

CienciaUAT

ISSN: 2007-7521

cienciauat@uat.edu.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas

México

Bejarano-Roncancio, Jhon Jairo; Castillo-Quiroga, Yuri Milena
PRINCIPALES CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS EN FÓRMULAS LÁCTEAS
INFANTILES

CienciaUAT, vol. 7, núm. 2, enero-junio, 2013, pp. 42-48

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Ciudad Victoria, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942929007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

PRINCIPALES CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS EN FÓRMULAS LÁCTEAS INFANTILES

MAJOR MICROBIOLOGICAL CONTAMINANTS
IN INFANT MILK FORMULAS

¹Jhon Jairo Bejarano-Roncancio*
²Yuri Milena Castillo-Quiroga.

¹Departamento de Nutrición Humana, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

²Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia.

Universidad Nacional de Colombia,
Cr 30 No. 45-03 Ciudad Universitaria, Edificio 417,
5º piso, Bogotá D.C., Colombia.

*Autor para correspondencia:
jjbejaranor@unal.edu.co

Fecha Recepción: 13 de febrero de 2013.

Fecha Aceptación: 05 de abril de 2013.

RESUMEN

La leche humana es el mejor alimento para el lactante, por lo que las fórmulas lácteas artificiales solo se deben suministrar en situaciones clínicas específicas de acuerdo al



Tomado de: <http://www.gettyimages.es/detail/foto/mother-breastfeeding-baby-daughter-fotograf%C3%ADa-de-stock/88173020>

Figura 1.

*La lactancia natural es la práctica más saludable para el binomio madre-hijo.
Figure 1. Breastfeeding practice is healthier for mother and child.*

criterio médico basado en la evidencia científica y a los protocolos institucionales. Es una opción en situaciones apremiantes, principalmente por que no existen Bancos de Leche

Humana (BLH) en los hospitales. Otros escenarios donde se preparan y suministran dichas fórmulas, son los lactarios hospitalarios, jardines infantiles y en el hogar, donde es-

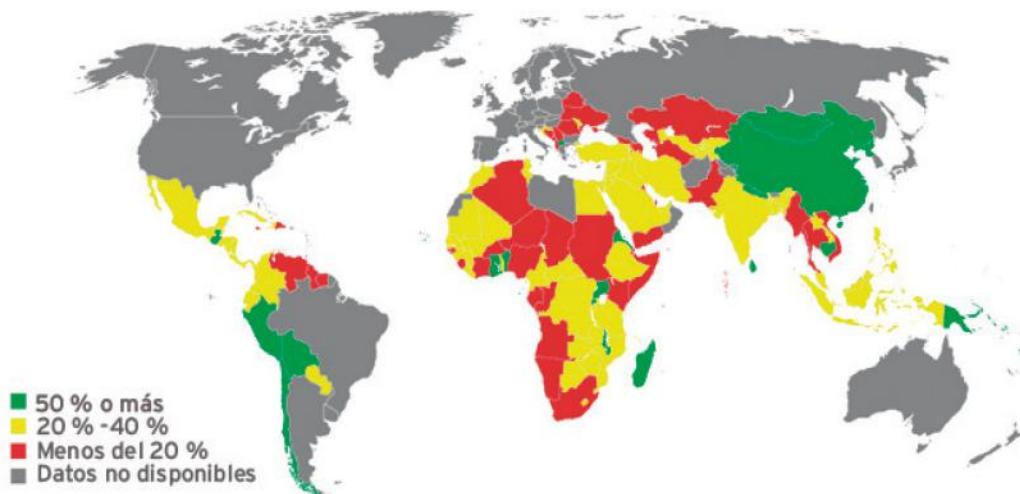
tas actividades de manipulación, también requieren de importantes cuidados higiénicos y sanitarios. Desde hace muchos años este tipo de leches, dirigidas a reemplazar la leche materna, han sido cuestionadas por su intención comercial. Sin embargo, poco se hace referencia a los contaminantes microbiológicos que contienen. El objetivo de esta revisión fue contextualizar los principales agentes microbiológicos en la producción de fórmulas lácteas infantiles como *Salmonella enterica* y *Cronobacter sakazakii* (anteriormente *Enterobacter*), se hace énfasis en las precauciones, desde las buenas prácticas de manufactura (BPM), hasta los sistemas integrales de gestión de la calidad y otros procesos durante la cadena productiva, para evitar una enfermedad transmitida por alimentos.

PALABRAS CLAVE: microbiología de alimentos, leche artificial, fórmulas infantiles, *Salmonella enterica*, *Cronobacter sakazakii*.

Figure 2.

Porcentaje de niños menores de seis meses alimentados exclusivamente con leche materna (2000-2006).

Figure 2. Percentage of children under six months who are exclusively breastfed (2000-2006).



[tomado de: http://www.hnjicef.org/spanish/h4nutrition/index_24824.html]

ABSTRACT

Human milk is the best food for infants. Therefore, artificial milk formulas should only be supplied in specific clinical situations according to medical criteria based on scientific evidence and institutional protocols. It is an option under urgent situations, mainly because there are no Human Milk Banks (HMB) in hospitals. Other scenarios where milk formulas are prepared and delivered are hospitals, kindergartens, and homes, where handling these activities require hygiene and health care. For many years, this type of milk, intended to replace breast milk, has been challenged for its commercial intent. However, its microbiological contents are scarcely referred to. The aim of this review was to contextualize the main microbiological agents in the production of infant milk formulas such as *Salmonella enterica* and *Cronobacter sakazakii* (formerly *Enterobacter*); emphasizes precautions, from good manufacturing practices (GMP), integrated ma-

nagement systems quality and other processes in the production chain to prevent foodborne illness.

