

Un resumen de:

DEL LABORATORIO A NUESTROS PLATOS

Nanotecnología en la Agricultura & Alimentación

El presente es un resumen del informe elaborado por Amigos de la Tierra Australia, Amigos de la Tierra Europa, Amigos de la Tierra Estados Unidos y que con el apoyo de Amigos de la Tierra Alemania, se publicó en marzo de 2008.

El informe original fue escrito por Georgia Miller y la Doctora Rye Senjen, Amigos de la Tierra Australia Proyecto Nanotecnología. Este informe también tuvo las contribuciones de Patricia Cameron, John Hepburn, Helen Holder, Guillermo Foladori, George Kimbrell, Aleksandra Kordecka, Kristen Lyons, Ian Illuminato, Arius Tolstoshev, Gyorgy Scrinis, Katja Vaupel, Jurek Vengels y otros más.

Para obtener una copia completa de este informe, o más documentos informativos de Amigos de la Tierra por favor consulte nuestras sitios web::

Amigos de la Tierra Australia

<http://nano.foe.org.au>

Amigos de la Tierra Europa

<http://www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/index.htm>

Amigos de la Tierra Alemania

<http://www.bund.net/>

Amigos de la Tierra Estados Unidos

<http://www.foe.org/camps/comm/nanotech/>

1. Una breve introducción a la nanotecnología

El término "nanotecnología" abarca una gama de tecnologías que operan en la escala de las bases biológicas y de materiales manufacturados - la "nano-escala". La nanotecnología ha sido provisionalmente definida como relativa a los materiales, sistemas y procesos que operan a la escala de 100 nanómetros (nm) o menos. Los nano-materiales han sido definidos como los que tienen una o más dimensiones, con una medida igual o inferior a 100nm. Sin embargo, esta definición de los nano-materiales probablemente es demasiado estrecha para los propósitos de la evaluación de seguridad ambiental y de sanidad. (Véase más adelante).

Un nanómetro (nm) es una milésima parte de un micrómetro (μ m), una millonésima parte de un milímetro (mm) y la mil millonésima parte de un metro (m). Para poner la nano-escala en contexto: un de hilo de ADN equivale a 2.5nm en su ancho, una molécula de proteína a 5nm, un glóbulo rojo a 7,000 nm y un cabello humano a 80,000 nm en su ancho. ¡Si un nanómetro estuviera representado por una persona, un glóbulo rojo podría ser de 7 kilómetros de largo!

En los próximos años y décadas, la "próxima generación nanotecnológica" se prevé, ira más allá de la utilización de simples partículas e ingredientes encapsulados para el desarrollo de los más complejos nano-aparatos, nano-máquinas y nano-sistemas (Roco 2001). La aplicación de la nanotecnología con la biotecnología ('nano-biotecnología') se prevé no sólo manipulará el material genético de los seres humanos, animales y plantas agrícolas, sino también incorporará materiales sintéticos en las estructuras biológicas y viceversa (Roco y Bainbridge 2002). La convergencia de las tecnologías de nano-escala se predice permitirán la creación de

organismos artificiales totalmente nuevos, los cuales serán usados en el procesamiento de alimentos, agricultura y agro combustibles, así como en otras aplicaciones (esto también se conoce como biología sintética; ETC Group 2007).

Manufactura vs. nano-partículas incidentales

Este informe se centra en la industria alimentaria y en su uso deliberado de nano-materiales ‘manufacturados’, incluyendo nano-partículas (por ejemplo, óxidos metálicos como el óxido de zinc y dióxido de titanio), como también estructuras creadas a través de la nanotecnología, por ejemplo, nano-tubos, nano-cables, puntos cuánticos, *dendrimers* y fullerenos de carbono (*buckyballs*), entre otros. En comparación, las nano-partículas ‘incidentales’ son nano-partículas que no se fabrican deliberadamente, ya que tienen lugar en la naturaleza o ya sea como subproducto de un proceso industrial. Entre las fuentes de nano-partículas incidentales podemos incluir los incendios forestales y volcanes, la alta temperatura y procesos industriales tales como la combustión, soldadura, trituración, como también los exostosos de coches, camiones y motocicletas (U.K. HSE 2004). Aunque los seres humanos han sido históricamente expuestos a pequeñas cantidades de estas nano-partículas incidentales, esta exposición fue muy limitada hasta la llegada de la revolución industrial.

La necesidad de ampliar la definición provisional de 100nm de los nano-materiales para la evaluación de seguridad ambiental y de sanidad

Cada vez es mayor el reconocimiento internacional de que algunas partículas superiores a 100nm muestran un comportamiento fisiológico y anatómico similar a las de los nano-materiales. Esto incluye muy alta reactividad, bioactividad y biodisponibilidad, el aumento de la influencia de los efectos de las partículas superficiales y una fuerte adherencia de las partículas superficiales (Garnett y Kallinteri 2006). Los estudios preliminares sugieren también que algunas partículas que miden unos pocos cientos de nanómetros, o incluso 1,000nm, pueden plantear riesgos para la salud comparables a las partículas menores a 100nm en tamaño (Wang et al. 2006; Ashwood et al. 2007). Dado que las partículas de hasta unos pocos cientos de nanómetros de tamaño comparten muchos de los comportamientos fisiológicos y anatómicos de los nano-materiales, un enfoque precautivo se justifica. Amigos de la Tierra recomienda que las partículas de hasta 300nm en tamaño sean tratadas como nano-materiales para la evaluación de seguridad ambiental y de sanidad.

2. La nanotecnología entra en la cadena alimentaria

Amigos de la Tierra revela en su investigación sobre los alimentos que contienen como ingredientes nano-materiales manufacturados, ya se encuentran en los estantes de los supermercados (ver Apéndice A del informe completo de una lista de 104 alimentos disponibles en el comercio, suplementos nutricionales, alimentos en contacto con estos materiales como son los contenedores de almacenamiento y tablas de cortar, y químicos agrícolas que contienen nano-materiales manufacturados (La Tabla 1 presenta algunos ejemplos). Dada la renuencia de los fabricantes de alimentos para entablar un diálogo sobre su uso de la nanotecnología (Shelke 2006), parece probable que nuestra lista sólo represente una pequeña fracción de los productos disponibles comercialmente que contienen nano-materiales.

Nadie sabe cuántos cientos de nano-alimentos ahora están a la venta

El secreto que rodea la disponibilidad comercial de nano-alimentos. En este informe se utiliza el término ‘nano-alimento’ para describir los alimentos que se han sido cultivados, procesados o empacados utilizando técnicas o herramientas de nanotecnología, o a los cuales se les ha añadido nano-materiales manufacturados (Joseph y Morrison 2006). Además de que los fabricantes de alimentos se muestran reacios a discutir su uso de la nanotecnología, esta situación se agrava por la ausencia de leyes que exijan el etiquetado que requieren los

fabricantes para identificar los nano-alimentos. Esto hace que sea imposible saber con seguridad si un determinado producto contiene o no nano-ingredientes. Las estimaciones sobre la venta en el comercio de nano-alimentos varía ampliamente; analistas de la nanotecnología estiman que entre 150-600 nano-alimentos y 400-500 aplicaciones de nano-empaque para alimentos ya están en el mercado (Científica 2006; Daniells 2007; Helmut Kaiser Consultancy Group 2007a; Helmut Kaiser Consultancy Group 2007b; Reynolds 2007). Muchas de las más grandes compañías de la alimentación y agricultura del mundo, tienen activos programas de investigación y desarrollo de nanotecnología (Tabla 2). Para 2010 se estima que las ventas de nano-alimentos tendrá un valor de casi 6 billones de dólares (Científica 2006).

