

## **Declaración de la Red Europea de Científicos para la Responsabilidad Social y Ambiental sobre la publicación de Séralini et al. (2012)**

Presentada el día 5 de octubre 2012, durante la 6ª Reunión de las Partes del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, realizado en Hyderabad - India.

### **Resumen y Aspectos Principales**

La Red Europea de Científicos para la Responsabilidad Social y Ambiental (European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility - ENSSER) acoge con beneplácito el estudio “Toxicidad a largo plazo del herbicida Roundup y el maíz modificado genéticamente para tolerar el herbicida Roundup” realizado por un grupo de investigadores científicos del Comité Francés para la Investigación e Información Independiente sobre Ingeniería Genética (French Committee for Research and Independent Information on Genetic Engineering - CRIIGEN), miembro de ENSSER. El estudio realizado por Séralini et al. (2012) consistió en analizar el ciclo de vida completo de roedores durante dos años alimentándolos con el maíz NK603 modificado genéticamente por Monsanto para tolerar el glifosato (rasgo único de tolerancia al glifosato) y su co-tecnología Roundup. Este estudio fue publicado en la revista científica Alimentos y Toxicología Química (Food and Chemical Toxicology).

El grupo de investigadores liderado por el Profesor Séralini publicó anteriormente varios estudios toxicológicos sobre Roundup y su ingrediente activo el glifosato (Gasnier et al. 2009; Benachour et al. 2007; Benachour y Séralini 2009) y, adicionalmente, evaluó datos históricos de la compañía. Los datos históricos de estudios de alimentación con roedores los presentó la compañía en su expediente para solicitar la aprobación para la importación de alimentos y piensos. Al re-analizar los datos no procesados o datos primarios de la compañía se encontraron signos de efectos toxicológicos en los riñones e hígado de los roedores a los 90 días de haber consumido el maíz MG, incluyendo el maíz MG NK603 que fue evaluado en este nuevo estudio (de Vendômois et al. 2009; Séralini et al. 2007; Séralini et al. 2011).

Las repetidas peticiones hacia las autoridades para que éstas soliciten estudios más rigurosos y de seguimiento a largo plazo a los desarrolladores de estas biotecnologías han sido ignoradas sistemáticamente o rechazadas por razones dudosas. En el 2011, La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority - EFSA) mantuvo su rechazo a que los tests de alimentar durante 90 días a los sujetos de estudio sean un requerimiento obligatorio para las solicitudes de alimentos y piensos MG (European Food Safety Authority 2011). Los pocos estudios realizados por los desarrolladores de productos MG son voluntarios y durante su ejecución aplican los protocolos que creen necesarios.

## Aspectos principales

1. La investigación de CRIIGEN[1] fue determinante para finalmente suscitar una respuesta de la autoridad Europea competente, la Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores de la Comisión Europea (SANCO) en el 2012. En el borrador de su informe *Implementando las normas para las solicitudes de autorización de alimentos y piensos modificados genéticamente* (Comisión Europea 2012), la Comisión Europea manifestó: “los estudios toxicológicos de alimentos y piensos modificados genéticamente deben realizarse con todo el alimento o pienso en si”. De ser aprobado, los solicitantes “deberán incluir un estudio de alimentación de roedores durante 90 días con la totalidad del alimento o pienso para evaluar los alimentos y piensos que contienen, consisten de o son producidos a partir de plantas modificadas genéticamente [...]”.

2. Luego de un meticuloso análisis comparativo tanto de los datos publicados por la industria como los de CRIIGEN, ENSSER concluyó que no se puede analizar detalladamente la mayoría de argumentos que pretendían invalidar el estudio de Séralini et al.. Las críticas a este estudio en su mayoría son erróneas o tienen una doble moral. El punto débil del estudio piloto de Séralini et al. es el número de animales utilizados, ya que no permite un análisis estadístico de un parámetro (de los 30 existentes) de los datos primarios de mortalidad. Este aspecto ha sido ya reconocido por los autores y necesita ser considerado/remediado en los siguientes estudios.