KEYWORDS: food microbiology, artificial milk, infant formula, *Salmonella enterica*, *Cronobacter sakazakii*.

INTRODUCCIÓN

La lactancia natural es la práctica más saludable para el binomio madre-hijo (Figura 1), pero las estadísticas refieren que los menores de seis meses alimentados exclusivamente con leche materna no llegan al 40 % (OMS, 2012). Sólo el 38 % de los niños menores de seis meses de edad en el mundo en desarrollo reciben leche materna exclusivamente y sólo el 39 % de los niños de 20 a 23 meses edad se benefician de la práctica de la lactancia materna (Figura 2) (UNICEF, 2009a). A pesar de las deficiencias existentes en la información disponible, se estima que en la Región de Latinoamérica y el Caribe solamente alrededor de 40 % de los

niños y niñas reciben leche materna exclusiva durante 6 meses (Figura 3) (UNICEF, 2009b). Estas cifras indican que un alto porcentaje de niños pueden utilizar fórmulas lácteas infantiles y probablemente biberón. En América, principalmente en los países Andinos y Centroamericanos, la desigualdad conlleva a una mayor severidad del problema nutricional y la mortalidad de los bebés y de los niños y niñas pequeños, principalmente en áreas rurales, que se oculta en los promedios nacionales (UNICEF, 2009b). Es probable que durante los primeros meses de vida se suministren sucedáneos. Esto hace urgente la evaluación de las políticas relacionadas con la alimentación del recién nacido para direccionar estrategias más efectivas. Por otra parte, las fórmulas en polvo rehidratadas no se pueden considerar como un producto estéril (Gurtler y col., 2005), de ahí que *Salmonella enterica* y el *Cronobacter sakazakii* pueden estar presentes en

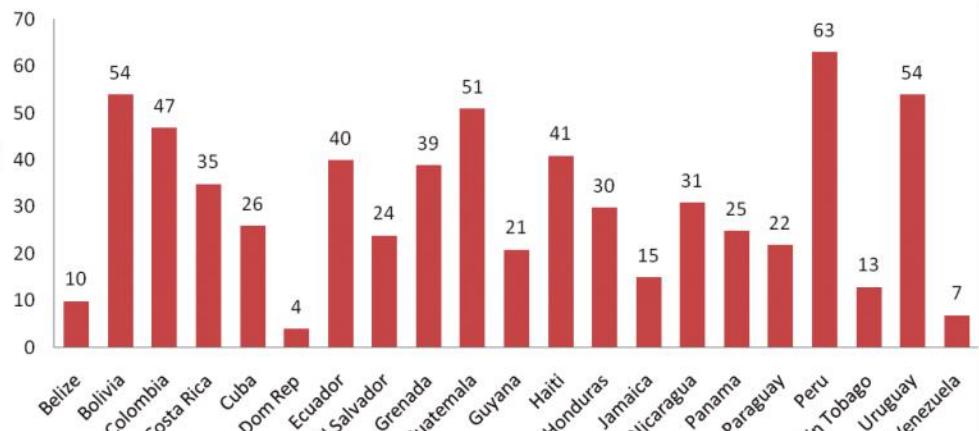
estos productos, y ser los principales agentes etiológicos relacionados con gastroenteritis en lactantes alimentados con fórmulas infantiles (FAO-OMS, 2008; EFSA, 2010). A pesar que se tienen algunos datos sobre el hábitat, modos de trasmisión, características de crecimiento y parámetros de sobrevivencia de estos microorganismos, y que se han desarrollado métodos para evitar la contaminación de estos productos, se requiere investigación al respecto. Desde hace un tiempo, la salmonelosis se cataloga como la principal enfermedad transmitida por alimentos en países desarrollados (Newell y col., 2010) y "las infecciones asociadas a las especies del género *Enterobacter*, actualmente reconocido como *Cronobacter*, están relacionadas con la producción de fórmulas en polvo" (CDC, 2002); a esto se suman los peligros del ambiente hospitalario por las infecciones nosocomiales.

Desde esta perspectiva, el documento aborda antecedentes

Figura 3.

Lactancia materna exclusiva hasta los seis meses de edad por países de América Latina y el Caribe.

Figure 3. Exclusive breastfeeding until six months of age for countries in Latin America and the Caribbean.



Tomado de: http://www.unicef.org/lac/lactancia_materna_tacro.pdf

mundiales del consumo de leches artificiales en la población infantil, el impacto de los agentes biológicos *Salmonella enterica* y de *Cronobacter sakazakii* en la morbilidad asociada al consumo de dichas fórmulas y específicamente los estándares técnicos microbiológicos de este tipo de productos. Finalmente, se mencionan las consideraciones principales que deben seguirse para el manejo adecuado de estas formulaciones en las diferentes etapas de preparación, como son los lactarios hospitalarios, los jardines infantiles y el hogar.