Tabla 1: Ejemplos de alimentos, empaques alimenticios y productos agrícolas que ahora contienen nano-materiales (Ver Apéndice A en el informe completo para una lista completa de referencias)

Tipo de producto	Nombre del producto y fabricante	Contenido nano	Propósito	Sitios web de referencia
Bebida	Avena de chocolate y Vainilla-Bebida Nutricional Concentrada. Toddler Health	300nm partículas de hierro (SunActive Fe)	El nano-tamaño de partículas de hierro ha aumentado la reactividad y la biodisponibilidad	http://www.toddlerhealth.net/oachocolate.php http://www.toddlerhealth.net/oatvanillia.php
Aditivo Alimenticio	Aquasol preservativo; AquaNova	Nano-escala micelle (capsula) de lipofílica insoluble en agua o sustancias	Nano-encapsulación incrementa la absorción de aditivos nutricionales, aumenta la eficacia de los preservativos y el procesamiento de soportes alimenticios. Utilizado en gran variedad de alimentos y bebidas.	http://www.aquanova.de http://www.aquanova.de http://www.aquanova.de
Aditivo Alimenticio	Bioral™ Omega-3 nano-cochleates; BioDelivery Sciences International	Nano-cochleates tan pequeñas como 50nm	Medio eficaz para la adición de una alta biodisponibilidad y ácidos grasos Omega-3 para pasteles, muffins, pastas, sopas, galletas, cereales, patatas fritas y golosinas.	http://www.biodeliverysciences.com/bioralnutrients.html http://www.biodeliverysciences.com/bioralnutrients.html http://www.biodeliverysciences.com/bioralnutrients.html
Aditivo Alimenticio	Licopeno sintético; BASF	Lycovit 10% (200nm Licopeno sintético)	Color rojo brillante y potente antioxidante. Vendidos para su uso en suplementos de la salud, las bebidas gaseosas, jugos, margarina, cereales para el desayuno, sopas instantáneas, aderezos para ensalada, yogur, galletas.	http://www.human-nutrition.basf.com
Materiales en contacto	Tabla de cortar de nano-plata; A-	Nano-partículas de	“99.9% antibacterial”.	http://www.adox.info/?doc=shop/item.php&it_id=000123

con alimentos	Do Global	plata		http://www.adox.info/?doc=shop/item.php&it_id=000123 http://www.adox.info/?doc=shop/item.php&it_id=000123
Materiales en contacto con alimentos	Artículos para cocina antibacterial; Nano Care Technology/NCT	Nano-partículas de plata	Cucharones soperos, espátula huevo, cucharones, etc. Aumenta las propiedades antibacterianas.	http://www.nanocaretech.com/En_ArticleShow.asp?ArticleID=13 http://www.nanocaretech.com/En_ArticleShow.asp?ArticleID=13 http://www.nanocaretech.com/En_ArticleShow.asp?ArticleID=13
Empaques alimenticios	Durethan® KU 2-2601 empaque plástico; Bayer	Nano-partículas de sílice en un polímero - base nano-compuesto	Nano-partículas de sílice en el plástico impiden la penetración de oxígeno y gas en la envoltura, ampliando la vida útil del producto. Usado para envolver carne, queso, jugo larga vida, etc.	http://www.research.bayer.com/edition_15/15_polyamides.pdf http://www.research.bayer.com/edition_15/15_polyamides.pdf http://www.research.bayer.com/edition_15/15_polyamides.pdf
Empaques alimenticios	Nano ZnO Empaque Plástico; SongSing Nanotechnology	Nano-partículas de óxido de zinc	Antibacterial, protector ultra violeta (UV) para empaques alimenticios	http://www.ssnano.net/ehhtml/detail1.php?productid=79 http://www.ssnano.net/ehhtml/detail1.php?productid=79 http://www.ssnano.net/ehhtml/detail1.php?productid=79
Tratamiento para el crecimiento de las plantas	PrimoMaxx, Syngenta	Emulsión con 100nm de partículas	Partícula de tamaño muy pequeñas que se mezclan completamente con agua y no reposan en un tanque de aspersión.	http://www.engageagro.com/media/pdf/brochure/primomaxx_brochure_english.pdf http://www.engageagro.com/media/pdf/brochure/primomaxx_brochure_english.pdf http://www.engageagro.com/media/pdf/brochure/primomaxx_brochure_english.pdf

La nanotecnología tiene un potencial de aplicación en todos los aspectos de producción de alimentos

- Reducción de contenido de grasa, carbohidratos, calorías en alimentos procesados, o el incremento de contenido de proteínas, contenido de fibra o vitaminas permitidos en alimentos tales como las bebidas gaseosas, helados, papas o chocolate para ser comercializados como alimentos ‘saludables’.
- Fortalecimiento de aromas, colorantes y aditivos nutricionales, y agentes procesadores para aumentar el ritmo de fabricación, reducir costos en ingredientes y elaboración.
- Desarrollo de alimentos capaces de cambiar su color, sabor o propiedades nutricionales de acuerdo a las necesidades dietarias de cada persona, alergias o preferencias en el sabor (punto destacado en el programa de investigación de los gigantes de la alimentación incluyendo Kraft y Nestlé).
- Empaques para aumentar la vida útil de los alimentos por medio de la detección de

descomposición, bacterias, o pérdida de nutrientes, para que en respuesta se liberen antimicrobianos, sabores, colores o complementos nutricionales.

- Re-formulación de los insumos agrícolas para producir fertilizantes más potentes, tratamientos para el crecimiento de las plantas y plaguicidas que respondan a condiciones o metas específicas.
- Uso de “biología sintética” para diseñar nuevos organismos artificiales para su uso en la producción de colorantes, aromas y aditivos alimentarios, y en la producción de etanol a partir de los agro combustibles.

Tabla 2: Ejemplo de las principales empresas de la alimentación y agricultura que se dedican a la investigación y al desarrollo de nanotecnología (ETC Group 2004; Innovest 2006; Renton 2006; Wolfe 2005).

Company		
Altria (Kraft Foods)	Glaxo-SmithKline	Nestlé
Associated British Foods	Goodman Fielder	Northern Foods
Ajinomoto	Group Danone	Nichirei
BASF	John Lust Group Plc	Nippon Suisan Kaisha
Bayer	Hershey Foods	PepsiCo
Cadbury Schweppes	La Doria	Sara Lee
Campbell Soup	Maruha	Syngenta
Cargill	McCain Foods	Unilever
DuPont Food Industry Solutions	Mars, Inc.	United Foods
General Mills		

3. Nano-partículas actualmente en uso por la industria alimentaria, plantean nuevos riesgos de toxicidad para la salud humana y el medio ambiente

El uso de nano-materiales manufacturados en alimentos y bebidas, suplementos nutricionales, empaques alimenticios y revestimientos de alimentos comestibles, abonos, plaguicidas y amplios tratamientos de semillas, presentan todo un nuevo conjunto de riesgos para el público, trabajadores y sistemas ecológicos.