3. La controversia y los ataques que provocó el estudio revelan un aspecto subyacente: La falta de metodologías adecuadas y acordadas ampliamente para los estudios a largo plazo que evalúan científicamente los efectos del consumo de por vida de los alimentos modificados genéticamente.

4. El desarrollo de dicha metodología y estudios - que han sido solicitados por varios científicos preocupados desde que se anunció que los alimentos MG iban a ser introducidos en los mercados internacionales - han sido sistemáticamente bloqueados debido al cabildeo de la industria y los científicos asociados a las compañías de biotecnología. Las organizaciones internacionales como Codex Alimentarius y los gobiernos nacionales – incluyendo a la mayoría de gobiernos de Europa y sus autoridades – aceptaron en lugar de ello los conceptos de equivalencia sustancial y familiaridad. Estos conceptos se utilizan tanto para evadir los estudios científicos obligatorios de los alimentos MG en lo referente a la salud humana como para declarar que las diferencias encontradas entre los OMGs y sus parientes no modificados son “biológicamente irrelevantes”.

5. Las causas que dieron paso a la crisis de confianza en la ciencia y sus normas y que ahora salen a la luz con toda su fuerza fueron: la aceptación de los modelos construidos por esta industria que ofrecen una justificación conceptual para evadir las

pruebas de los riesgos asociados a los alimentos MG y el desatender las demandas claramente formuladas por ciudadanos Europeos.

6. Debido a la evidencia de que existen vínculos estrechos entre la industria y los evaluadores de riesgo de la Unión Europea y; la documentada y desproporcionada influencia que ejercen los desarrolladores y propietarios de esta tecnología en las normas, es predecible que las autoridades, incluida la EFSA no revisen a cabalidad la evaluación original del maíz MG NK603 (ni cualquier otra solicitud). Esto ha sido resaltado por ejemplo por el Parlamento Europeo (2012) cuando se negó a emitir el presupuesto de la EFSA del 2010 hasta que no existan cambios significativos en sus políticas, liderazgo y dirección.

### **1 Respuestas inmediatas y ataques**

La publicación de este estudio incitó la organización de campañas de descrédito hacia los autores y su trabajo, parecidas a las campañas previas que tenían el objeto de desacreditar otros estudios que habían igualmente encontrado efectos adversos. Esta estrategia ha sido analizada durante varios años y ha sido descrita ampliamente por ejemplo en la revista científica Nature (Waltz 2009) y Hilbeck et al. (2012). No es de sorprenderse que los argumentos planteados sean que éstos estudios no cumplen con los sólidos principios científicos y por lo tanto son anti-ciencia. ENSSER critica los ataques *ad hóminem*, los argumentos y las conductas emocionales y frecuentemente malignas como los que han sido planteados en un artículo reciente por John Vidal en el periódico The Guardian (2012).

Otros ejemplos son los boletines de prensa del Consejo para la Información Biotecnológica (CBI 2012) de la industria de biotecnología de los Estados Unidos y la revista Forbes (Miller & Chassy 2012) que presentan declaraciones de científicos del sector público y de un funcionario retirado (quien ha rechazado sistemáticamente el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad en lo referente a la legislación de los OMGs). Miller & Chassy (2012) atacan las numerosas publicaciones con revisión de pares realizadas por los investigadores de CRIIGEN en revistas científicas respetadas internacionalmente: “Séralini es especialista en experimentos con una metodología errónea, irrelevante y que no se puede interpretar; pretende demostrar los impactos de las plantas modificadas genéticamente y el herbicida glifosato en varios escenarios forzados”. Para aquellos interesados en informarse más sobre este tema, les sugerimos leer los artículos originales y decidir si éste estilo es el adecuado.