Antecedentes del consumo de fórmulas infantiles

Con la Revolución Industrial, siglos XVIII - XIX, comienza la fabricación de leche en polvo; a comienzos del siglo XX aparecieron las fórmulas lácteas para niños, cuyo objetivo fue sustituir la leche materna. Se destaca que después de la Segunda Guerra Mundial, "las clases altas de los países de Europa occidental fueron las primeras en implementar dicho alimento y luego fueron seguidas por las clases bajas" (Lawren-

ce, 1991). En España, por ejemplo, durante el periodo de posguerra a mediados del siglo XX, muchas madres optaron por la lactancia artificial, influenciadas en gran medida por las instituciones sanitarias y las precarias condiciones de desarrollo (Castejón y Perdiguer, 2011). Así, la lactancia materna fue abandonándose progresivamente, siendo casi indetectable en Estados Unidos durante la década de los 60, moda que posteriormente se trasladó a Europa occidental y oriental y con una diferencia aproximada de quince o veinte años, se exportó a los países menos desarrollados, al denominado "Tercer Mundo" (Barriuso y col., 2007).

Al mismo tiempo, con la inserción de la mujer en el mundo laboral, la medicalización del embarazo y del parto y, sobre todo, con el desarrollo de las fórmulas artificiales, la lactancia materna pasó a un segundo plano, por lo que se consideró un avance y un signo de poder económico la lactancia artificial. Por otro lado, la epidemia del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) hizo que muchos bancos de leche

humana (BLH) cerraran sus puertas ante el miedo a la transmisión de la infección a través de la leche (Vázquez y col., 2009). Todos estos antecedentes llevaron a que se motivara el uso y consumo de las fórmulas artificiales dirigidas a la población infantil.

La historia muestra cómo la utilización de la fórmula comercial, "rápidamente aumentó la morbilidad infantil: los bebés enfermaban y fallecían masivamente como consecuencia de procesos infecciosos y de trastornos hidroelectrolíticos. Estos procesos eran atribuibles a la incorrecta preparación de los biberones (preparación sin medidas higiénicas adecuadas y/o con una concentración incorrecta) y conjuntamente a la pérdida de la principal defensa natural disponible, la leche materna" (Barriuso y col., 2007).

A este respecto se ha reportado que los lactantes alimentados con fórmulas artificiales tienen más procesos infecciosos, los cuales son más graves y generan más hospitalizaciones en comparación con los niños que son alimentados con lactancia materna exclusiva. El 83 %

de los casos de enterocolitis necrosante son debido a la alimentación neonatal con sucedáneos de leche materna (Hernández y Aguayo, 2005). Uno de los procesos infecciosos más comunes es la Enfermedad Diarréica Aguda (EDA). Las fórmulas lácteas han sido consideradas un vehículo importante para el inicio de cierto tipo de diarreas (Cáceres y col., 2005); por eso se ha asociado el consumo de fórmula con la infección.

La discusión se define desde el tema de la inocuidad, especialmente la seguridad biológica de las preparaciones a base de leche artificial, dado que independiente del sector donde esté ubicado, las condiciones de manejo deben ser normalizadas, porque esta población es susceptible a enfermedades como la EDA y la Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA). Además, requiere de un cuidado especial en la manipulación de cualquier alimento que se le suministre. Entonces, todos los lactarios y lugares de preparación, deben cumplir con las condiciones higiénicas y sanitarias necesarias y obligatorias para proteger la salud.

Por eso, desde 1979, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) determinaron la necesidad de reglamentar la comercialización de sucedáneos de la leche materna.

Salmonella enterica y *Cronobacter sakazakii*, como agentes patógenos *Cronobacter sakazakii* y *Salmonella enterica* son microorganismos patógenos catalogados por la OMS como "A" (CDC, 2006; Hyeon y col., 2010); esta categoría los ubica como agentes etiológicos que pueden causar varias enfermedades en los lactantes, tales como infecciones sistémicas, infecciones gastrointestinales y respiratorias, y enterocolitis necrosante. También porque se ha demostrado su potencial presencia en preparaciones en polvo dirigidas a la población infantil (FAO-OMS, 2004).

Las enfermedades asociadas a *Cronobacter sakazakii* en los lactantes, hacen que este patógeno puede considerarse hoy por hoy como un problema de salud pública en varios contextos asistenciales a nivel mundial, sobretodo porque se asocia a déficit neurológico tipo meningitis. Se han notificado tasas de mortalidad debida a la infección por *E. sakazakii* de hasta el 50 % o más, aunque esta cifra se ha reducido a menos del 20 % en los últimos años (FAO-OMS, 2004).

Respecto a *Salmonella enterica*, se ha presentado un marcado incremento en las cifras de brotes en los últimos años, y una considerable resistencia de sus serotipos ante los antimicrobianos y las medidas de control implementadas, tanto en las industrias productoras de leches infantiles, como en los lactarios y demás sitios de reconstitución de las fórmulas infantiles. Ante el panorama presentado, la variedad de serovares de *Salmonella enterica* presentes frecuentemente en animales y humanos, el uso masivo de antibióticos, la capacidad de la

bacteria para crecer en las fórmulas y las malas prácticas en la fabricación, transporte, distribución y comercialización de las leches artificiales, pueden postularse como factores causales del aumento de la morbilidad asociada al microorganismo (Carrasco y col., 2012).

Salmonella enterica

Corresponde a un grupo de bacterias gram negativas de forma bacilar, no esporulantes y móviles que crecen bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas (Hayes, 1993). Por ser un microorganismo mesófilo, crece óptimamente en temperaturas entre 5 y 46 °C. Muere a temperatura de pasteurización, es sensible a un pH bajo (4.5) y no se multiplica a una actividad de agua (A_w) de 0.94; sin embargo, sus células sobreviven largos períodos en estado de congelación y deshidratación (Ray y Bhunia, 2010; Bermúdez y Corradini, 2012).

