigación en Impactos de Cultivos de Uso Ilícito (PIAC) IDEA – UN. Director (e) Instituto de Estudios Ambientales IDEA – Universidad Nacional. Observaciones al “Estudio 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” Septiembre 14 de 2009.
4. **NTN 24. Hecho por la Universidad Nacional**, “Estudio colombiano Prueba Efecto Letal del Glifosato y el Paraquat en peces”, Director del Grupo de Toxicología Acuática y Ambiental, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Jaime Fernando González, 2007
5. **Ana C. Ochoa- Periodista** “No hay estudios en Colombia sobre Impacto en la salud, por aspersión aérea del Glifosato”, Ministerio de Salud ratifica precauciones, Suramérica 3 No. 37 EL PULSO, Medellín – Colombia, Octubre 2001.
6. **Ana C. Ochoa- Periodista**, “Cuestiona la incorporación (mezcla) de Cosmoflux 411f al glifosato” Medellín - Colombia, Suramérica 3 No. 37 EL PULSO, Octubre 2001.
7. **Webmaster Revelo D.** Profesional Especializada “Impacto de las Fumigaciones aéreas con Glifosato en el Putumayo”, Subdirección de Salud Pública, Departamento administrativo de salud - Putumayo, 15 de junio de 2005.

8. **Darío Aranda**, Ecoportal, 12-05-09, "Investigación del Conicet confirmó que el glifosato es altamente tóxico y provoca efectos devastadores en embriones", 18 de septiembre de 2009.
9. **Eslava M. Pedro René, Ramírez Ferney, Rondón Lang**, "Sobre los efectos del Glifosato y sus Mezclas: Impacto en Peces Nativos", IALL, Universidad del Llano 2007.
10. **Mónica Almeida Quito**, "Fumigación Aérea con Glifosato es una locura:" **Roberto Bellé PhD. Biología Celular**, El director de un proyecto del Centro Nacional de la Investigación Científica de la Universidad Pierre y Marie Curie de Francia, Habla Sobre los efectos del glifosato, Febrero 25 de 2007.
11. **Julio Rojo, Madrid España**, "el Glifosato es el Agrotóxico más utilizado en el campo Argentino", La toxicidad del glifosato desata la polémica en Argentina, No. 107, Diagonal. C/ de la Fe, 10. 28012. Madrid. Tel.: +34 91 184 184 6 webmaster@diagonalperiodico.net 21 de Julio 2009,
12. **Roccatagliata Patricia** Ing. Agr. (U.B.A.) <http://blog.iespana.es/nogaldevida> "Impacto ambiental por GLIFOSATO, Biodiversidad en América Latina y El Caribe", Argentina: buscan suspender el uso del glifosato; 30 de Julio de 2009.
13. **Cuervo Andrade Jairo Leonardo**, Ph D. Ciencias Agropecuarias, "Interacción del glifosato (Roundup®) con la biota microbiana del suelo y comportamiento de este herbicida en tres suelos del Tolima-Colombia, bajo condiciones controladas", Universidad Nacional de Colombia, febrero de 2007.
14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Glyphosate-3D-balls.png>, "Glifosato" revisado Julio de 2009.
15. **Dr. Jorge Kaczewer, UNBA**, "Toxicología del Glifosato: Riesgos para la salud humana", e-mail a <mailto:subscribe@ecoportal.net> , 18-12-02, revisado 29 de julio de 2009.
16. **Ana C. Ochoa- Periodista**, "Fumigaciones a cultivos Ilícitos y Salud, Entre la toxicidad informática y la Real, Suramérica 3 No. 37 EL PULSO, Medellín – Colombia, Octubre 2001.
17. **Ana C. Ochoa- Periodista**, "No solo se fumiga con Glifosato", Medellín - Colombia, Suramérica 3 No. 37 EL PULSO, Octubre 2001.

- 18. Decreto 1843 de 22 de Junio 1991**, Régimen aplicable al uso, manejo, vigilancia de plaguicidas (Manejo seguro de plaguicidas),
- 19. Ley 99 de 22 de Diciembre 1993** que crea el Ministerio del Medio Ambiente y en la cual dan lugar a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias.
- 20.** Dto. 4741 30 diciembre de 2005, enfatizadas al manejo de químicos, residuos y desechos peligrosos
- 21. Decreto 1443, 07 de Mayo 2004**, por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.
- 22. Resolución 04166 12 de noviembre de 1997** Por el cual se prohíbe la importación, fabricación, comercialización y uso de una sustancia química. ART. 196. Dto. 1843 de 1991, Las medidas de seguridad tienen por objeto prevenir o impedir que la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación atenten contra la salud, contra la fauna o la flora nacionales o la conservación del ambiente.
- 23. Ana C. Ochoa- Periodista**, "La fumigación ha sido ineficaz" Cultivos de coca se han cuadruplicado, Suramérica 3 No. 37 EL PULSO, Medellín – Colombia, Octubre 2001
- 24. Elsa Nivia**, Ing. Agrónoma, Lic. en biología y química, Rapalmira "Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato", Cali – Colombia enero de 2001.