### **2. Metodología y resultados del estudio de Séralini et al.**

En el 2010, CRIIGEN adquirió un financiamiento externo para un estudio cuyo objetivo era explorar a mayor profundidad los signos de toxicidad observados en los datos experimentales de la compañía Monsanto. Por lo tanto, diseñó una prueba toxicológica con la cantidad estándar de 10 roedores por sexo (20 en total), como lo

recomienda la Guía 408 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE (Organization for Economic Cooperation and Development 1998). Los autores no aplicaron la Guía 451 (Estudios Carcinogénicos) o la Guía 453 (Estudios combinados de Toxicidad Crónica/Carcinogenicidad) como sugerían los críticos – porque los autores en primer lugar no pretendían conducir estudios carcinogénicos. Su intención era aplicar la metodología 408 en un período de tiempo más extenso.

## **2.1 Crítica a los aspectos científicos**

Hasta el momento los aspectos más criticados del estudio de Séralini et al son:

### **2.1.1 El uso de los roedores Sprague Dawley que desarrollan tumores cancerígenos fácilmente**

Estos roedores son utilizados comúnmente en los estudios toxicológicos y de producción de tumores, incluyendo los estudios presentados por Monsanto para la aprobación del maíz NK603 y otros cultivos MG (Hammond et al., 1996, 2004, 2006; Mackenzie et al., 2007). La mayoría de comentarios críticos al estudio de Séralini et al. fallan a la hora de informar al lector sobre este aspecto. Séralini et al. utilizó esta clase de roedores para mantener el diseño de su estudio lo más apegado posible al estudio de Monsanto. Si hubieran utilizado otra clase de roedores y hubieran mostrado efectos negativos, la relevancia de sus resultados seguramente hubieran sido criticados por este aspecto; es decir el uso de una clase diferente de roedores.

Contrario a lo que las críticas indican, los roedores Sprague Dawley son comúnmente utilizados en estudios a largo plazo de toxicidad/carcinogenicidad.

1. El Programa Nacional de Toxicología del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos[2] utilizan esta clase de roedores en sus estudios que tienen una duración de 2 años, y no han sido impugnados.
2. Una rápida y aún preliminar investigación de la literatura de revistas científicas que realizan revisión por pares reveló que los roedores Sprague Dawley fueron utilizados:
  - en estudios de 36 meses por Voss et al. (2005);
  - en estudios de 24 meses por Hack et al. (1995), Klimisch et al. (1997), Minardi et al. (2002), Soffritti et al. (2006) and Gaméz et al. (2007);
  - en estudios de 18 meses por Lee et al. (2010); y
  - en estudios de 12 meses por Perry et al. (1981), Conti et al. (1988), Morcos & Camilo (2001), Flamm et al. (2003) and Gutiérrez et al. (2011).

Cuatro de estos estudios han sido publicados por la revista Alimentos y Toxicidad Química (Food and Chemical Toxicology).

### **2.1.2 Alimento ingerido no cuantificado**

El alimento se ofrecía *ad libitum* (*a voluntad*) en el estudio de Séralini et al. al igual que se lo hizo en los estudios de la compañía mencionados anteriormente y que sirvieron de base para la aprobación de sus cultivos MG.

Hammond et al. (2006) – el estudio de Monsanto para la aprobación de NK603 – tampoco midió la ingesta diaria de alimento para determinar la cantidad de toxinas consumidas. Además, los expedientes de Monsanto evaluados por EFSA para la aprobación del maíz MON88017 y MON89034 para alimentos y piensos MG señalaban “la comida era administrada *ad libitum* durante aproximadamente 90 días en 20 machos y 20 hembras Sprague – Dawley [Crl:CD®24 (SD)] que tenían de 6 a 8 semanas de edad al inicio del estudio.