Los dos serovares que más se han asociado a salmonelosis, corresponden a la subespecie 1: *Salmonella enterica*, subespecie enterica 1, serotipo Typhimurium y *Salmonella enterica* subesp enterica serotipo Enteritidis (Ray y Bhunia, 2010; Carrasco y col., 2012). *Salmonella enterica* es parte de la población natural del tracto digestivo de varios animales como pájaros, tortugas y ranas, los cuales causan salmonelosis en animales para el consumo (aves, principalmente), quienes finalmente se hacen portadores del microorganismo. Los seres humanos también pueden portar la bacteria luego de una infección, y expulsarla por las heces durante un periodo largo. Esta bacteria, también se ha aislado de aguas negras y suelos contaminados con heces (Ray y Bhunia, 2010).

Salmonelosis

La salmonelosis de origen alimentario se caracteriza por EDA y un aumento en el peristaltismo intestinal. Es necesario consumir una cantidad mayor de 105 células para que se inicie la infección; sin embargo, existen

cepas muy virulentas que con poca cantidad causan la enfermedad. Habría que considerar las cepas sensibles al medio ácido estomacal, cuya cantidad de células tendrá que ser mayor para causar afección en el ser humano (Ray y Bhunia, 2010).

Vale la pena destacar que si estas últimas cepas se consumen con un alimento que neutralice la acidez del estómago, tales como los productos lácteos y dentro de ellos las fórmulas infantiles, la "dosis patógena" puede ser mucho menor. En este sentido, también es importante considerar el estado fisiológico e inmunológico del huésped, lo cual determinará su susceptibilidad al microorganismo. Por ejemplo, particularmente los recién nacidos presentan una ligera aclorhidria, su alimentación está basada en la leche, un alimento con buena capacidad buffer en el ambiente estomacal y que le suministra altas cantidades de hierro (micronutriente indispensable para el crecimiento microbiano); los neonatos pueden llegar a tener comprometido su sistema natural de defensas por alguna enfermedad o incluso desnutrición materna durante la gestación, por lo cual son altamente susceptibles a la infección por *Salmonella enterica* (Ray y Bhunia, 2010; FAO-OMS, 2006; Carrasco y col., 2012).

Las cepas patógenas de *Salmonella enterica* inician la infección en el íleon. Una vez en las células epiteliales, se multiplica y se desencadena toda una respuesta inflamatoria por la ulceración y lisis celular, creando, posteriormente, un ambiente que propicia todo un desequilibrio hidroelectrolítico a nivel intestinal que da lugar a la diarrea (Jay, 2002; Romero, 2007; Ray y Bhunia, 2010). Los síntomas aparecen de 8 a 42 horas e incluyen náuseas, vómito y cólicos abdominales. También pueden darse escalofríos, fiebre y postración. La duración del cuadro es de 2 a 3 días, pero según la agresividad del patógeno y el estado inmunológico del huésped,

este periodo puede llegar a ser más o menos largo y ser fatal en niños y adultos mayores (Romero, 2007).

Cronobacter sakazakii

Cronobacter sakazakii es una bacteria que pertenece al género *Cronobacter* (Osaili y Forsythe, 2009). Hasta el 2007 fue llamada *Enterobacter sakazakii*, y años atrás fue conocida como *Enterobacter cloacae*, y se distinguía por su pigmentación amarilla (Iversen y col., 2008), pero gracias al estudio de la relación taxonómica entre las cepas, se dio lugar a este nuevo género (Chap y col., 2009). Recientemente, las especies *Cronobacter* empezaron a llamarse formalmente *Cronobacter universalis* (Joseph y col., 2011).

Se caracteriza por ser un microorganismo gram negativo, no esporulante, con resistencia sustancial al pH ácido, móvil y peritírico; es decir, con flagelos proyectados en todas las direcciones (Gurtler y col., 2005; Chap y col., 2009). Aún es insuficiente lo que se conoce sobre los factores que estipulan su virulencia; algunas cepas de este microorganismo son capaces de producir sustancias similares a las enterotoxinas (FAO-OMS, 2004).

Infección por

Cronobacter Sakazakii

Cronobacter sakazakii en especial, ha sido el microorganismo más implicado en los brotes infecciosos causantes de las cifras de mortalidad en recién nacidos hospitalizados en Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Las patologías más comunes abarcan desde cuadros neurológicos como meningitis y cerebritis, pasando por enfermedades tan graves como la enterocolitis necrosante, hasta condiciones altamente críticas como la septicemia (Caubilla-Barron y col., 2007).

Los recién nacidos son un grupo poblacional altamente vulnerable, ya que su sistema inmunológico no está completamente desarrollado

y su intestino aún no está colonizado por flora bacteriana benéfica que compita contra agentes patógenos altamente invasivos como *Cronobacter sakazakii* (Townsend y Forsythe, 2008). Dentro de este segmento de la población, corren particularmente más riesgo los recién nacidos prematuros (< 37 semanas de gestación) con bajo peso al nacer (< 2500 g), con menos de 28 días de edad cronológica, y también los lactantes cuyas madres son positivas al Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) (FAO-OMS, 2004; FAO-OMS, 2008; Osaili y Forsythe, 2009; Lai, 2011).

Aunque normalmente la infeción suele responder a la terapia con antibióticos, en los últimos años se ha visto que el microorganismo ha desarrollado valiosos mecanismos de resistencia a los tratamientos utilizados. Actualmente, esta situación es preocupante en el contexto hospitalario, más aun teniendo en cuenta que se presume que con cantidades pequeñas de *Cronobacter sakazakii* en las fórmulas infantiles (< 3 ufc/100 g), ya pueden aparecer infecciones (FAO-OMS, 2004).