Por qué las nano-partículas plantean nuevos riesgos

- Las nano-partículas son químicamente más reactivas que las partículas más grandes
- Las nano-partículas tienen un mayor acceso a nuestros órganos que las partículas más grandes
- Una mayor biodisponibilidad y mayor bioactividad pueden introducir nuevos riesgos de toxicidad
- Las nano-partículas pueden comprometer la respuesta de nuestro sistema inmunológico
- Las nano-partículas pueden tener a largo plazo efectos patológicos

La nano-toxicidad sigue siendo muy poco conocida. No sabemos:

- Qué niveles de nano-exposición tenemos en este momento
- Qué niveles de exposición podrían perjudicar la salud humana o al medio ambiente, o si hay algún nivel seguro a la nano-exposición
- Si o no los nano-materiales se bioacumulan a lo largo de la cadena alimentaria

Los primeros datos indican que la nano-exposición podría perjudicar nuestra salud

Las nano-partículas tienen un acceso mucho mayor que las grandes partículas a las células, tejidos y órganos humanos. Partículas de menos de 300nm de tamaño pueden ser absorbidas por células individuales (Garnett y Kallinteri 2006), mientras que las que miden menos de 70nm pueden ser absorbidas por los núcleos de las células (Chen y Mikecz 2005; Geiser et al. 2005; Li et al. 2003), donde estas pueden causar grandes daños. Esto es de gran seriedad dado que muchas de las nano-partículas manufacturadas son más tóxicas por unidad de masa que las grandes partículas de misma composición química (Brunner et al. 2006; Chen et al. 2006; Long et al. 2006; Magrez et al. 2006; véase Tabla 3 para un resumen de los estudios que muestran los nano-materiales usados actualmente por la industria alimentaria que pueden ser tóxicos). Los potenciales efectos patológicos tanto a largo como a corto plazo de toxicidad de las nano-partículas son motivo de preocupación. Un pequeño número de estudios clínicos sugieren que las nano-partículas no-degradables y pequeñas micropartículas con el tiempo pueden resultar en granulomas, lesiones (áreas de daño a nivel celular o de tejidos), cáncer o coágulos sanguíneos (Ballestri et al. 2001; Gatti 2004; Gatti y Rivassi 2002; Gatti et al. 2004). Científicos también han sugerido que las nano-partículas y partículas de pocos cientos de nanómetros de tamaño en los alimentos, puede ya estar asociadas con el aumento en los niveles de intestino irritable y de la enfermedad de Crohn (Ashwood et al. 2007; Gatti 2004; Lomer et al. 2001; Lucarelli et al. 2004; Schneider 2007).

Los riesgos para la salud ocupacional deben abordarse como un asunto de urgencia

Los trabajadores que manejan, fabrican, empacan o transportan los alimentos y los productos agrícolas que contienen nano-materiales manufacturados, probablemente se enfrentan a mayores niveles de nano-exposición que el público y de manera más rutinaria. Sin embargo, los científicos aún no saben cuales niveles de nano-exposición pueden perjudicar la salud de los trabajadores, o si algún o ningún nivel de exposición laboral a nano-materiales es seguro. Por otra parte, aún no existen equipos y sistemas fiables para prevenir esta exposición laboral, y los métodos para la medición y clasificación de la exposición a nano-materiales aún no han sido identificados (Maynard y Kuempel 2005; U.K. HSE 2004).

Nano-materiales ahora en uso comercial plantean graves riesgos ecológicos

La producción, uso y disposición de alimentos, empaques alimenticios y productos agrícolas que contienen nano-materiales manufacturados resultarían inevitablemente en la liberación de nano-materiales dentro del medio ambiente. Nano-materiales también serán liberados intencionalmente dentro del medio ambiente, como por ejemplo plaguicidas agrícolas o en tratamientos para el crecimiento de las plantas. El limitado número de estudios que analizan los efectos ecológicos de los nano-materiales, ya sugieren que los nano-materiales en uso comercial por la industria agrícola y alimentaria pueden causar daños ambientales (Tabla 3). Algunos organismos acuáticos parecen concentrar nano-materiales manufacturados, pero la absorción de nano-materiales manufacturados en plantas no se ha estudiado. Se desconoce si sí o no los nano-materiales se acumulan a lo largo de la cadena alimentaria (Boxhall et al. 2007; Tran et al. 2005). Nano-materiales como la plata, óxido de zinc y dióxido de titanio se añaden cada vez más a los empaques alimenticios y a materiales en contacto con alimentos que incluyen papel transparente de envoltura plástico, tablas de cortar, cubiertos y contenedores para el almacenamiento de alimentos por sus cualidades antibacterianas. Esto es relativo, porque si se utilizan a gran escala nano-antimicrobials agentes, esto podría perturbar el funcionamiento de los diazotrofos asociados a las plantas (Oberdörster et al. 2005, Throck et al. 2007). Cualquier interrupción importante en la nitrificación, desnitrificación o de los procesos de fijación de nitrógeno podría tener repercusiones negativas para el funcionamiento de todo el ecosistema. También hay el riesgo de que el uso extendido de antimicrobianos resulte en una mayor resistencia dentro de las bacterias nocivas (Melhus 2007).

Los nano-agroquímicos pueden introducir más problemas de los que estos mismos productos químicos replazan

Los químicos agrícolas convencionales utilizados en pesticidas, abonos químicos, semillas y en el tratamiento de crecimiento de las plantas, han contaminado los suelos y afluentes de agua, causando una alteración substancial en estos ecosistemas, que han conducido a la pérdida de biodiversidad (Beane Freeman et al. 2005; Petrelli et al. 2000; van Balen et al. 2006). Esto porque los nano- agroquímicos están siendo formulados para incrementar la potencia, haciendo posible que estos puedan causar aún mayores problemas ecológicos que los que estos mismos replazan y crear nuevos tipos de contaminación ambiental.

Tabla 3: Evidencia experimental de la toxicidad de una muestra de los nano-materiales ahora en uso comercial por la industria alimentaria