Durante el estudio los animales fueron observados dos veces al día para identificar su muerte o si se encontraban moribundos. Cada semana se registraba los chequeos físicos, incluyendo los comportamientos fuera de la jaula de alojamiento, el peso corporal individual y el consumo de alimento”. Este método fue aceptado por la EFSA y no provocó comentario alguno por parte de quienes posteriormente criticaron el mismo método utilizado por Séralini et al. Además, Monsanto condujo evaluaciones patológicas en solo 10 de los 20 roedores mencionados, el criterio de selección no fue divulgado en el Expediente Técnico. Quisiéramos resaltar: la falta de cuantificación de la cantidad de toxinas ingeridas no inválida los síntomas clínicos observados. Esto representaría un problema si los resultados hubieran sido negativos; es decir si no habrían efectos tóxicos pero no constituyen una preocupación ya que los resultados fueron positivos.

### **2.1.3 El tamaño de la muestra muy pequeño para un estudio a largo plazo**

El tamaño de la muestra es adecuado para un estudio toxicológico de 90 días pero resulta insuficiente para evidenciar la toxicidad/carcinogenicidad en los estudios a largo plazo. Los autores lo reconocen y por tanto presentan los datos primarios de mortalidad y desarrollo de tumores para cada individuo; datos que indican la formación de tumores. Una solución posible podría ser que los autores evalúen sus datos durante 3 o 4 meses para encontrar únicamente los efectos de toxicidad y los separen de aquellos observados posteriormente.

## **3. Crítica a la política de divulgación y las fuentes de financiamiento**

Los críticos han solicitado la divulgación total de los datos primarios y señalan que la fuente de financiamiento es anti MG lo que les incentivaría a diseñar escenarios experimentales en los que sería más probable detectar resultados negativos. CRIIGEN anunció su disposición a divulgar los datos si se establece una revisión justa e independiente.

Nuevamente, la petición de la divulgación completa de los datos como la realizada por internet (Prakash et al. 2012) revela una doble moral. Ninguno de estos expertos (muchos de ellos con un historial bien documentado de rechazo de los principios básicos de la legislación europea referente a bioseguridad y oposición al mejoramiento de los estándares de evaluación de riesgos para cumplir con estos principios) se manifestó cuando las autoridades mantuvieron en secreto la información referente a las aplicaciones para la liberación y comercialización de los cultivos MG por petición de los solicitantes. Incluso parte de la información podía obtenerse únicamente mediante una decisión de la corte.

Siguiendo la lógica del argumento inicial, que es distinta a la del argumento sobre la divulgación total de la información, puede señalarse que los fondos pro MG – obviamente (y en principio, legítimamente) son los que financian todos los estudios reglamentarios. Por lo tanto son proclives a utilizar metodologías y realizar juicios técnicos que no muestren los efectos adversos.

La aplicación de este tipo de lógica invalidaría todos los estudios financiados o conducidos por la industria y aceptados por las autoridades y los evaluadores de riesgos. Es claro que los promotores de la industria deben involucrarse en los estudios de evaluación de riesgos; pero se deberían realizar evaluaciones de riesgo totalmente independientes, financiadas indirectamente por estas compañías pero no influenciados directa o indirectamente por ellas.

Este procedimiento requiere de una nueva institucionalidad y quizás modificaciones legislativas a las normas y el financiamiento científico; las autoridades públicas responsables deberán iniciar un debate al respecto urgentemente.

#### **4. Doble moral y análisis asimétrico**

Un análisis comparativo objetivo del estudio del grupo de Séralini y los estudios presentados por Monsanto revela claramente que si se considera que los experimentos de Séralini son insuficientes para demostrar los impactos negativos igualmente lo son los realizados por Monsanto para demostrar la seguridad de sus productos.

Básicamente todos los estudios previos que han encontrado efectos adversos de los cultivos MG han recibido el siguiente trato: solo los estudios que muestran efectos adversos reciben una evaluación rigurosa de sus métodos experimentales y estadísticos, mientras que los que prueban su seguridad son aceptados tal como se presentan (ej. véase además Hilbeck et al. 2012.)