Contaminación durante la producción de las fórmulas infantiles

La calidad nutricional de la leche que se va a transformar en leche en polvo para lactantes, debe estar ligada a prácticas higiénicas desde la obtención de la leche cruda; es decir, desde la producción primaria, hasta la obtención y comercialización del alimento procesado en sus diferentes fases. Así pues, es fundamental cuidar la alimentación de las vacas y todo lo referente al ordeño y conservar la leche post-ordeño a temperatura de refrigeración (por debajo de 4 °C) con el fin de retrasar el crecimiento de microorganismos psicrótrofos y mesófilos (Albaracín y Carrascal, 2005).

En relación a la supervivencia de *Salmonella enterica* y *Cronobacter sakazakii* durante la producción de

la leche en polvo, cabe mencionar que a lo largo del proceso existen varios puntos donde se puede generar una contaminación microbiana, considerando las superficies de equipos (por la gran capacidad de adherencia de *Salmonella enterica* y su posibilidad de crear biofilms), el uso de temperaturas y tiempos insuficientes en el tratamiento térmico de la leche, posibles fugas de los equipos (que permitan la mezcla de la leche tratada térmicamente y la que no ha sido sometida a calor), malas prácticas de limpieza y desinfección de la planta (Gócosta y López, 2003; Albaracín y Carrascal, 2005); y durante la etapa de secado, factores como el mal control de la temperatura durante el procesamiento, la densidad de las partículas, el contenido de grasa y la variación de la cepa, así como las condiciones del equipo (Carrasco y col., 2012).

Cronobacter sakazakii se encuentra con mayor frecuencia que *Salmonella enterica* en el entorno de fabricación (FAO-OMS, 2004) tanto antes como después del proceso térmico de la leche, esto en razón a que suele estar presente en ingredientes vegetales que se receptionan en las plantas productoras y que se incluyen dentro de la formulación de varios tipos de leches infantiles en polvo, tales como el almidón de trigo y de arroz (FAO-OMS, 2004, 2006; Chap y col., 2009).

Ahora bien, de acuerdo con algunas investigaciones epidemiológicas y ambientales, la presencia de *Cronobacter sakazakii* y *Salmonella enterica* luego del tratamiento térmico, puede deberse a contaminación cruzada, ya que se esperaría que las fórmulas lácteas en polvo por tener una A_w muy baja no deberían mostrar la presencia de patógenos vegetativos (Betts, 2007).

Tanto *Salmonella enterica* como *Cronobacter sakazakii*, tienen la capacidad de sobrevivir en alimentos secos durante largos períodos de tiempo (Hiramatsu y col., 2005), y son susceptibles de estar en las

fórmulas infantiles, dado la combinación de A_w baja y un alto contenido de grasa (Shachar y Yaron, 2006). *Cronobacter sakazakii*, es el miembro de la familia *Enterobacteriaceae* más tolerante a los procesos de secado intensivo, puede persistir en ese estado al menos 2 años (Osaili y Forsythe, 2009) y al igual que *Salmonella enterica*, sus células pueden subsistir en un estado latente y volver al crecimiento de célula activa cuando las condiciones ambientales son favorables (Bermúdez y Corradini, 2012).

Contaminación durante la reconstitución de las fórmulas infantiles

En lo referente al proceso de reconstitución de las fórmulas infantiles, habría que considerar la contaminación cruzada que pueda producirse con el agua y elementos propios de esta actividad como tazas, biberones, entre otros; la higiene del personal manipulador, la limpieza y desinfección de las superficies y, como factor de gran trascendencia, el lapso de tiempo transcurrido entre la preparación y el consumo de las fórmulas (Almeida y col., 1999; Moretro y col., 2012).

En relación a este último punto, es importante conocer que puede presentarse el riesgo de una infección asociada, debido a que estos microorganismos tienen una rápida multiplicación durante el tiempo de reconstitución, preparación y de conservación antes del consumo (FAO-OMS, 2004). Sin embargo, llama la atención que uno de los puntos en común que se ha presentado en los brotes reportados y asociados a *Cronobacter sakazakii*, han sido las altas temperaturas al momento de reconstituir (Coignard y col., 2006; Caubilla-Barron y col., 2007; Osaili y Forsythe, 2009).

Entonces, se deben establecer guías técnicas y manuales operativos específicos con el fin de proporcionar por la inocuidad del producto final que va a ser suministrado

(Almeida y col., 1999; Moretro y col., 2012).

En contraste con las fórmulas infantiles líquidas que se comercializan listas para el consumo, las fórmulas lácteas en polvo no pueden considerarse estériles y como tal, además de acoplarse a las directrices nacionales, deben igualmente cumplir con los criterios microbiológicos establecidos a nivel internacional por la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) (CAC, 2008; Osaili y Forsythe, 2009).

Prevención de la contaminación en plantas productoras

El control de *Salmonella enterica* y *Cronobacter sakazakii* en los alimentos de bajo contenido de humedad, como las leches infantiles en polvo, es todo un reto para los fabricantes. En el año 2008, la Grocery Manufacturers Association (GMA) publicó un documento guía sugiriendo siete elementos de control contra la contaminación por *Salmonella enterica* en las plantas procesadoras.

