

Revista Electrónica Gratuita
Free Journal

Higiene y Sanidad Ambiental

Departamento de Medicina Preventiva
y Salud Pública

Universidad de Granada
Universidad de Granada



HIGIENE Y SANIDAD AMBIENTAL

Año 2010

Volumen 10, páginas 523-543.

Contenido de este número:

Determinación de coliformes fecales y bacterias enteropatógenas en camarón comercializado en los principales mercados de la ciudad de Tapachula, Chiapas

Y. E. SCHLOTTFELDT, M. A. RODRÍGUEZ, C. HERRERA, M. A. ROSALES y G. FRANCO

Higiene y Sanidad Ambiental, **10**: 523-526 (2010)

La gestión ambiental como ejemplo de equipo de trabajo

M. A. GARCÍA LOPE

Higiene y Sanidad Ambiental, **10**: 527-534 (2010)

Empleo del medio agar Chromocult en la evaluación de la calidad microbiológica en ecosistemas acuáticos tropicales

J. LARREA, M. ROJAS, B. ROMEU, D. LUGO, N. ROJAS y M. HEYDRICH

Higiene y Sanidad Ambiental, **10**: 535-543 (2010)

HIGIENE Y SANIDAD AMBIENTAL

Revista electrónica gratuita (free journal)

Dirección

Prof. Miguel Espigares García

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Farmacia.
Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada, España.
Telf: 958 249 618. Fax: 958 249 958. Correo-e: mespigar@ugr.es

Comité de redacción

Carmen Amezcua Prieto. Correo-e: carmezcua@ugr.es

Aurora Bueno Cavanillas. Correo-e: abueno@ugr.es

Elena Espigares Rodríguez. Correo- e: elespi@ugr.es

Milagros Fernández-Crehuet Navajas. Correo-e: fcrehuet@ugr.es

Miguel García Martín. Correo-e: mgar@ugr.es

José Guillén Solvas. Correo-e: fguillen@ugr.es

Eladio Jiménez Mejías. Correo-e: eladiojimenez@ugr.es

José Juan Jiménez Moleón. Correo-e: jjmoleon@ugr.es

Dolores Jurado Chacón. Correo-e: djurado@ugr.es

Pablo Lardelli Claret. Correo.el: lardelli@ugr.es

Obdulia Moreno Abril. Correo-e: omoreno@ugr.es

José Antonio Pérez López. Correo-e: japerez@ugr.es

Redacción

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Farmacia.
Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada, España.
Telf: 958 249 618. Fax: 958 249 958. E-mail: mespigar@ugr.es

Depósito legal GR-222/2002 ISSN 1579-1734

Higiene y Sanidad Ambiental es una revista electrónica en español, de difusión gratuita, que publica trabajos de investigación originales, revisiones y procedimientos técnicos, con un contenido relativo al área científica de Higiene y Sanidad Ambiental: criterios de calidad ambiental; contaminación de agua, aire y suelo; análisis de riesgos y exposición ambiental, industrial y laboral; epidemiología ambiental; técnicas de saneamiento; higiene de los alimentos; higiene hospitalaria; antibióticos, desinfección y esterilización; tratamiento de aguas y residuos sólidos; etc. Igualmente la revista publica artículos relativos a la docencia universitaria de estos contenidos.

Los artículos para la publicación en la revista *Higiene y Sanidad Ambiental*, deben ser enviados a la Dirección de la revista en soporte electrónico con formato de Microsoft Word (o compatible), con un estilo editorial internacionalmente aceptado en las publicaciones científicas (título, resumen, palabras clave, introducción, material y métodos, resultados, discusión, bibliografía, etc.).

Las suscripciones a la revista *Higiene y Sanidad Ambiental* son gratuitas y se pueden realizar mediante el envío de un correo electrónico dirigido a la Dirección o Comité de Redacción, o pueden ser directamente obtenidas en la dirección electrónica del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Granada (www.ugr.es/%7Edpto_prev).

