

Presencia de ftalatos en bebidas en el estado de México

Fátima García Espino

Universidad Autónoma del Estado de México

fatyma_g_e@hotmail.com

Lilia Patria Bustamante Montes

Universidad Autónoma del Estado de México.

patriciab@yahoo.com.mx

María García Fábila

Universidad Autónoma del Estado de México.

mmgafa@yahoo.com.mx

Resumen

La seguridad alimentaria incluye la inocuidad de alimentos, de ahí la necesidades de conocer la presencia de contaminantes ambientales como los ftalatos en la dieta, dichos compuestos son calificados como disruptores endócrinos, probables cancerígenos, se han relacionado con obesidad central, entre otras afecciones a la salud. Debido a su amplia extensión en el ambiente este trabajo tuvo como finalidad identificar la presencia y concentración de seis ftalatos (FDEH, FBB, FDB, FDE, FDM y FDO) en agua embotellada. Las muestras fueron recolectadas de mercados y supermercados de la ciudad de Toluca, en el Estado de México considerados de mayor consumo en la zona. Fueron analizados mediante extracción líquido- líquido y cuantificados mediante cromatografía de gases-

masas. Se encontró presencia de FDEH en todas las muestras analizadas, en concentraciones de 2.567, 2.571 y 2.724 $\mu\text{g/L}$. Dichos resultados sugieren la necesidad de investigar otros alimentos de la dieta mexicana, ya que para la población general se sugiere la alimentación como la principal vía de exposición, así como aportar información inicial para un análisis de riesgos a la salud.

Palabras clave ftalatos, bebidas, cromatografía, México.

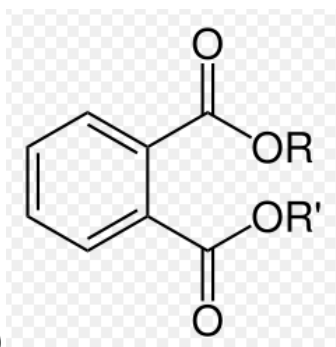
Introducción

La exposición a ftalatos puede darse a través de diversos medios, pero son los alimentos la principal vía de exposición (ATSDR 2002, 2006), razón por la cual el presente trabajo centra su interés en investigar sobre la inocuidad de alimentos a través de la presencia de diversos ftalatos en agua embotellada en el Estado de México dentro, por su importancia en la temática de seguridad alimentaria.

Características de los ftalatos

Los ftalatos son diésteres aromáticos derivados del ácido orto-ftálico o del ácido tereftálico, que son ampliamente utilizados a nivel mundial. Su estructura básica se muestra en la Figura 1 la cual comprende un anillo aromático con dos cadenas laterales, generalmente alifáticas lineales, el largo de éstas determinará las propiedades de cada uno de ellos (Harris, 2001), pueden presentar grupos alifáticos ramificados, cicloalifáticos o aromáticos (Fernandez, 2005).

Figura 1. Estructura general de los ésteres ftálicos.



Fuente: (EPA, 2006)

Los ftalatos son líquidos claros de aspecto aceitoso, poco solubles en agua y con una volatilidad variable según cada compuesto. Las propiedades más específicas de cada uno dependen de los sustituyentes laterales que contengan (Kem I, 2000) y estas mismas van a determinar su uso final, varios de los ésteres usados en la industria tienen cadenas laterales de grupos alquilo que contienen de 1 a 13 átomos de carbono. Las diferencias en el largo de las cadenas laterales otorgan importantes diferencias en las propiedades fisicoquímicas como presión de vapor, coeficiente de partición aire- agua (K_{aw}) octanol-agua (K_{ow}) octanol- aire (K_{oa}) (Cousins, 2003; Fernández, 2011) lo cuales marcan su comportamiento en el ambiente, así como su distribución y absorción en el tejido graso de los organismos.

La venta a gran escala de ftalatos ocurrió a partir de 1933 con la industria del cloruro de polivinilo (PVC) sobre el nitrato de celulosa que dominaba el mercado (Kem, 2000). Este polímero es el más empleado aún en la actualidad, sin embargo en estado puro es rígido por lo que se ha hecho necesario el empleo de sustancias para hacerlo más flexible tal es el caso de los ftalatos, por lo que son considerados plastificantes (Crinnion, 2010), sin embargo éstos pueden ser de baja permanencia y dar lugar a migración de los compuestos mencionados con diversos organismos, con su consecuente efecto a la salud.