En los últimos años se han desarrollado tecnologías emergentes que pueden llevarse a escala industrial con el fin de disminuir la contaminación en fórmulas infantiles y en otros alimentos en polvo. Estos nuevos tratamientos sugieren que la inactivación de células vegetativas, no sigue una tradicional cinética lineal de destrucción y se han clasificado en térmicos y no térmicos. Así pues, dentro del primer grupo se consideran la energía de microondas, la Radio Frecuencia (RF), el calentamiento óhmico y el calentamiento por inducción. La tecnología de microondas, ya ha sido recientemente aprobada por Food and Drug Administration (FDA), para ser utilizada en esterilización comercial (Bermúdez y Corradini, 2012).

En el otro grupo de tecnologías emergentes, que no utilizan el calor como la fuente primaria de destrucción o inactivación bacteriana están las altas presiones hidrostáticas, campos eléctricos pulsados, ultra-

sonido, luz ultravioleta, plasma frío, radiación, luz pulsada, el dióxido de carbono en fase densa y ondas de choque. Hasta el momento, sólo la alta presión hidrostática y la irradiación han sido aprobadas y utilizadas en la práctica comercial en varios alimentos (Bermúdez y Corradini, 2012).

Por otra parte, es importante que la industria productora de fórmulas lácteas infantiles en polvo concentre sus esfuerzos en disminuir la presencia de estos microorganismos (FAO-OMS, 2004), implementando nuevas tecnologías y armonizando las normas públicas de obligatorio cumplimiento como las BPM, el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) y los procedimientos operativos estandarizados (POES), con las normas internacionales ISO, dentro de un sistema integral de gestión de la calidad. En general, todas estas son herramientas clave para la prevención e identificación de peligros en las plantas transformadoras de leche, como también en los hospitales y jardines infantiles. Por ejemplo, el HACCP, con sus programas prerrequisito puede llegar a minimizar el riesgo de aparición de *Salmonella enterica* y *Cronobacter sakazakii* y de otros patógenos en las fórmulas infantiles en polvo (Gócosta y López, 2003; Albaracín y Carrascal, 2005).

Cuidados en la reconstitución de fórmulas infantiles

Según la OMS (2007), es conveniente preparar las fórmulas en un ambiente aseptico, por eso desarrolló un documento que compila las prácticas de manipulación para preparaciones en polvo para lactantes, con el objetivo de orientar a los profesionales e instituciones de salud al control de peligros desde la evaluación del riesgo, dado que no se siguen con rigurosidad o se ignoran algunos preceptos de seguridad biológica.

En lo referente al agua de reconstitución, debe provenir de una

fuente potabilizada que asegure los principios de inocuidad. Uno de los microorganismos reconocidos por su poder patógeno, *Salmonella enterica*, es capaz de sobrevivir durante semanas en el agua y ésta podría ser una potencial fuente de contaminación. Sin embargo, es importante que el agua siempre deberá llevarse a punto de ebullición antes de la reconstitución de la leche en polvo (Almeida y col., 1999; Carrasco y col., 2012) y debe vigilarse no llevar la fórmula a muy altas temperaturas, con la finalidad de no propiciar la germinación de esporas, pérdidas nutricionales o incluso accidentes como quemaduras (FAO-OMS, 2004).

En relación a los biberones, chupos y demás elementos involucrados en la preparación, deben ser lavados, desinfectados y esterilizados apropiada y cuidadosamente a fin de evitar ser un vehículo de contaminación (Almeida y col., 1999; Mortimore y Wallace, 2001).

Es fundamental mencionar la importancia del lavado quirúrgico de manos, para evitar una transmisión fecal-oral de *Salmonella enterica* y de otros patógenos. En el hospital, es relevante mencionar el uso adecuado de la indumentaria respectiva entre la zona limpia y sucia (Almeida y col., 1999).

En ocasiones es común, en especial en los jardines, que otros alimentos para lactantes mayores tales como mezclas, papillas y compotas de frutas se preparen en el mismo espacio y con las mismas herramientas con que se reconstituyen las fórmulas infantiles; estas situaciones, pueden llevar a que la contaminación con *Salmonella enterica* y/o con *Cronobacter sakazakii*, sea inminente (Almeida y col., 1999; Mortimore y Wallace, 2001).

Ahora bien, al reconstituir la leche en polvo se restablecen las condiciones de humedad, nutrientes y temperatura ideales para "despertar" y fomentar el crecimiento de estos patógenos. También evitar el almacenamiento prolongado de la

fórmula infantil a temperaturas superiores a 10 °C (Almeida y col., 1999; Carrasco y col., 2012).

Por último, identificar y mitigar los posibles riesgos asociados a la preparación de fórmulas infantiles puede ser una medida de gran impacto en la disminución de brotes infantiles asociados a estos patógenos (Mortimore y Wallace, 2001), en especial en el contexto hospitalario y escolar.

CONCLUSIONES

Tanto en los lactarios hospitalarios, jardines de niños y en el hogar, la contaminación cruzada constituye el factor principal que condiciona la presencia de *Salmonella enterica* y *Cronobacter sakazakii*, por lo que es importante que en todos los contextos donde se produzcan y distribuyan sucedáneos de la leche materna,

se cuente con guías o protocolos que estandaricen procesos y normalicen procedimientos desde el enfoque de riesgo y seguridad del paciente y de esta manera mitigar los peligros biológicos. Por la amenaza inminente que representan estos microorganismos, es necesario fortalecer aún más la protección y promoción de la lactancia materna; una manera es la rápida transición de pasar de los lactarios hospitalarios a los Bancos de Leche Humana, siguiendo el marco político y técnico que tiene Brasil para esta iniciativa. El consumo de leches artificiales antes del año de edad y el declive en la lactancia materna exclusiva, manifiesta la importancia de debatir estos temas en los escenarios de gobierno, sociales, hospitalarios y educativos para la reformulación de las políticas públicas.||