EFSA aplica este análisis asimétrico regularmente como lo confirmó una entrevista con un miembro del panel de OMG de EFSA quien declaró: “Claro que los estudios que demuestran efectos potenciales negativos de los OMGs son analizados más profundamente” (Anonymous, 2009).

De acuerdo con Millstone et al. (2004) esta práctica - del supuestamente imparcial evaluador de riesgos - es interpretada por el público Europeo como un apoyo ilegítimo a la industria de la biotecnología. Declaran que la institución pone un mayor énfasis para tratar de evitar falsos positivos que para evitar falsos negativos. Lo que implica que el análisis crítico ha sido aplicado de una forma asimétrica y que por lo tanto, a primera vista, es más difícil de conciliar con un enfoque de precaución”.

Un estudio reciente por parte de Snell et al. (2012) demuestra lo mismo. En el resumen, los autores manifiestan “los resultados de los 24 estudios (revisados) no sugieren ningún riesgo para la salud [...]”. Sin embargo, los autores de este estudio encontraron algunas debilidades similares o incluso más graves que las presentadas contra el estudio de Séralini. Por ejemplo, de los 24 estudios que fueron evaluados 16 (67% de los estudios) no mencionaron el uso de una línea isogénica como grupo control (por lo tanto se asume que no fue utilizada), muchos no describieron los métodos utilizados a detalle, utilizaron un menor número de animales que los utilizados por Séralini et al, y de acuerdo a los autores tenían otras deficiencias más. Los resultados de todos los estudios que no presentaron efectos adversos fueron aceptados como pruebas de la seguridad de los productos sin importar las evidentes (aunque consideradas como irrelevantes) deficiencias de sus métodos.

### **ENSSER pide que se termine con la doble moral y con la conducción del debate al estilo “matando al mensajero”**

Si se manifiesta que el estudio de Séralini et al. es insuficiente para probar los impactos negativos debido a sus fallas metodológicas, entonces todos los estudios presentados previamente para solicitar la aprobación de alimentos y piensos en la Unión Europea deberían ser reconsiderados. Se deberá analizar la evidencia presentada a favor de la seguridad de los productos para la salud humana y animal con el mismo nivel de rigor que se aplica a los estudios que demuestran efectos adversos.

Igualmente si se pide que Séralini et al. divulgue los datos primarios, entonces todos los solicitantes deberán divulgar sus datos – y principalmente los materiales biológicos en cuestión. Las evaluaciones de riesgo asimétricas son claramente inaceptables y definitivamente no cumplen con los estándares básicos de los procedimientos científicos ni de idoneidad pública y tampoco con el principio de precaución. ¡La carga de la prueba recae obviamente en los desarrolladores de la tecnología, y son ellos los encargados de mostrar la evidencia adecuada para probar la seguridad de sus productos, más no un grupo de investigación pública, que no posee ni la información, ni los materiales, ni los recursos necesarios para demostrar los efectos adversos! Es difícil resistirse a describir como escandaloso el estado de la cuestión.

ENSSER igualmente solicita que se realice un estudio sistemático global, integral y a profundidad y una síntesis de todos los informes anecdóticos existentes, estudios

rechazados y observaciones de diferentes fuentes (campesinos, pastores, veterinarios, personal médico etc.) de varios países que se han acumulado durante los últimos 15 años.

Esta investigación debería incluir la ingestión/aplicación de cultivos MG y Roundup/glifosato (sobre el cual se está acumulando evidencia de que es mucho más tóxico de lo que se hizo creer al público y a las autoridades). ENSSER puede proporcionar una lista de dichos estudios. Es necesaria una evaluación cuidadosa de todos los informes para buscar los potenciales patrones comunes subyacentes y de encontrarlos, evaluar si estos concuerdan con los datos registrados existentes en las publicaciones de los experimentos controlados.

Un grupo supra-nacional de investigadores independientes / organizaciones debería supervisar este estudio integral. Es decir, apartado de los intereses económicos de los desarrolladores de estas tecnologías y los dueños de los derechos de propiedad intelectual de los respectivos productos de ingeniería genética y otros actores que tienen intereses en este tema.