Aplicaciones de los ftalatos

Son numerosos los productos que contienen ftalatos, entre ellos podemos mencionar adhesivos, plásticos automotrices, detergentes, aceites lubricantes, llantas, pisos, productos de cuidado personal como jabón, desodorante, lociones, bolsas de plástico, juguetes, bolsas para sangre, equipo médico intravenoso, entre otros (CDC, 2006). El Di-ethylhexil ftalato (FDEH) es el compuesto más ampliamente utilizado en Europa y Estados Unidos, seguido por el Diiso nonil ftalato (FDIN) y Di isodecil ftalato (FDID) y posteriormente por los ftalatos especiales que tienen un mercado más restringido.

El uso de materiales plásticos se ha difundido en gran medida en muchos productos de uso cotidiano, cuyas aplicaciones van desde chupones, recubrimientos, juguetes, hasta tubería y muchos más. Son empleados polímeros como hules y termoplásticos que en ocasiones son adicionados con plastificantes cuya función principal es convertir un polímero rígido en uno más suave y aumentar la gama de posibilidades de productos al consumidor.

Los ftalatos se usan en cosméticos y productos para el cuidado personal, incluidos perfumes, lacas para el pelo, jabones, champú, esmaltes para uñas y cremas humectantes (Duty et al., 2005, Just et al., 2010). Se usan en productos de consumo masivo como juguetes flexibles de plástico y de vinilo (Bustamante et al., 2004, Huang 2011, Corea et al., 2008), cortinas para baño, pisos, papel tapiz, persianas de vinilo (Ying et al., 2010), empaques de alimentos y envolturas de plástico (FDA 2000, CDC 2006).

También se emplean en terminados para madera, detergentes, adhesivos, tuberías de plástico para plomería, lubricantes, vestiduras de muebles y autos, impermeabilizantes, tubos y bolsas para líquidos de uso médico, disolventes, insecticidas, , materiales de construcción, calzado, cepillos dentales y dispositivos médicos (Kelly et al., 2010).

Se han usado ftalatos para hacer sonajeros blandos y mordedores para bebés, pero por solicitud de la Comisión para la Inocuidad de los Productos de Consumo (CPSC) de los Estados Unidos, los fabricantes estadounidenses no han usado ftalatos en estos productos desde 1999. En la industria de cosméticos las concentraciones de Ftalato de dietilo (FDE) son notadas ya que es el comúnmente usado en varios productos, aun que algunas empresas han reportado una reducción de las concentraciones (Dooley 2009).

Como se mencionó los ftalatos son un grupo de sustancias químicas que debido a su capacidad como plastificantes son ampliamente usados pero debido a sus características fisicoquímicas difieren también en sus productos finales. A continuación se reseñan los principales usos específicos de cada compuesto.

Exposición a ftalatos

Debido a la ubicuidad de los ftalatos en el ambiente las vías de exposición son varias, puede originarse básicamente por ingestión de alimentos y agua de consumo, inhalación de ésteres presentes en el medio, contacto dérmico debido a múltiples productos de cuidado personal y además se señala la vía intravenosa por su importancia en pacientes que están sujetos a procedimientos médicos. (CDC, 2006; ASTDR 2005)

Como ha expresado la literatura, la principal vía de exposición de la población general a los ftalatos puede ocurrir a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados (CDC 2006). La inhalación es considerada como segunda fuente de exposición, excepto cuando se tiene un contacto laboral mayor. Algunas otras vías las constituyen el contacto intravenoso, dérmico u ocular, estas últimas consideradas con una exposición baja en la población general (Hernandez-Díaz, 2009).

Presencia en el ambiente

Los ftalatos se incorporan al ambiente principalmente a través de la disposición en rellenos sanitarios de residuos municipales e industriales de donde son liberados; sin embargo, también pueden liberarse durante la quema de productos plásticos. Una pequeña fracción de estos compuestos se volatiliza a la atmósfera, donde pueden sufrir reacciones fotoquímicas con radicales hidroxilo, o dispersarse a sitios lejanos, tanto en la fracción gaseosa como en la partículas y posteriormente reingresar a la tierra por deposición seca o húmeda (Eisenreich, 1981). Asimismo, estos compuestos pueden llegar a los cuerpos de agua y al océano a través de las descargas de aguas residuales de la industria que manufactura y procesa plásticos, así como de los efluentes de las plantas de tratamiento de agua.