REFERENCIAS

- Albaracín, F. Y. and Carrascal, A. K. (2005). *Manual de buenas prácticas de manufactura para microempresas lácteas*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 185Pp.
- Almeida, R. C., Matos, C. O. and Almeida, P. F. (1999). Implementation of a HACCP system for on-site hospital preparation of infant formula. *Food Control*. 10:181-187.
- Barriuso, L., De-Miguel, M., and Sánchez, M. (2007). Lactancia materna: factor de salud, recuerdo histórico. *Anales del Sistema Sanitario Navarro*. 30(3):383-391.
- Bermúdez, D. and Corradini, M., (2012). Inactivation Kinetics of *Salmonella* spp. under thermal and emerging treatments: A review. *Food Research International*. 45:700712.
- Betts, R. (2007). 94th IAFP Annual Meeting. Water, water, everywhere nor any drop to drink-the problem of *Salmonella* in low-moisture foods. IAFP Special Interest Session on *Salmonella* growth, persistence and survival in low-moisture foods and their environment-Strategies for control. Buena Vista, Florida.
- Cáceres, D., Estrada, E., De-
- Antonio, R., Peláez, D. (2005). La enfermedad diarreica aguda: un reto para la salud pública en Colombia. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 17(1):6-14
- Carrasco, E., Morales-Rueda, A., and García-Gimeno, M. (2012). Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. *Food Research International*. 45:545-556.
- Castejón, R. and Perdiguer, E. (2011). Memorias XV Congreso Sociedad Española de historia de la medicina. Los debates sobre la leche más adecuada para el lactante en la España de la primera postguerra. [En línea]. Disponible en: http://www.medcr.uclm.es/XVCongresoSEHM/Actas_XVCongresoSEHM.pdf. Fecha de consulta: 28 de agosto de 2012.
- Caubilla-Barron, J., Hurrell, E., Townsend, S., Cheetham, P., Loc-Carrillo, C., Fayet, O., Prere, M. F., and Forsythe S. J. (2007). Genotypic and phenotypic analysis of *Enterobacter sakazakii* strains from an outbreak resulting in fatalities in a neonatal intensive care unit in France. *Journal of Clinical Microbiology* 45:3979-3985.