Esta recomendación es importante por dos razones:

- Sería el primer paso para hacer el seguimiento a los datos publicados en el estudio del grupo de Séralini y
- Se implementaría por primera vez desde la publicación de este importante informe, lo que los autores de la Agencia Ambiental Europea (2001) *Late Lessons from Early Warnings* solicitaron: un grupo inclusivo y diverso de actores multidisciplinarios y experimentados que al ser testigos de los posibles efectos adversos de las nuevas tecnologías actúen de manera no esperada. Como lo demostró el libro de la Agencia Ambiental Europea el enfoque de precaución no constituye un obstáculo a la innovación; y por lo tanto no debe ser calificado como tal. Al contrario, puede estimular el desarrollo de una nueva tecnología, más responsable, informada científicamente y socialmente beneficiosa.

Ni siquiera el mejor, más caro y exhaustivo conocimiento científico podrá ser suficiente en sí mismo para poder tomar las decisiones correctas en temas de interés público tan complejos como la aprobación y el control de las innovaciones agrícolas. Siempre existirán temas prioritarios y necesidades sociales y éticas que aunque se basen en la mejor información disponible deberán ser posteriormente debatidas y decididas democráticamente.

ENSSER sostiene que las estructuras científicas y políticas existentes en Europa en el campo de la biotecnología e innovación agrícola y su normatividad requieren de un proceso inclusivo y responsable de revisión y cambio. El principal propósito de éste cambio institucional sería eliminar los estándares y procedimientos anti-científicos; es decir los que se contraponen a una ciencia sólida e independiente, y por lo tanto a una



política pública sólida, informada y legítimamente decidida. En lo que se refiere a la normativa y evaluación de riesgos de los cultivos MG, existen graves y evidentes inconsistencias en el comportamiento institucional a la hora de establecer estándares científicos normativos. Esto no solo desacredita la ciencia en la arena pública, sino además la política de la Unión Europea y los órganos científicos consultivos. Tal cambio es posible y urgente.

### **Detalles sobre el estudio de ratas con tumores alimentadas con maíz transgénico**

En los últimos días ha habido mucho debate sobre la validez científica de los estudios hechos por un equipo de investigadores de la Universidad de Caen (Francia), quienes encontraron serias afectaciones en la salud en un grupo de ratas alimentadas con un maíz transgénico de Monsanto con resistencia al herbicida glifosato.

A continuación se presenta un resumen de la metodología usada (la que es comparada con el estudio que sirvió para la aprobación de este maíz como pienso en Europa) (Hammond et al 2004), y los principales hallazgos de esta investigación.

La ratas usadas por el equipo científico de Caen son las mismas que se usó por Hammond et al 2004.

	<b>Serálini et al 2012</b>	<b>Hammond et al 2004</b>
Duración	24 meses	2 meses
Tratamiento y control	Maíz NK603 NK603 + glifosato Roundup Línea isogénica cercana	GMO NK603 + Roundup Línea isogénica cercana      Seis otras líneas de maíz sustancialmente equivalentes
Dosis por tratamiento	3	2
Ratas medidas grupo/sexo	10/10 (total 200)	10/20 SD ratas (200 medidas/ total 400)
Duración en meses	24	3
Histología/animal	34	17/36
Órganos pesados	10	7
Observaciones microscopio electrónico	Observado	No
Estudio de comportamiento	2 veces	1, sin protocolo
Estudios oftalmológicos	2 veces	0
Número de muestras sangre	11 (cada mes en los primeros 3 meses) y luego c/3 meses	2 (semana 4 y 13)
Parámetros medidos en sangre	31 (11 veces la mayoría)	31 (dos veces)
Esteroides sexuales en plasma	testosterona y estradiol	No
Parámetros medidos en hígado	6	0
No. Muestras orines	11	2
Residuos de Roundup	Estudiado	No estudiado
Transgénicos en tejido	Estudiado	No estudiado

En la siguiente tabla se resumen algunas de los problemas encontrados en la investigación.