Vías de exposición

Exposición por Inhalación.

La inhalación es la segunda vía de exposición en orden de concentraciones reportadas, solo superada por la ingestión y ocurre cuando se encuentran partículas que se difunden a través de un ambiente contaminado en el que se desenvuelve la población general. Sin embargo puede constituir la principal vía de exposición para individuos que laboran en los procesos de plastificación.

Exposición por procedimientos médicos

En el área clínica el uso de algunos materiales y equipos médicos se hacen necesarios para realizar amplios procedimientos médicos. Desde el uso de bolsas de sangre en las cuáles se ha observado migración hacia los componentes sanguíneos, hasta el empleo de tubos, sondas e implantes con estos materiales (CDC, 2006). Los pacientes que además son alimentados con nutrición parenteral o se encuentran por periodos prolongados están más expuestos (FDA 2001).

Exposición a ftalatos a través de los alimentos

La seguridad alimentaria es un tema de interés debido a la gran variedad de efectos adversos a la salud que se pueden relacionar con el consumo de los alimentos, como es la diversidad de micotoxinas, ficotoxinas, residuos de plaguicidas, residuos de medicamentos de uso animal, efectos hormonales, subproductos de procesamiento de alimentos, adulteraciones e incluso la relación de la dieta con enfermedades crónicas.

Por vía alimentaria es también importante la exposición a sustancias tóxicas como contaminantes ambientales donde podemos nombrar a los ftalatos, ya sea en alguno de los momentos de producción o procedentes de la migración de los materiales de empaque.

La mayor fuente de exposición a ftalatos es por la vía de los alimentos (NTP-CERHR 2006, Fromme, 2007), ya que se sugiere la migración de ciertas concentraciones de estas sustancias provenientes de empaques de diversidad de productos de la empresa alimentaria, por lo que las cantidades de residuos estarían relacionadas a los contenidos dentro de recipientes y envolturas de plásticos, así como las temperaturas y el tiempo que permanecen en contacto los alimentos con dichos recubrimientos, y cuya toxicidad no ha sido explorada. También se indica que la toxicidad de ciertas sustancias puede estar ligada a alguna de las fases del proceso de producción de ciertos alimentos, además de solo el empaquetado. (Borchers, 2009).

La popularidad de los empaques plásticos en la industria alimenticia como contenedores y utensilios ha ido en aumento, y la adición de sustancias químicas dentro de empaques suele hacerse presente.

Algunos estudios hacen alusión a la presencia de ftalatos en botellas elaboradas con PET, dicho material es ampliamente utilizado a nivel mundial y en México, en este país es el

material más común para la elaboración de botellas de bebidas carbonatadas y otros tipos de alimentos (Romero-Hernández, 2008), ya que tiene un bajo costo, además de que ha mostrado mantener las propiedades organolépticas de los productos, a pesar de estas ventajas a la industria y al consumidor algunos reportes sugieren la presencia y migración de ftalatos hacia los alimentos con el uso de este material, estos estudios reportan presencia en botellas y agua de consumo, con concentraciones de ftalatos totales de hasta doce veces superiores a los hallados en botellas de vidrio (Wagner y Oehlmann, 2009; Montuori, 2008) de estos resultados destaca las diferencias entre las condiciones del medio donde se encuentran, por lo que estos datos sugieren que la toxicidad de las botellas de PET podría estar relacionada con las condiciones de almacenamiento, específicamente almacenamiento prolongado y altas temperaturas (Sax, 2010).

Antecedentes en Bebidas

En la actualidad predomina el incremento de agua y diferentes bebidas embotelladas en PET debido a su bajo costo, bajo peso y su capacidad para mantener algunas características organolépticas del producto (Romero-Hernández, 2009). Estudios en botellas de agua elaboradas en PET también han encontrado presencia de ftalatos, siendo el BBP y DEHP los de mayor concentración, seguidos por DEP, DMP y DBP en orden de cantidades (Romero-Hernández, 2009). En estas mismas investigaciones se plantea la dificultad para determinar la contaminación en todo el proceso y la posibilidad de la migración hacia el agua de consumo humano (Montuori, 2008) y se señala que las diferencias en los niveles de ftalatos pueden estar influidos por factores de almacenamiento como tiempo, temperatura y radiación solar, sin embargo se han reportado variaciones entre estudios (Schmid, 2008, Leivadara, 2008,), Al-Saleh y colaboradores reportan niveles significativamente más altos de DMP, DEP, BBP y DEHP en productos analizados después de un mes de almacenamiento a 4º C que cuando estos se encontraban a temperatura ambiente (Al-Saleh, 2011), en contraste DBP presentó niveles significativamente más altos en esta última condición. Otros estudios reportan menor

concentración de DEHP en condiciones de almacenamiento de 30°C y tres meses, así como altos niveles de varios ftalatos a 30°C (Schmid, 2008; Leivadara, 2008).