- (CDC), Centers for Disease Control. (2006). Multistate outbreak of *Salmonella* Typhimurium infections associated with eating ground beef United States. *MMWR Morbidity Mortality Weekly Report* 50:180–182.
- (CDC), Centers for Disease Control and Prevention. (2002). Enterobacter sakazakii infections associated with the use of powdered infant formula-Tennessee, 2001. *MMWR Morbidity Mortality Weekly Report* 51(14):297–300.
- Chap, J., Jackson, P., Siqueira, R., Gaspar, N., Quintas, C., Park, J., Osaili, T., Shaker, R., Jaradat, Z., Hartantyo, S. H. P., Abdullah-Sami, N., Estuningsih, S., and Forsythe, S. J. (2009). International survey of *Cronobacter sakazakii* and other *Cronobacter* spp. in follow up formulas and infant foods. *International Journal Food Microbiology*. 136:185–188.
- (CAC), Codex Alimentarius Commission. (2008). Code of hygienic practice for powdered formulae for infants and young children. [En línea]. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11026/cxp_066e.pdf. Fecha de consulta: 28 de agosto de 2012.
- Coignard, B., Vaillant, V., Vincent, J. P., Leféché, A., Mariani-Kurdjian, P., Bernet, C., L'Hériteau, F., Sénechal, H., Grimont, P., Bingen, E., and Desenclos, J. C. (2006). Infections sévères à *Enterobacter sakazakii* chez des nouveau-nés ayant consommé une préparation en poudre pour nourrissons, France, octobre-décembre 2004. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*. 2(3):10–13.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. *EFSA Journal*. 8(1):1496.
- (FAO-OMS), Food and Agriculture Organization - Organización Mundial de la Salud (2008). *Enterobacter sakazakii* (*Cronobacter* spp.), in powdered follow-up formulae. MRA series. [En línea]. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/MRA_followup.pdf. Fecha de consulta: 28 de junio de 2012.
- (FAO-OMS), Food and Agriculture Organization - Organización Mundial de la Salud (2004). *Cronobacter sakazakii* y otros microorganismos en los preparados en polvo para lactantes. Meeting report, MRA series 6. [En línea]. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/es_sp.pdf. Fecha de consulta: 29 de julio de 2012.
- (FAO-OMS), Food and Agriculture Organization - Organización Mundial de la Salud (2006). *Enterobacter sakazakii* and *Salmonella* in powdered infant formula. Second Risk Assessment Workshop. Meeting Report, MRA Series 10. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/mra10/en/index.html>. Fecha de consulta: 29 de julio de 2012.
- Góosta, B. and López, A. (2003). *Manual de industrias lácteas. Tetra Pak processing systems*. 3ra Edición. [En línea]. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=xcaN14spLCc&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_reviews#v=onepage&q=f=false. Fecha de consulta: 29 de junio de 2012.
- Grocery Manufacturers Association. (2008). Food supply chain handbook. [En línea]. Disponible en: http://www.gmaonline.org/downloads/technical-guidance-and-tools/GMA_SupplyChain2.pdf. Fecha de consulta: 29 de junio de 2012.
- Gurtler, J., Kornacki, J., and Beuchat, L. (2005). *Cronobacter sakazakii*: A coliform of increased concern to infant health. *International Journal Food Microbiology*. 10(4): 1–34.
- Hayes, P. R. (1993). *Microbiología e Higiene de los Alimentos*. New York: Editorial Acribia. 369 Pp.
- Hernández, M. y Aguayo, J. (2005). La lactancia materna, cómo promover y apoyar la lactancia materna en la práctica pediátrica. Recomendaciones del Comité de Lactancia de la AEP. *Anales de Pediatría Barcelona*. 63(4):340–356.
- Hiramatsu, R., Matsumoto, M., Sakae, K., and Miyazaki, Y. (2005). Ability of Shiga toxin producing *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. to survive in a desiccation model system and in dry foods. *Applied and Environmental Microbiology*. 71:6657–6663.
- Hyeon, J. Y., Park, C., Choi, I. S., Holt, P., and Seo, K. H. (2010). Development of multiple real time PCR with Internal amplification control of simultaneous detection of *Salmonella* and *Cronobacter* in powdered infant formula. *International Journal Food Microbiology*. 144:177–181.
- Iversen, C., Mullane, N., McCarell, B. D., Tall, B. D., Lehner, A., Fanning, S., Stephan, R., and Joosten, H. (2008). *Cronobacter* gen. nov., a new genus to accommodate the biogroups of *Enterobacter sakazakii*, and proposal of *Cronobacter sakazakii* gen. nov., comb. nov., *Cronobacter malonaticus* sp. nov., *Cronobacter turicensis* sp. nov., *Cronobacter muytjensii* sp. nov., *Cronobacter dublinensis* sp. nov., *Cronobacter* genomospecies 1, and of three subspecies, *Cronobacter dublinensis* subsp. *dublinensis* subsp. nov., *Cronobacter dublinensis* subsp. *lausannensis* subsp. nov. and *Cronobacter dublinensis* subsp. *lactaridi* subsp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 58:1442–1447.
- Jay, J. M. (2002). *Microbiología Moderna de los Alimentos*. New York: Editorial Acribia. 788Pp.
- Joseph, S., Cetinkaya, E., Drahošová, H., Levican, A., Figueiras, J., and Forsythe, S. J. (2011). *Cronobacter condimenti* sp. nov., isolated from spiced meat and *Cronobacter universalis* sp. nov., a novel species designation for *Cronobacter* sp. genomospecies, recovered from a leg infection, water, and food ingredients. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 62:1277–1283.
- Lai, K. K. (2011). *Enterobacter sakazakii* infections among neonates, infants, children, and adults: case reports and a review of the literature. *Medicine Baltimore*. 80:113–122.
- Lawrence, R. (1991). Tendencias de la lactancia materna: un modo de actuar. *Pediatrics (edición española)*. 32:191–192.
- Moretro, T., Heir, E., Nesse, L., Vestby, L., and Langsrød, S. (2012). Control of *Salmonella* in food related environments by chemical disinfection. *Food Research International Journal*. 45:532–544.
- Mortimore, S. and Wallace, C. (2001). *HACCP. Enfoque práctico*. Zaragoza: Editorial Acribia. 427 Pp.
- Newell, D.G., Koopmans, M., Verhoef, L., Duizer, E., Aidarakane, A., and Sprong, H. (2010). Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal Food Microbiology*. 139(1):3–15.
- (OMS), Organización Mundial de la Salud. (2007). Preparación, almacenamiento y manipulación en condiciones higiénicas de preparaciones en polvo para lactantes, directrices. [En línea]. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/pif_guidelines_sp.pdf. Fecha de consulta: 30 de julio de 2012.
- (OMS), Organización Mundial de la Salud. (2012). *10 datos sobre la lactancia materna*. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/breastfeeding/es/>. Fecha de consulta: 27 de marzo de 2013.
- Osaili, T. and Forsythe, S. (2009). Desiccation resistance and persistence of *Cronobacter* species in infant formula. *International Journal Food Microbiology*. 136:214–220.
- Ray, B. and Bhunia, A. (2010). *Fundamentos de microbiología de los alimentos*. México D.F: Editorial Mc Graw Hill. 352 Pp.
- Romero, C. (2007). *Microbiología y Parasitología Humana*. México D.F: Editorial Médica Panamericana. 965 Pp.
- Shachar, D. and Yaron, S. (2006). Heat tolerance of *Salmonella enterica* serovars Agona, Enteritidis, and Typhimurium in peanut butter. *Journal of Food Protection*. 69: 2687–2691.
- Townsend, S. and Forsythe, S. J. (2008). The neonatal intestinal microbial flora, immunity, and infections. *Enterobacter sakazakii*. Washington DC: ASM Press. 61–100 Pp.
- (UNICEF), Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (2009a). Consecuencias sobre la supervivencia infantil y la situación mundial. [En línea]. Disponible en: http://www.unicef.org/spanish/nutrition/index_24824.html. Fecha de consulta: 9 de mayo de 2013.
- (UNICEF), Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (2009b). Lactancia materna en la región de América Latina. [En línea]. Disponible en: http://www.unicef.org/lac/lactancia_materna_tacro.pdf. Fecha de consulta: 9 de mayo de 2013.
- Vázquez, S., Díaz, A., Medina, C., Bustos, G., Martínez, M., and Pallás, A. (2009). Puesta en marcha del banco de leche materna donada en una unidad neonatal. *Anales de Pediatría Barcelona*. 71(4):343–348.