ANEXOS

HOJA DE SEGURIDAD GLIFOSATO (MSDS)



Glifosato Du Pont

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Sección 1 : Identificación del Producto y Proveedor.-	
Nombre del producto Tipo de producto Proveedor	: Glifosato Du Pont : Herbicida : Monsanto Argentina, Maipú 1210, Buenos Aires - Argentina
Importador y Distribuidor	: DuPont Chile SA Apoquindo - 4° Piso - oficina 403 Las Condes - Santiago
Teléfono de emergencia Fecha de revisión	: (2) 3635000 : Diciembre 2002
Sección 2 : Composición / Ingredientes	
Nombre Químico Sinónimo del principio activo Formulación N° CAS N° CAS (Sal Isopropilamina) Concentración	: Glifosato : N-(fosfometil) glicina; sal isopropilamina : Glifosato : SL : 1071-83-6 : 38641-94-0 : 48 %P/V de la sal
Sección 3 : Identificación de los riesgos	
Marca de la etiqueta Clasificación de los riesgos del Producto químico a. Peligros para la salud de las personas Inhalación Contacto con la piel Contacto con los ojos Ingestión b. Peligros para el medio ambiente c. Peligros especiales del producto	: CUIDADO : Muy bajo peligro : Levemente irritante : Causa irritación ocular : Es poco riesgoso : Producto de muy baja toxicidad : No tiene
Sección 4 : Medidas de primeros auxilios	
Llame al Centro Toxicológico de la Universidad Católica, convenio CITUC/AFIPA -Tel. 6353800	
En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo a:	
Inhalación Contacto con la piel Ingestión Contacto con los ojos Nota para el médico tratante Síntomas	: Retirar al paciente al aire fresco. Si no respira, efectuar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa. Dar oxígeno. Llamar al médico. : Lavar inmediatamente con agua y jabón, lavar las ropas contaminadas antes de reutilizarlas : Si el paciente esta consciente, no inducir vomito, hacer ingerir 2 vasos de agua. Nunca hacer ingerir algo a una persona inconsciente. Llamar inmediatamente a un médico. : Lavar con agua abundantemente por al menos 15 minutos. Llamar a un médico : : No hay síntomas específicos, se recomienda tratar los síntomas



Glifosato Du Pont

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Sección 5 : Medidas para la lucha contra el fuego	
Agentes de extinción	: lluvia de agua, espuma universal, polvos químicos y anhídrido carbónico.
Riesgos específicos	: El producto formulado contiene agua y no prende con facilidad. No inflamable-(Flash Point de >93°C)
Procedimientos especiales para combatir fuego	: Use equipo de respiración autónomo.
Equipos protección personal para combatir fuego	: Usar indumentaria de protección contra fuego, aparato de respiración autónoma, botas

Sección 6 : Medidas para controlar derrames	
Medidas de emergencia	: No contaminar cursos de agua, ni lavar con agua. Delimite el área evitando el acceso de personas no autorizadas. Haga un dique de contención, agregando aserrín o tierra, recoja el material con palas y hasta 3 cms de suelo, guarde en bolsas plásticas dentro de recipientes metálicos o de plástico para este fin, debidamente marcados.
Equipo de protección especial	: Use equipo de seguridad, guantes, botas, traje impermeable (Ej. Tyvek), gorro , protector de ojos y máscara de ser necesario
Precauciones para evitar daños al ambiente	: Evite que el producto alcance otros lugares, fuentes de agua, animales o a personas .
Métodos de limpieza:	: --
Métodos de eliminación de desechos	: La eliminación de estos residuos deberá hacerse de acuerdo a la legislación vigente y en empresas debidamente capacitadas para ello.