Nano-material, aplicaciones	Tamaño, descripción física	Evidencia experimental de toxicidad
Dióxido de Titanio Unos pocos cientos de partículas de tamaño nm se usa ampliamente como aditivo alimentario; forma nano utilizada como antimicrobiano y Protector ultravioleta (UV) en empaques alimenticios y en contenedores de almacenamiento y se venden como aditivo alimentario	20nm	Destruye ADN (<i>in vitro</i> ; Donaldson et al. 1996)
	30nm mezcla de formas de rutilo y anatasa	Produce radical libre en el cerebro células inmunes (<i>in vitro</i> ; Long et al. 2006)
	Nano-partículas, de tamaño desconocido, de formas de rutilo y anatasa	Daño al ADN humano, a células de la piel cuando se expone a la luz ultravioleta (UV) (<i>in vitro</i> ; Dunford et al. 1997)
	Cuatro tamaños 3-20nm, mezcla de formas de rutilo y anatasa	Altas concentraciones interfieren con la función de las células de la piel y pulmonares. Partículas de anatasa 100 veces más tóxicas que las partículas de rutilo (<i>in vitro</i> ; Sayes et al. 2006)
	25nm, 80nm, 155nm	25nm y 80nm de partículas causan daño a los riñones e hígado en ratones hembras. Acumulado en el hígado, bazo, riñones y tejidos pulmonares (<i>in vivo</i> ; Wang et al. 2007b)
	21nm; 75% rutilo y 25% anatasa	Causa patologías en los órganos, alteraciones bioquímicas y dificultad respiratoria en la trucha arco iris (Federici et al. 2007)
10-20nm	Tóxico para las pulgas de agua (utilizado por los reguladores como un indicador ecológico especies; Lovern y Klaper 2006)	
25 nm principalmente de anatasa; 100 nm 100% anatasa	Las partículas mas pequeñas son tóxicas para las algas; ambas son tóxicas para las pulgas de agua especialmente con luz ultravioleta (UV) (Hund-Rinke y Simon 2006).	
Plata Antimicrobianos en los empaques alimenticios y artículos de cocina, también se vende como suplemento para la salud	15nm	Altamente tóxico para el ratón de la línea germinal de las células madre (<i>in vitro</i> ; Braydich-Stolle et al. 2005)
	15nm, 100nm	Altamente tóxica para las células del hígado de las ratas (<i>in vitro</i> ; Hussain et al. 2005)
	15nm, form iónica	Toxica para las células cerebrales de las ratas (<i>in vitro</i> ; Hussain et al. 2006)
Zinc Vendido como aditivo nutricional y utilizado en empaques alimenticios	20nm, 120nm oxido de zinc en polvo	120nm de partículas dosis-efecto causa daños en el hígado, corazón y bazo de ratones. 20nm de partículas daña el hígado, bazo y páncreas (<i>in vivo</i> ; Wang et al. 2007a)
	19nm oxido de zinc	Tóxico para las células humanas y de las ratas, incluso en concentraciones muy bajas (<i>in vitro</i> ; Brunner et al. 2006)

antimicrobianos	58±16 nm, 1.08±0.25µm polvo de zinc	Pruebas en ratones mostraron letargo, vómitos y diarrea. Dosis de nano-partículas produjeron una respuesta más severa, matando a 2 ratones en la primera semana, causando mayor daño a los riñones y anemia. Un mayor daño hepático en el tratamiento de micropartículas (in vivo; Wang et al. 2006)
Dióxido de silicio Unos pocos cientos de partículas nm utilizados como aditivos alimenticios, forma nano promocionada para su uso en empaques alimenticios	50nm, 70nm, 0.2µm, 0.5 µm, 1µm, 5 µm	50nm y 70nm partículas absorbidas dentro del núcleo celular, donde causó aberrantes formaciones de proteínas e inhibición del crecimiento celular. Provocó la aparición de patologías similares a las afecciones neurodegenerativas (in vitro; Chen y von Mickecz 2005).

La nano-biotecnología y la biología sintética plantean aún más inciertos riesgos ecológicos

Los riesgos ecológicos que plantean los cultivos de ingeniería genética que usan nano-partículas, pueden ser muy similares a los asociados con los actuales cultivos genéticamente modificados (GE). La importancia de la utilización de nano-partículas se encuentra en superar algunos de los obstáculos técnicos a los que previamente se enfrentan los ingenieros genéticos (Zhang et al. 2006), permitiendo así a una nueva generación de cultivos genéticamente modificados que saldrán comercialmente. Esto podría resultar en una nueva ola de erosión de la diversidad genética de cultivos alimenticios y presentar una nueva fuente de los mismos riesgos ecológicos identificados con los actuales cultivos genéticamente modificados (Ervin galés y 2003). La biología sintética tiene como objetivo crear organismos artificiales, haciendo imposible la predicción de potenciales riesgos ambientales y de bioseguridad. Los organismos de biología sintética podrían interrumpir, desplazar o infectar otras especies, alterar el entorno en el que se introdujeron, en la medida que la función de los ecosistemas se ve comprometida, podría mutar y/o puede llegar a ser imposible de eliminar (ETC Group 2007; Tucker y Zilinskas 2006).

5. Tiempo de escoger los alimentos y la agricultura sostenible

Producir suficientes alimentos sanos y seguros para satisfacer las necesidades de todos los ciudadanos del mundo, y hacerlo en una forma ecológicamente sostenible y socialmente justa, sería un desafío cada vez mayor en las próximas décadas. Los defensores de la nanotecnología sostienen que esta traerá sistemas agrícolas más propicios para el medio ambiente que al mismo tiempo son más productivos - prometiendo una solución tanto a la degradación del medio ambiente asociada con la agricultura convencional, y el hambre generalizada. Sin embargo a Amigos de la Tierra le preocupa que aunque la nanotecnología podría traer eficiencia en algunas áreas, en conjunto puede presentar más problemas ambientales y de sanidad que los que resuelve, en tanto que no hace nada por corregir las raíces causales de la desigualdad en la distribución de los alimentos a nivel mundial.

La nanotecnología es poco probable que traiga sistemas alimentarios ecológicamente sostenibles

Debido al contexto del cambio climático, hay un creciente reconocimiento de que la reunión de una mayor proporción de nuestras necesidades alimentarias sobre una base regional, la reducción de las emisiones de gases de invernadero en la producción y transporte de alimentos, y el uso menos intensivo de combustibles fósiles en insumos agrícolas hace sentido ambiental. Sin embargo, la nanotecnología parece que puede dar lugar a nuevas presiones para globalizar cada uno de los sectores de la agricultura y sistemas alimentarios, y transportar químicos agrícolas, semillas, insumos agrícolas, productos agrícolas sin procesar y alimentos procesados, a aun mas largas distancias en cada etapa de la cadena de

producción. Los nano-agroquímicos diseñados para la auto-liberación en respuesta a las cambiantes condiciones ambientales y los sistemas de administración finqueros basados en nano-sensores, están encaminados a lograr una mayor escala de producción de cultivos más uniformes. De esta forma, la nanotecnología se expande y afianza en el modelo de escala industrial de la agricultura de monocultivo, que ha dado lugar a una rápida pérdida de la diversidad biológica y agrícola en el siglo pasado.

La nanotecnología podría concentrar más el control corporativo de la cultivación y alimentación

Trabajando en la próxima ola de la transformación tecnológica mundial de la agricultura y de la industria alimentaria, la nanotecnología parece probablemente como la mayor ampliación de la parte en el mercado de las principales compañías de agroquímicos, procesadoras de alimentos y los minoristas de alimentos (Scrinis y Lyons 2007). Por la profundización de las tendencias existentes hacia una agricultura globalizada y una industria alimentaria controlada por un pequeño número de grandes compañías, la nanotecnología podría socavar aún más la capacidad de control de las poblaciones locales en la producción local de alimentos, un derecho conocido como la soberanía alimentaria (Nyéléni - Foro para la Soberanía Alimentaria 2007).