Efectos a la salud de los Ftalatos.

Los efectos de los ftalatos en la salud humana aún no se conocen del todo, sin embargo diversos estudios en animales y humanos demuestran evidencias de amplias alteraciones en la salud y con ello la necesidad de investigaciones que corroboren la problemática encontrada (Bustamante, 2001) ya que cada vez son más las relaciones encontradas entre los ftalatos y una gama de alteraciones a la salud en diferentes partes del organismo (Casajuana 2003)

Los daños a la salud relacionados con la exposición a ftalatos son amplios, principalmente referidos a la reproducción, ya que son considerados disruptores endócrinos.

En estudios animales se ha encontrado que inducen actividad antiandrogénica, anomalías en el sistema reproductor masculino, pérdida de peso y apetito, disminución de la distancia anogenital, desordenes en la diferenciación del sexo, esto en ratas expuestas principalmente en embarazo., malformaciones en el tracto reproductor, epididimitis, malformaciones en el pene, disminución en el descenso testicular, pobre desarrollo de próstata y vesícula seminal (Bustamante 2008).

La evidencia en humanos también es alarmante, pues se han reportado datos semejantes a los experimentos en animales, tales como disminución en la distancia anogenital al nacimiento, retardo en el descenso de los testículos así como alteraciones hormonales observadas en adultos (Bustamante, Campioli, 20112008, Duty, 2003, Swan, 2008).

Metodología

Se adquirieron 3 marcas de agua embotellada, las cuales representaban la presentación y marca más consumida según datos de la Secretaría de Economía en el Estado de México. Fueron adquiridas aleatoriamente de los mercados y supermercados registrados en la Ciudad de Toluca y transportados según las condiciones de adquisición para el consumidor para su posterior análisis.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Debido a que puede existir contaminación de ftalatos en el ambiente del laboratorio para garantizar análisis sensibles y confiables antes del análisis, el material de laboratorio, el material de limpieza, reactivos y superficies fueron analizados para determinar contaminación con ftalatos.

El material de laboratorio fue lavado cuidadosamente con jabón, y enjuagado con ácido clorhídrico al 10%, agua deionizada y metanol antes de su uso. No se emplearon guantes durante la preparación y análisis de las muestras. El equipo fue utilizado únicamente para el análisis de ftalatos.

Para la extracción se usó un método de extracción líquido-líquido. Las muestras de agua se homogeneizaron por agitación. Se mezclaron y agitaron 100 ml de muestra de agua durante 1 minuto con 20 ml de Dicloro metano. Se esperó el tiempo necesario para la separación por extracción y lo resultante se colocó en la campana de extracción hasta que se volatilizó el Dicloro Metano agregado. Se realizó una limpieza del material con Metanol HPLC, hasta concentrar 1 ml para su posterior lectura. Todo lo anterior se realizó por triplicado. Las muestras fueron leídas por Cromatografía de Gases.

Análisis instrumental y cuantificación

El análisis instrumental de ftalatos se realizó por cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) para determinar los ftalatos: DMP, DEP, DBP, DEHP, BBP y DOP. Fue programado para lectura automática a 360 ° C en el modo sin división, los ftalatos se separaron en una columna RTX-5MS (30 m de longitud, 0.32 mm de diámetro interno, espesor de película 0.25 µm df) con una fase estacionaria no polar. La temperatura del horno del GC será: 50 C durante 1 min; incrementando la temperatura a 300 C a 15 ° C / min, manteniéndola constante a dichas condiciones.