Sección 7 : Manipulación y almacenamiento	
Recomendaciones técnicas	: Usar equipo protector al manipular el producto. Evitar su exposición a las altas temperaturas. No comer, beber ni fumar durante esta. Almacenar en su envase original , etiquetado cerrado y lejos de cambios bruscos de temperatura y del alcance de personas y/o animales
Medidas específicas para la manipulación segura	: --



Glifosato Du Pont

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Sección 8 : Control de exposición y protección	
Medidas para reducir la posibilidad de exposición Parámetros de control específicos Equipo de protección específicos Protección respiratoria Protección de manos Protección de vista Otros equipos de protección Medidas de higiene específicas: Precauciones especiales	: No coma, beba o fume durante la manipulación : -- : Equipo de protección personal : Use máscara con filtro para vapores : Use guantes largos impermeables : Use protector ocular (Antiparras) : Usar ropa protectora impermeable (Ej. Tyvek) : Una vez terminado proceda a lavarse profusamente con agua y jabón. : --
Sección 9 : Propiedades físico y químicas.	
Estado físico Apariencia y olor Densidad relativa PH Solubilidad en agua Punto de inflamación Temperatura de autoignición Propiedades explosivas Coef partición octanol/agua Corrosividad	: Líquido limpio : Líquido claro, ambarino, inodoro : 1,17 a (20/20°C) : 4,7 a 20° C : Soluble : >93°C : -- : No explosivo : -- : Producto no corrosivo
Sección 10 : Estabilidad y reactividad	
Estabilidad Condiciones que deben evitarse Incompatibilidad (materiales que deben evitarse) Productos peligrosos de descomposición Productos peligrosos de combustión Polimerización peligrosa	: Estable a temperaturas normales de almacenamiento : Altas temperaturas : Evitar el contacto con materiales galvanizados o acero (excepto el inoxidable). De no ser así podrán liberarse gases inflamables. Solo usar contenedores o tanques de acero inoxidable, aluminio, fibra de vidrio, con líneas de plástico. : Puede reaccionar con materiales cáusticos (básicos) : La descomposición térmica del producto es muy poco probable, si ocurre puede generar productos tóxicos, como óxidos de nitrógeno y de fósforo : No ocurrirá
Sección 11 : Información toxicológica	
Toxicidad aguda: LD50 (Ingestión) LD50 (dermal) Irritación dermal Irritación ocular Toxicidad crónica o de largo plazo Carcinogenesis	: >5000 mg/kg (rata) : >5000 mg/kg (conejo) : >5000 mg/kg (conejo) : moderadamente irritante corneal (conejo) : Para el ingrediente activo: NOEL 300 ppm (perros dos años). Se observo disminución en el aumento de peso y cambio en los tejidos hepáticos (ratón) y menores aumentos de peso y cambios oculares en ratas. : Ninguno de los componentes de la formulación figura en las listas de cancerígenos. Clase E (EPA)



Glifosato Du Pont

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Mutagenesis Reproducción	: No mutagenico, con y sin activacion metabólica. : Sin efectos sobre la reproducción en estudios de tres generaciones, aun a dosis con toxicidad materna.
Efectos locales o sistémicos	: Levemente irritante dermal. Esencialmente no irritante
irritante ocular	: Moderadamente irritante ocular

Sección 12 : Información ecológica

Inestabilidad	: Estable a temperaturas y condiciones de almacenamiento normales.
Persistencia degradabilidad	: Es degradado rápidamente por los organismos del suelo y por hidrólisis química
Bio acumulación	: No se Bioacumula
Comportamiento e impacto sobre el medio ambiente	: Producto de muy bajo impacto ambiental
Ecotoxicidad	
Para Glifosato (Forma acida)	
LC50 Trucha arco iris	: 8,2 mg/l, (96 hrs)
Daphnia	: 24 mg/l
LD50 Pato Mallard oral	: 6300 ppm
LC50 Pez luna de agalla	: 5,8 mg/l ,(96 hrs)

Sección 13 : Consideraciones sobre disposición.

Método de eliminación del producto	: Obsérvese siempre la legislación local vigente. La incineración debe solo hacerse en locales autorizados y controlados
Eliminación de embalajes y envases	: Esto debe ser realizado en un lugar autorizado por la autoridad competente de acuerdo a las normas vigentes. Nunca reutilice envases vacíos y evite la contaminación de otras áreas.

Sección 14 : Información sobre el transporte

Nch 2190 (marcas aplicables) DOT / IMO	: N° UN : No regulado
---	--------------------------

Sección 15 : Normas vigentes

Información reglamentaria	: Instituto Nacional de Normalización, Reglamento para el Transporte de Sustancias Tóxicas y Peligrosas, Normativa Ministerio de Salud y Ministerio de Agricultura
Marca en la etiqueta	: CUIDADO, Franja verde

Sección 16 : Otras informaciones

La información que aquí se entrega en esta Hoja de Seguridad de Materiales se entrega de buena fe y ha sido obtenida de fuentes confiables. Sin embargo se entregan sin una garantía expresa o implícita. Esta información es la conocida actualmente. El uso seguro de este producto es responsabilidad y obligación del usuario