La nanotecnología de seguimiento y rastreo permitirá a las compañías mundiales, los minoristas y proveedores operar más eficientemente a través de áreas geográficas más grandes, dándoles una fuerte ventaja competitiva sobre las compañías más pequeñas. Los nano-empaques alimenticios extenderán la vida útil de los alimentos, permitiendo a estos ser transportados por aún más largas distancias y tiempo, reduciendo la incidencia de deterioro en los alimentos y significablemente los costos globales de proveedores y minoristas. Potentes nano-agroquímicos están siendo desarrollados por las principales compañías agroquímicas y pareciendo así poder concentrar aún más su parte del mercado en un sector que ya está altamente concentrado (ETC Group 2005). Además, los plaguicidas, fertilizantes y tratamientos para el crecimiento de las plantas nano-encapsulados destinados a liberar sus ingredientes activos en respuesta a catalizadores ambientales, podrían permitir incluso que más grandes áreas de tierras de cultivo sean explotadas por aun menos personas. Algunos observadores ven las eficacias potenciales asociados a los sistemas nano de manejo automatizado ofreciendo prestaciones sociales (Opara 2004). Sin embargo, como la automatización reduciría drásticamente la necesidad de agricultores y trabajadores agrícolas, esto también podría dar lugar a una disminución de las comunidades rurales (ETC Group 2004; Foladori y Invernizzi 2007; Scrinis y Lyons 2007).

La nanotecnología podría erosionar aún más nuestro conocimiento cultural de los alimentos y cultivo

Los nano-alimentos también podrían tener consecuencias sociales negativas ya que podrían erosionar nuestro entendimiento sobre la forma de comer bien y conocimiento agrícola que se ha desarrollado a lo largo de miles de años. Los nano-alimentos y nano-aditivos nutricionales podrían erosionar nuestra comprensión cultural sobre la importancia nutricional de los alimentos. Por ejemplo muchos de nosotros comemos frutas cítricas o bayas, que son naturalmente ricas en vitamina C, cuando sentimos la aparición de un resfriado. Sin embargo los nano-procesos y los nano-aditivos nutricionales podrían permitir el nano-fortificado de confitería que se comercializan como alimentos, poseyendo las mismas propiedades nutricionales de la fruta fresca. Con el creciente uso de la nanotecnología para modificar las propiedades nutricionales de los alimentos procesados, nosotros pronto podríamos quedar sin capacidad de comprender los valores salubres de los alimentos, con excepción de los de demanda comercial. Si la nano-vigilancia de los cultivos y sistemas de administración automatizados se desarrollan como se ha previsto, nuestra capacidad de cultivar puede llegar a depender de paquetes tecnológicos vendidos por un pequeño número de empresas. Los nano-sistemas agrícolas podrían comercializar los conocimientos y habilidades asociadas a la producción de alimentos adquiridas a lo largo de miles de años y de integrar estos dentro de la

propiedad de las nanotecnologías, de las cuales nosotros podríamos convertirnos completamente dependientes (Scrinis y Lyons 2007).

Los alimentos y la agricultura real ofrecen reales alternativas a la agricultura nano

Amigos de la Tierra sugiere que no debemos correr los grandes riesgos inherentes asociados con los nano-alimentos, en un intento por superar los generalizados pobres hábitos alimenticios y las enfermedades relacionadas con la dieta. Por el contrario, debemos apoyar más los hábitos alimenticios sanos, basados en comer más frutas y hortalizas frescas, incluidos los mínimamente procesados, alimentos orgánicos (alimentos reales). Del mismo modo, las últimas décadas han puesto de manifiesto los elevados costos medioambientales asociados con los productos químicos a escala industrial de la agricultura intensiva, incluyendo la pérdida de biodiversidad, la contaminación tóxica de los suelos y afluentes de agua, la salinidad, la erosión y la disminución de la fertilidad del suelo (FAO 2007b). Amigos de la Tierra sugiere que la agricultura basada en la nanotecnología parece probable que afiance los aspectos problemáticos de la agricultura convencional. Por el contrario, debemos apoyar fincas de menor escala, las prácticas agrícolas ecológicamente sostenibles, que también hace contribuciones sociales positivas para las comunidades locales (cultivo real).

La agricultura orgánica esta entregando beneficios mas significativos tanto al nivel ambiental como socioeconómico, mientras que a escala mundial brinda rendimientos similares o mayores en comparación con la agricultura industrial con productos químicos intensivos. En un estudio comparativo entre el rendimiento de la agricultura convencional y la orgánica en 293 casos en todo el mundo, los rendimientos orgánicos son comparables a los de la agricultura convencional en el Norte Global y mayor que los de la agricultura convencional en el Sur Global (Badgley et al. 2007). Durante 22 años de pruebas en los Estados Unidos se encontró que las fincas orgánicas producían rendimientos comparables, pero requiriendo un 30% menos de energía de combustibles fósiles y de aportaciones de agua que las granjas convencionales, resultando en un aumento de la materia orgánica del suelo y de los niveles de nitrógeno, aumentando la biodiversidad como también una mayor resistencia a la sequía y la reducción considerable de suelo erosionado (Pimental et al. 2005). Iniciativas agroecológicas en Brasil han entregado aumentos en el rendimiento de hasta el 50%, la mejora de los ingresos de los agricultores, restaurando la biodiversidad agrícola local y revitalizando las economías locales (Hisano y Altoé 2002). Si bien el número de trabajadores agrícolas en la agricultura convencional está en declive, las fincas orgánicas han creado más de 150.000 puestos de trabajo en Alemania (Bizzari 2007).

6. Nano-regulación específica es necesaria para garantizar la seguridad de los alimentos

Científicos de los nano-alimentos han demandado por nuevas regulaciones para garantizar que todos los nano-alimentos, nano-empaques alimenticios y nano-materiales en contacto con alimentos, estén sujetos a pruebas de seguridad específicas de la nanotecnología antes de ser incluidos en el comercio de productos de alimentos (IFST 2006; Llagaron et al. 2007; Sorrentino et al. 2007). En su informe de 2006, el European Union's Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) reconoció las numerosas fallas de los sistemas reguladores existentes para manejar los riesgos asociados con la nano-toxicidad (E.U. SCENIHR 2006). Sin embargo, las últimas revisiones de las medidas reguladoras en el Reino Unido, Estados Unidos, Australia y Japón encontraron que ninguno de estos países exige a los fabricantes análisis específicos de seguridad de la nanotecnología, de nano-alimentos antes de ser liberados en el mercado (Bowman y Hodge 2006; Bowman y Hodge 2007).

Los sistemas de regulación en los Estados Unidos, Europa, Australia, Japón y otros países tratan todas las partículas del mismo modo; es decir, que no reconocen que las nano-partículas

de sustancias familiares pueden tener nuevas propiedades y nuevos riesgos (Bowman y Hodge 2007). Aunque sabemos que muchas de las nano-partículas ahora en uso comercial, plantean mayores riesgos de toxicidad que los mismos materiales en formas de partículas más grandes, si un ingrediente alimenticio ha sido aprobado en forma masiva, este sigue siendo legal para vender en forma nano. No hay ningún requisito para las nuevas pruebas de seguridad, el etiquetado de alimentos para informar a los consumidores, las nuevas normas de exposición laboral o las medidas de mitigación para proteger a los trabajadores o para garantizar la seguridad ambiental. Increíblemente, no hay ni siquiera el requerimiento de que el fabricante deba notificar al regulador pertinente, que se están utilizando nano-materiales en la fabricación de sus productos. Existe una urgente necesidad de que los sistemas reguladores sean capaces de manejar muchos de los nuevos riesgos asociados con la nanotecnología en la alimentación y la agricultura.