Control hembras	11% maíz NK603	22% maíz NK60 3	33% maíz NK60 3	A R (adminis- trado en agua)	B R (adminis- trado en agua)	C R (adminis- trado en agua)	11% maíz NK60 3 + R	22% maíz NK60 3 + R	33% maíz NK60 3 + R
Mortalidad 20%	30%	70%	40%	60%	60%	50%	50%	70%	50%
Tumores no regresivos 6	11 (metás- tasis)	7	10	14	11	11	7	9	8
tumores mamarios 8 (5)	15(7)*	10(7)	15(8)	20(9)	16(10)	12(9)	10(6)	11(7)	13 (9)
patología glándulas mamarias 10(5)	22(8)	10(7)	16(8)	26(10)	20(10)	18(9)	17(8)	16(8)	15(9)
patología pituitaria 9 (6)	23(9)	20(8)	8(5)	22(8)	16(7)	13 (7)	19(9)	9(4)	19 (7)
Control machos									
Mortalidad 30%	50%	10%	10%	30%	30%	10%	40%	50%	30%
Tumores no regresivos 1	1	4	3	1	0	2 6 metás- tasis	4	3	1
Patologías hepáticas 2 (2)	5(4)	11(7)	8(6)	11(5)	9 (7)	6(5)	5(4)	11(7)	8(6)
Tracto hepato- digestivo 6 (5)	10(6)	13(7)	9(6)	23(9)	16 (8)	9(5)	10 (6)	13(6)	9 (6)
Renales 3(3)	4(4)	5(5)	7(7)	6(6)	5 (5)	3(3)	4(4)	5(5)	7(7)

\* El primer número representa el número de tumores (u otra patología)no regresivos encontrados en todo el grupo de ratas analizadas. El número (entre paréntesis) es el número de animales en el que se detectó los tumores, u otra patología.

## Otros hallazgos

- Machos murieron antes que las hembras (excepto en el control)
- Las enfermedades hormonales no estaban en proporción con la dosis del tratamiento
- Síntomas de patologías fueron observados en los distintos tipos de tratamientos y de las dosis
- Todos los tratamientos en ambos sexos, incrementaron la incidencia de tumores entre 2 y 3 veces más que el control
- Tumores se desarrollaron considerablemente antes en las ratas tratadas que en el control, aunque la mayoría de ellos fueron observados luego del mes 18
- Los primeros tumores detectables ocurrieron a los 4 meses (machos) y 7 meses (hembras) (por lo que estudios de 90 días son inadecuados)
- Grandes tumores son dependientes de estrógenos.
- Se notó una inducción sorprendentemente marcada en las ratas tratadas con glifosato (R), aun en la dosis más baja. R interrumpe la enzima aromatasa que actúa en la síntesis de estrógenos
- Interfiere con receptores de estrógenos y andrógenos en la célula
- En machos es un disruptor de hormonas sexuales
- Eso explica la disfunción de la pituitaria
- Las ratas tratadas sólo con el maíz NK603 también desarrollaron tumores y alta mortalidad. Porque la modificación genética actúa en el mismo ciclo metabólico que el glifosato... (el ciclo del ácido shikímico)
- Los tumores mamarios fueron más raros en machos
- Estos murieron por insuficiencias renales y hepáticas
- Los análisis bioquímicos en machos revelan problemas renales y hepáticos
- Los análisis bioquímicos en hembras demuestran problemas con la pituitaria y las hormonas sexuales

---

[1] GMO RISK EVALUATION - A Contradictory Debate, Parliamentary Workshop 2011  
<http://www.ensser.org/developing-responsible-approaches-to-risk-assessment/aldeeu-parliament-workshop-2011-brussels/>

[2] <http://ntp.niehs.nih.gov/?objectid=72015DAF-BDB7-CEBA-F9A7F9CAA57DD7F5>