Resultados

Para el método de extracción LÍQUIDO- LÍQUIDO se obtuvieron las concentraciones en agua embotellada como se muestra en las tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones de ftalatos en agua embotellada. Método líquido- líquido

Muestra	FDM	FDE	FDB	FBB	FDEH	FDO
Agua 1	ND	ND	ND	ND	2.567	ND
Agua 2	ND	ND	ND	ND	2.571	ND
Agua 3	ND	ND	ND	ND	2.724	ND

ND= No detectado

Concentraciones expresadas en µg/L

Como se observa de los seis compuestos analizados, la totalidad de muestras de agua embotellada fueron detectadas con la presencia de Ftalato de Di Ethil Hexilo, dicho compuesto corresponde al de mayor producción a nivel mundial. Cabe destacar que las muestras analizadas, corresponden a presentaciones de 1 litro, almacenadas a temperatura ambiente, cuyo material de envase es el Tereftalato de Polietileno o PET.

Conclusiones

Los cambios en los estilos de vida, más específicamente los referentes a la alimentación han llevado a la industria alimentaria y a sus consumidores a buscar soluciones prácticas y sencillas para cubrir necesidades no solo nutricionales, si no de disponibilidad de alimentos. Hace algunos años la facilidad de adquisición del agua embotellada no era siquiera imaginable respecto a la que se da en nuestros días, y aunque dicha portabilidad permite a muchos individuos consumir o acercarse a las recomendaciones de consumo de agua, trae consigo la necesidad de conocer más acerca del empaque.

Es necesario indagar sobre la gama de efectos adversos para diversas vías de exposición que se relacionan con los Ftalatos.

La vía alimentaria es la principal vía de exposición para la población general, las 3 muestras de agua embotellada aquí analizadas mostraron la presencia de Ftalato de Di 2 ethil hexilo en concentraciones de 2.567, 2.571 y 2.724 µg/L respectivamente, mientras que los compuestos FDM, FDE, FDB, FBB Y FDO no fueron detectados. Esto es coincidente con otros autores en diversos países como Canadá o Croacia, cuyas botellas al igual que en este estudio fueron de PET. Cabe señalar que otros autores incluso reportar presencia de FDEH en botellas de vidrio, por lo que sería adecuado conocer en que momento puede ocurrir dicha contaminación, contemplando la fuente de origen, las características de producción, el empaque o el almacenamiento (Page 1995; Bosnir 2007) para poder así disminuir posibles exposiciones.

Por su relevancia como contaminantes ambientales y su ubicuidad, la presencia de ésteres de Ftalatos en los alimentos debe continuar su estudio, los investigadores apuntan a la importancia de su análisis en otro tipo de alimentos e incluso de diversas vías de exposición.

Bibliografía

Al saleh I., Shinwari N., Alsabbaheen A. (2011). Phthalates residues in plastic bottled waters. *J. Toxicol. Sci.* 36 (4):469-78.

ATSRD (2005) Agency for toxic substances and disease registry. Resumen de Salud pública.

Borchers A, Teuber S, Keen C. (2009) *Clinic Rev Allerg Immunol.* 39:95-141

Bustamante-Montes LP, Lizama- Soberanis B, Vazquez-Moreno F, García Fábila MM, Corea Tellez KS, Olaiz-Fernandez G, Borja-Aburto VH. (2004). Exposición infantil a plastificantes potencialmente tóxicos en productos de uso oral. *Salud Pública de México.* 46(6):501-508

Bustamante-Montes LP, Hernandez-Valero MA, Garcia-Fábila M, Halley-Castillo E, Karam-Calderon MA, Borja-Aburto VH. (2008). *Prenatal phthalate exposure and decrease in anogenital distance in Mexican male newborns.* *Epidemiol* 19(60):270–5.

Casajuana N., Lacorte S. (2003). Presence and release of phthalic esters and other endocrine disrupting compounds in drinking water. *Chromatographia* 57 (9): 649-655

Corea-Téllez K, Bustamante-Montes P, García-Fábila M, Hernández-Valero M, Yáñez-Moreno F. (October 2008) Estimated Risks of Water and Saliva Contamination by Phthalate Diffusion from Plasticized Polyvinyl Chloride. *Journal Of Environmental Health* [serial online].71(3):34-39. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed October 11, 2012

Cousins IT, Mackay D, Pakerton TF (2003) Physical-chemical properties and evaluative fate modeling of phthalates esters. The handbook of environmental chemistry, vol. 3, Part Q. Springer, Berlin.

Crinnion WJ. (2010). Toxic effects of the easily avoidable phthalates and parabens. *Altern Med Rev.* 15(3):190-6.

Dooley E. Environmental Change and Security Project. (September 2002) *Environ Health Perspect.*; 110(9): A513.