7. La sociedad civil insta a mantener los alimentos libres de nano

Grupos de Amigos de la Tierra en Australia, Europa y los Estados Unidos están pidiendo una moratoria sobre la liberación comercial de alimentos, empaques alimenticios, materiales en contacto con alimentos y agroquímicos que contienen nano-materiales manufacturados, hasta que se introduzca una regulación específica sobre la nanotecnología para proteger al público, trabajadores, medio ambiente de sus riesgos, y que el público participe en la toma de decisiones. Otros grupos que apoyan la moratoria son Corporate Watch (Reino Unido); The ETC Group; GeneEthics (Australia); Greenpeace (Reino Unido), Centro Internacional de Evaluación de Tecnología (EE.UU.), Federación Internacional de Periodistas; Practical Action; The Soil Association (Reino Unido).

International Union of Food Workers pide moratoria sobre la nano-alimentación y agricultura

En marzo de 2007, la International Union of Food Workers (IUF) pidió una moratoria sobre el uso de la nanotecnología en la alimentación y la agricultura. La IUF es una federación de 336 sindicatos, que representan a más de 12 millones de trabajadores en 120 países. Además de los riesgos sanitarios y medioambientales de los nano-materiales, la IUF cita la preocupación por las consecuencias sociales y económicas de la nanotecnología en la alimentación y la agricultura.

Foro internacional para la soberanía alimentaria exige moratoria para la nanotecnología

El Foro por la Soberanía Alimentaria de Nyéléni reunió a los campesinos, familias agricultoras, pescadores, nómadas, pueblos indígenas y tribus forestales, trabajadores rurales y migrantes, consumidores y ecologistas de todo el mundo. En palabras de los delegados del foro, “la soberanía alimentaria pone a los que producen, distribuyen y necesitan local integral en el centro de los sistemas y políticas de la alimentación, agricultura, ganaderos y pesca, en lugar de las demandas de los mercados y las empresas ...” (Nyéléni 2007 - Foro por la Soberanía Alimentaria de 2007). Preocupada de que la expansión de la nanotecnología en la agricultura presentará nuevas amenazas para la salud y el medio ambiente de las comunidades de pescadores y campesinos, y de erosionar aún más la soberanía alimentaria, el foro decidió trabajar en pro de una moratoria inmediata sobre la nanotecnología.

Primer estándar para la certificación orgánica del mundo libre de nano

El Reino Unido el más grande organismo de certificación orgánica a finales de 2007 anunció que prohibirá los nano-materiales de todos los productos que certifica. Todos los alimentos orgánicos, productos para la salud, cosméticos y filtros solares que la Soil Association certifique ahora se garantizan estarán libres de aditivos fabricados de nano-material. Gundula Azeez, Soil Association gestor de la política, dijo sobre la industria alimentaria a la revista Alimentos Navigator.com: “Estamos profundamente preocupados por el fracaso del gobierno

de seguir los dictámenes científicos y de regular [nano] productos. Debería haber una inmediata congelación de la liberación comercial de los nano-materiales hasta que haya un buen cuerpo de investigación científica sobre todos los efectos en la salud.”

8. Lo que usted puede hacer

1. Demande responsabilidad del gobierno y de la industria frente a los nano-alimentos

- Escriba a su concejal y a los miembros del Estado, parlamentarios federales y regionales, solicitando su apoyo a una moratoria sobre el uso de la nanotecnología para el sector de la alimentación. Exigir que los gobiernos regulen y etiqueten los alimentos, empaques alimenticios y productos agrícolas manufacturados que contienen nano-materiales, antes de permitir otra venta comercial.
- Asegúrese de que los fabricantes de productos alimenticios y agrícolas tomen en serio las preocupaciones del público acerca de los nano-alimentos. Contacte a los fabricantes de alimentos que consume a menudo y preguntarles acerca de las medidas que están tomando para mantener nano-materiales inseguros y no probados fuera de los alimentos que venden.
- Exija que los gobiernos y la industria tomen en serio los riesgos de la exposición laboral a los nano-materiales para los trabajadores de la alimentación y agrícolas. Hable con sus colegas o su representante sindical acerca de las oportunidades para la acción colectiva para lograr un lugar de trabajo seguro.
- Descubra lo que el medio ambiente, la salud pública, los agricultores y las organizaciones de libertades civiles en su región están haciendo para trabajar en pro de los sistemas de alimentación alternativa que traen positivos resultados medioambientales y sociales, y lo que puede hacer para involucrarse.

2. Elige alimentos que sean saludables para usted y para el medio ambiente, y paga un salario justo a los productores de alimentos

- Elegir alimentos y cultivos propicios para el medio ambiente - busca la etiqueta orgánica en su supermercado o tienda.
- Compre productos de comercio justo, siempre que sea posible - los productos de comercio justo garantizan que las condiciones de trabajo son razonables, y que un salario justo se paga a los agricultores en el Sur Global.
- Apoye a los productores locales de alimentos y minoristas de pequeña escala y compre directamente de los agricultores locales, los carniceros y panaderos. Considere la posibilidad de incorporarse a una cooperativa de alimentos o régimen de compra a granel.
- Evite comer los alimentos altamente procesados y en su lugar comer más alimentos frescos. Los alimentos procesados no sólo tienen mayores costos ambientales de producción y menor valor nutritivo, sino que también son una gran fuente de paso de las nano-partículas en los alimentos producidos.
- Evite altamente los alimentos empacados – empacado es energía intensiva y produce gran cantidad de residuos que son a menudo innecesario. Deje que su local de venta de alimentos y los fabricantes de sus alimentos favoritos sepan que quiere ver menos alimentos empacados.
- Apoye el derecho de las comunidades locales para controlar el comercio de alimentos, incluida la de decidir cómo se cultivan los alimentos, que pueden vender y lo que se puede importar.

Visite nuestros sitios web para aprender más sobre la nanotecnología o el apoyo a nuestro trabajo:

Amigos de la Tierra Australia: <http://nano.foe.org.au>

Amigos de la Tierra Europa: <http://www.foeeurope.org/activities/nanotechnology>

Amigos de la Tierra Estados Unidos: <http://www.foe.org/camps/comm/nanotech>

Referencias

- Ashwood P, Thompson R, y Powell J. 2007. Fine particles that adsorb lipopolysaccharide via bridging calcium cations may mimic bacterial pathogenicity towards cells. *Exp Biol Med* 232(1):107-117.
- Badgley C, Moghtader J, Quintero E, Zakem E, Chappell M, Aviles-Vazquez K, Salon A, Perfecto I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renew Ag Food Systems* 22 (2):86-108.
- Ballestri M, Baraldi A, Gatti A, Furci L, Bagni A, Loria P, Rapana R, Carulli N, Albertazzi A. 2001. Liver and kidney foreign bodies granulomatosis in a patient with malocclusion, bruxism, and worn dental prostheses. *Gastroenterol* 121(5):1234-8.
- Beane Freeman L., Bonner M, Blair A., Hoppin J, Sandler D, Lubin J, Dosemeci M, Lynch C, Knott C, Alavanja M. 2005. Cancer Incidence among Male Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study Cohort Exposed to Diazinon. *Am J Epidemiol* 162(11): 1070-1079.
- Bizzari K. 2007. The EU's biotechnology strategy: mid-term review or mid-life crisis? A scoping study on how European agricultural biotechnology will fail the Lisbon objectives and on the socio-economic benefits of ecologically compatible farming. Holder H and Oxborrow C (Eds). *Friends of the Earth Europe*, Brussels. Available at http://www.foeurope.org/publications/2007/FoEE_biotech_MTR_midlifecrisis_March07.pdf
- Bowman D, Hodge G. 2006. Nanotechnology: Mapping the wild regulatory frontier. *Futures* 38:1060-1073.
- Bowman D, Hodge G. 2007. A Small Matter of Regulation: An International Review of Nanotechnology Regulation. *Columbia Sci Technol Law Rev* Volume 8:1-32.
- Boxhall A, Tiede K, Chaudhry Q. 2007. Engineered nanomaterials in soils and water: how do they behave and could they pose a risk to human health? *Nanomedicine* 2(6):919-927.
- Braydich-Stolle L, Hussain S, Schlager J, Hofmann M. 2005. In Vitro Cytotoxicity of Nanoparticles in Mammalian Germline Stem Cells. *Toxicol Sci* 88(2):412-419.
- Brunner T, Piusmanser P, Spohn P, Grass R, Limbach L, Bruinink A, Stark W. 2006. *In Vitro* Cytotoxicity of Oxide Nanoparticles: Comparison to Asbestos, Silica, and the Effect of Particle Solubility. *Environ Sci Technol* 40:4374-4381.
- Chen Z, Meng H, Xing G, Chen C, Zhao Y, Jia G, Wang T, Yuan H, Ye C, Zhao F, Chai Z, Zhu C, Fang X, Ma B, Wan L. 2006. Acute toxicological effects of copper nanoparticles in vivo. *Toxicol Lett* 163:109-120.
- Chen M, von Mikecz A. 2005. Formation of nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO₂ nanoparticles. *Experiment Cell Res* 305:51-62.
- Cientifica. 2006. Homepage. Available at: http://www.cientifica.eu/index.php?page=shop.browse&category_id=2&option=com_virtuemart&Itemid=80 (accessed 15 December 2007).
- Daniells, S. 2007. Thing big, think nano. *Food Navigator.com Europe* 19 December 2007. Available at: <http://www.foodnavigator.com/news/ng.asp?n=82109> (accessed 21 December 2007).
- Donaldson K, Beswick P, Gilmour P. 1996. Free radical activity associated with the surface of particles: a unifying factor in determining biological activity? *Toxicol Lett* 88:293-298.
- Dunford R, Salinaro A, Cai L, Serpone N, Horikoshi S, Hidaka H, Knowland J. 1997. Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients. *FEBS Lett* 418:87-90
- Ervin D, Welsh R. 2003. Environmental effects of genetically modified crops: differentiated risk assessment and management. Chapter 2a in J. Wesseler (Ed) "Environmental costs and benefits of transgenic crops in Europe: Implications for research, production, and consumption. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands
- ETC Group. 2004. Down on the Farm. Available at: <http://www.etcgroup.org> (accessed 17 January 2008).
- ETC Group. 2005. Oligopoly, Inc. 2005. Concentration in Corporate Power. Available at: <http://www.etcgroup.org> (accessed 17 January 2008).
- ETC Group. 2007. Extreme genetic engineering: An introduction to synthetic biology Available at: <http://www.etcgroup.org/upload/publication/602/01/synbioreportweb.pdf> (accessed 17 January 2008).
- FAO 2007. International conference on organic agriculture and food security 3-5 May 2007. FAO Italy. Available at: <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-5.pdf> (accessed 24 December 2007).
- Federici G, Shaw B, Handy R. 2007. Toxicity of titanium dioxide nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gill injury, oxidative stress, and other physiological effects. *Aquatic Toxicol* 84(4):415-430.
- Foladori G, Invernizzi N. 2007. Agriculture and food workers question nanotechnologies. The IUF resolution. Available at: <http://www.estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/UITA-English-1.pdf> (accessed 17 January 2008).
- Garnett M, Kallinteri P. 2006. Nanomedicines and nanotoxicology: some physiological principles. *Occup Med* 56:307-311.
- Gatti A. 2004. Biocompatibility of micro- and nano-particles in the colon. Part II. *Biomaterials* 25:385-392.
- Gatti A, Rivasi F. 2002. Biocompatibility of micro- and nanoparticles. Part I: in liver and kidney. *Biomaterials* 23:2381-2387
- Gatti A, Tossini D, Gambarelli A. 2004. Investigation Of Trace Elements In Bread Through Environmental Scanning Electron Microscope And Energy Dispersive System. 2nd International IUPAC Symposium, Brussels, October 2004.
- Geiser M, Rothen-Rutishauser B, Knapp N, Schurch S, Kreyling W, Schulz H, Semmler M, Im H, Heyder J, Gehr P. 2005. Ultrafine particles cross cellular membranes by non-phagocytic mechanisms in lungs and in cultured cells. *Environ Health Perspect* 113(11):1555-1560.
- Helmut Kaiser Consultancy Group. 2007a. Nanopackaging Is Intelligent, Smart And Safe Life. New World Study By Hkc22.com Beijing Office. Press Release 14.05.07 Available at <http://www.prlog.org/10016688nanopackaging-isintelligent-smart-and-safe-life-newworld-study-by-hkc22-com-beijing-office.pdf> (accessed 17 January 2008).
- Helmut Kaiser Consultancy Group. 2007b. Strong increase in nanofood and molecular food markets in 2007 worldwide. Available at: <http://www.hkc22.com/Nanofoodconference.html> (accessed 17 January 2008).