Duty, S. M., Silva, M. J., Barr, D. B., Brock, J. W., Ryan, L., Chen, Z. (2003). Phthalate exposure and human semen parameters. *Epidemiology* 14, 269-277.

Duty S, Ackerman R, Calafat A, Hauser R. (2005). Personal Care Product Use Predicts Urinary Concentrations of Some Phthalate Monoesters. *Environmental Health Perspectives.* 113(11):1530. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed October 11, 2012

FDA. Food and Drug Administration. (2000). Indirect food additives: Adhesives and components of coatings: Adhesives. *Code of Federal Regulations* 21 CFR 175.105. http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_00/21cfr175_00.html

FDA (2001) C. Safety Assessment of Di- 2-(ethylhexyl)phthalate (DEHP) Released from PVC Medical Devices, U.F. a. D.A. Center for Devices and Radiological Health.

Fernandez A, Yarto M, Castro J (2005). Las sustancias tóxicas persistentes en México. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.

Fromme H, Gruber L, Schlummer M, Woolz G, Bohmer S, Angerer J (2007). Intake of phthalates and di(2ethylhexyl)adipate: results of the integrated Exposure Assessment Survey based on duplicate diet samples and biomonitoring data. *Environ Int*33:1012-1020.

Harris C, Sumpter JC. (2001) *The Handbook of Environmental Chemistry, The Endocrine Disrupting Potential of Phthalates*, Volume 3L, 546, DOI: 10.1007/10690734_9

Hernández-Díaz S., Mitchell A., Kelley K., Calafat A., Hauser R. (2009). Medications as a Potential Source of Exposure to Phthalates in the U.S. Population. *Environ Health Perspect.* 117(2): 185–189.

Huang LP, Lee CC, Hsu PC, Shih TS (2011). The association between semen quality in workers and the concentration of di (2-ethylhexyl) phthalate in polyvinyl chloride pellet plant air Fertility and sterility. 96(1):90-94.

Just A, Adibi J, Whyatt R (November 2010). Urinary and air phthalate concentrations and self-reported use of personal care products among minority pregnant women in New York city. *Journal Of Exposure Science & Environmental Epidemiology* [serial online].;20(7):625-633. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed October 11, 2012

Kelly M., Reid A., Quinn-Hosey K., Fogarty A., Roche J, Brougham C. (2010) Investigation of the estrogenic risk to feral male brown trout (*Salmo trutta*) in the Shannon International River Basin District of Ireland. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 73(7):1658-1665

Kem, I. (2000). Swedish Chemical Inspectorate. Information on substances. http://www.kemi.se/kemamne_eng/ftalater:eng.htm

Leivadara, S., Nikolaou, A.D. and Lekkas, T.D. (2008): Determination of organic compounds in bottled waters. *Food Chem.*, 108, 277-286.

Page B.D. y Lacroix G. M. (1995). The occurrence of phthalate ester and di2 ethylhexyl adipate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in a survey. *Food Addit Contam.*12,129-151.

Romero- Hernandez O., Romero-Hernández S., Muñoz D., Detta-Silveira E., Palacios-Brun A., Laguna A. (2009). Environmental implications and market analysis of soft drink packaging systems in Mexico. A waste management approach. *Int J Life Cycle Assess.* 14:107-113

Sax L. (2010) Polyethylene Terephthalate May Yield Endocrine Disruptors. *Environmental Health Perspectives.*118(4):445-448

Schmid, P., Kohler, M., Meierhofer, R., Luzi, S. and Wegelin, M. (2008): Does the reuse of PET bottles during solar water disinfection pose a health risk due to the migration of plasticizers and other chemicals into the water? *Water Res.*, 42, 5054-5060.

Swan, S.H. (2008). Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans. *Environ. Res.* doi:10.1016/j.envres.2008.08.007

US Environmental Protection Agency. Diethyl phthalate(CASRN 84-66-2) (2006). Disponible en <http://www.epa.gov/iris/subst/0226.htm>

Wagner M y Oehlmann J. (2009). *Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. Environmental Science and Pollution Research*. 16(3):278-286.

Ying X, Cohen Hubal E, Little J. (February 2010) Predicting Residential Exposure to Phthalate Plasticizer Emitted from Vinyl Flooring: Sensitivity, Uncertainty, and Implications for Biomonitoring. *Environmental Health Perspectives* [serial online]. 118(2):253-258. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed October 11, 2012.