- Hisano S, Altoé S. 2002. Brazilian farmers at a crossroad: Biotech industrialization of agriculture or new alternatives for family farmers? Paper presented at CEISAL July 3 to 6, 2002, Amsterdam. Available at: <http://www.agroeco.org/brasil/material/hisano.pdf> (accessed 17 January 2008).
- Hund-Rinke K, Simon M. 2006. Ecotoxic effect of photocatalytic active nanoparticles (TiO₂) on algae and daphnids. *Environ Sci Poll Res* 13(4):225-232.
- Hussain S, Hess K, Gearhart J, Geiss K, Schlager J. 2005. In vitro toxicity of nanoparticles in BRL 3A rat liver cells. *Toxicol In Vitro* 19:975-983.
- Hussain S, Javorina A, Schrand A, Duhart H, Ali S, Schlager J. 2006. The interaction of manganese nanoparticles with PC-12 cells induces dopamine depletion. *Toxicol Sci* 92(2):456-46.
- IFST 2006. Information Statement: Nanotechnology. Institute of Food Science & Technology Trust Fund, London. Available at: <http://www.ifst.org/uploadedfiles/cms/store/ATTACHMENTS/Nanotechnology.pdf> (accessed 15 January 2008).
- Innovest. 2006. Nanotechnology: Non-traditional Methods for Valuation of Nanotechnology Producers. Innovest, Strategic Value Advisers.
- Joseph T, Morrison M. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food. Nanoforum Report. Available at: <http://www.nanoforum.org/dateien/temp/nanotechnology%20in%20agriculture%20and%20food.pdf?08122006200524> (accessed 17 January 2008).
- Lagarón J, Cabedo L, Cava D, Feijoo J, Gavara R, Gimenez E. 2005. Improved packaging food quality and safety. Part 2: Nanocomposites. *Food Additives and Contaminants* 22(10):994-998.
- Li N, Sioutas C, Cho A, Schmitz D, Misra C, Sempf J, Wang M, Oberley T, Froines J, Nel A. 2003. Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage. *Environ Health Perspect* 111(4):455-460.
- Lomer M, Harvey R, Evans S, Thompson R, Powell P. 2001. Efficacy and tolerability of a low microparticle diet in a double blind, randomized, pilot study in Crohn's disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 13:101-106.
- Long T, Saleh N, Tilton R, Lowry G, Veronesi B. 2006. Titanium dioxide (P25) produces reactive oxygen species in immortalized brain microglia (BV2): Implications for nanoparticle neurotoxicity. *Environ Sci Technol* 40(14):4346-4352.
- Lovern B, Klaper R. 2006. *Daphnia magna* mortality when exposed to titanium dioxide and fullerene (c60) nanoparticles. *Environ Toxicol Chem* 25(4):1132-1137.
- Lucarelli M, Gatti A, Savarino G, Quattroni P, Martinelli L, Monari E, Boraschi D 2004. Innate defence functions of macrophages can be biased by nano-sized ceramic and metallic particles. *Eur Cytok Net* 15(4):339-346.
- Magrez A, Kasa S, Salicio V, Pasquier N, Won Seo J, Celio M, Catsicas S, Schwaller B, Forro L. 2006. Cellular toxicity of carbon-based nanomaterials. *Nano Lett* 6(6):1121-1125.
- Maynard A, Kuempel E. 2005. Airborne nanostructured particles and occupational health. *J Nanopart Res* 7:587-614.
- Melhus A. 2007. Silver threatens the use of antibiotics. Unpublished manuscript, received by email 30 January 2007.
- Nyéleni 2007- Forum for Food Sovereignty. 2007. Peoples' Food Sovereignty Statement. Available at: http://www.nyeleni2007.org/IMG/pdf/Peoples_Food_Sovereignty_Statement.pdf (accessed 29 September 2007).
- Oberdörster G, Oberdörster E, Oberdörster J. 2005. Nanotoxicology: an emerging discipline from studies of ultrafine particles. *Environ Health Perspect* 113(7):823-839.
- Opara L. 2004. Emerging technological innovation triad for agriculture in the 21st century. Part 1. Prospects and impacts of nanotechnology in agriculture. *Ag Engineering Internat: CIGR J Ag Engineering Internat* Vol 6.
- Petrelli G, Figà-Talamanca I, Tropeano R, Tangucci M, Cini C, Aquilani S, Gasperini L., Meli P. 2000. Reproductive male-mediated risk: Spontaneous abortion among wives of pesticide applicators. *Eur J Epidemiol* 16: 391-393.
- Pimental D, Hepperly P, Hanson J, Douds D, Seidel R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience* 55(7):573-582.
- Renton A. 2006. Welcome to the world of nanofoods. *Guardian Unlimited UK* 13 December 2006. Available at: <http://observer.guardian.co.uk/foodmonthly/futureoffood/story/0,,1971266,00.html> (accessed 17 January 2008).
- Reynolds G. 2007. FDA recommends nanotechnology research, but not labelling. *FoodProductionDaily.com News* 26 July 2007. Available at <http://www.foodproductiondaily-usa.com/news/ng.asp?n=78574-woodrow-wilsonnanotechnologyhazardous> (accessed 24 January 2008).
- Roco M. 2001. From vision to implementation of the US National Nanotechnology Initiative. *J Nanoparticle Research* 3:5-11.
- Roco M, Bainbridge W (Eds). 2002. *Converging Technologies for Improving Human Performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. NSF/DOC-sponsored report. Available at: <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/> (accessed 24 January 2008).
- Sayes C, Wahi R, Kurian P, Liu Y, West J, Ausman K, Warheit D, Colvin V. 2006. Correlating nanoscale titania structure with toxicity: A cytotoxicity and inflammatory response study with human dermal fibroblasts and human lung epithelial cells. *Toxicol Sci* 92(1):174-185.
- SCENIHR. 2006. The appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies. European Commission, Brussels.
- Schneider J. 2007. Can microparticles contribute to inflammatory bowel disease: Innocuous or inflammatory? *Exp Biol Med* 232:1-2.
- Scrinis G y Lyons K. 2007. The emerging nano-corporate paradigm: Nanotechnology and the transformation of nature, food and agri-food systems. *Internat J Sociol Agric and Food*. 15(2). Available at: <http://www.csafe.org/nz/> (accessed 2 March 2008)
- Shelke K. 2006. Tiny, invisible ingredients. *Food Processing.com*. Available at: <http://www.foodprocessing.com/articles/2006/227.html> (accessed 8 August 2007).
- Sorrentino A, Gorrasi G, Vittoria V. 2007. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. *Trends Food Sci Technol* 18:84-95.

- Throback I, Johansson M, Rosenquist M, Pell M, Hansson M, Hallin S. 2007. Silver (Ag(+)) reduces denitrification and induces enrichment of novel nirK genotypes in soil. *FEMS Microbiol Lett* 270(2):189–194.
- Tran C, Donaldson K, Stones V, Fernandez T, Ford A, Christofi N, Ayres J, Steiner M, Hurley J, Aitken R, Seaton A. 2005. A scoping study to identify hazard data needs for addressing the risks presented by nanoparticles and nanotubes. Research Report. Instit Occup Med, Edinburgh.
- Tucker J, Zilinskas R. 2006. The promise and the peril of synthetic biology. *New Atlantis* 12:25–45.
- U.K. HSE. 2004. Nanoparticles: An occupational hygiene review. Available at <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr274.pdf> (accessed 17 January 2008).
- van Balen E, Font R, Cavallé N, Font L, Garcia-Villanueva M, Benavente Y, Brennan P, de Sanjose S. 2006. Exposure to non-arsenic pesticides is associated with lymphoma among farmers in Spain. *Occupation Environ Med* 63:663–668.
- Wang B, Feng W-Y, Wang T-C, Jia G, Wang M, Shi J-W, Zhang F, Zhao Y-L, Chai Z-F. 2006. Acute toxicity of nano- and micro-scale zinc powder in healthy adult mice. *Toxicol Lett* 161:115–123.
- Wang B, Feng W, Wang M, Wang T, Gu Y, Zhu M, Ouyang H, Shi J, Zhang F, Zhao Y, Chai Z, Wang H, Wang J. 2007a. Acute toxicological impact of nano- and submicro-scaled zinc oxide powder on healthy adult mice. *J Nanopart Res* 10(2):263–276
- Wang J, Zhou G, Chen C, Yu H, Wang T, Ma Y, Jia G, Gai Y, Li B, Sun J, Li Y, Jiao F, Zhano Y, Chai Z. 2007b. Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration. *Toxicol Lett* 168(2):176–185.
- Wolfe J. 2005. Safer and guilt-free nanofoods. *Forbes.com* US 10 August 2005. Available at: http://www.forbes.com/investmentnewsletters/2005/08/09/nanotechnology-krafthershey-cz_jw_0810soapbox_inl.html (accessed 8 August 2007).
- Zhang Y, Zhang Y, Chen J, Zhang H, Zhang Y, Kong L, Pan Y, Liu J, Wang J. 2006. A novel gene delivery system: Chitosan-carbon nanoparticles. *Nanoscience* 11(1):1–8.