Higiene y Sanidad Ambiental, **10**: 523-526 (2010)

Determinación de coliformes fecales y bacterias enteropatógenas en camarón comercializado en los principales mercados de la ciudad de Tapachula, Chiapas (México)

Yolanda E. SCHLOTTFELDT, Miguel A. RODRÍGUEZ, Crispín HERRERA, Miguel A. ROSALES y Guadalupe FRANCO

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera a Puerto Madero, Km 1,5. CP 30700, México. Telf/Fax (962) 6251555/6262461. Correo-e: qfbmarf@hotmail.com

RESUMEN

En años recientes han aumentado los brotes de enfermedades por el consumo de mariscos. Entre las bacterias patógenas presentes en los productos pesqueros como resultado de la contaminación fecal están *Salmonella* sp., *Shigella* sp., y *Escherichia coli*. El objetivo del trabajo fue determinar la presencia de coliformes fecales y bacterias enteropatógenas en el camarón comercializado en los principales mercados de la ciudad de Tapachula, Chiapas. Se hizo un estudio prospectivo, transversal, descriptivo y observacional; se tomaron muestras completamente al azar de camarón proveniente del mar, con un total de 42 muestras por duplicado de 100 gramos cada una, transportándose en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio mediante la Norma Oficial Mexicana (NOM-027-SSA1-1993). Para la determinación de los mesofílicos aerobios, coliformes y coliformes fecales, se utilizó la técnica de diluciones. Los medios de cultivo utilizados fueron: EMB (Eosina Azul de Metileno), McConkey, SS (Salmonella-Shigella) y la caracterización se hizo mediante las pruebas bioquímicas de Kligler, MIO (Movilidad, Indol, Ornitina), LIA (Lisina, Hierro Agar), Urea y Citrato de Simons. Los resultados de las 42 muestras analizadas, todas rebasaron los límites permitidos de coliformes totales y fecales a excepción de mesofílicos aerobios (NOM-027-SSA1-1993). Y en relación a las enterobacterias patógenas se encontró un 11% de *Salmonella* sp, 13% de *Salmonella* entérica y 4% de *Shigella* sp; además se encontraron otras enterobacterias como: *Enterobacter aerogenes* (9%), *Enterobacter* sp (20%), *Escherichia coli* (24%), *Citrobacter* sp (2%), *Klebsiella* sp. (4%), *Serratia rubideae* (4%), *Providencia* sp (5%), *Proteus mirabilis* (2%) y *Serratia* sp. (2%).

Palabras Claves: Coliformes fecales, camarón, enterobacterias, mariscos.

INTRODUCCIÓN

En México el consumo de productos pesqueros es de 1227919 toneladas anuales de las cuales el 5.66% son de consumo de camarón. La contaminación de este producto por diversos microorganismos patógenos, lo convierten en fuente importante de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA); en este país en el año de 1999, se notificaron 163 brotes de ETA determinándose 2427 personas enfermas y 9 defunciones; en el 2005, se informó de 191 brotes con 4771 enfermos y 17 decesos, este informe indicó que el número de brotes asociados con el consumo de pescados fue del 6.3%, lo que significó el 4º lugar entre los alimentos más

involucrados con brotes de ETA. En relación con los agentes etiológicos, sólo en el 56% de los brotes se identificó su naturaleza, de los cuales 12.9% fueron de origen bacteriano (Pérez *et al.*, 2005).

La contaminación de productos pesqueros se ha asociado con la contaminación fecal, ya sea por contaminación del medio acuático natural donde estos microorganismos pueden sobrevivir durante meses a temperatura ambiente, o por contaminación de los utensilios usados durante su procesamiento así como de personas que lo manipulan (Leyva *et al.*, 1998).

La industria de pescados y mariscos está dividida en dos sectores, el no organizado y el organizado; el sector no organizado abastece a casi al 80% del

mercado local y está integrado por pequeñas comunidades pesqueras y vendedores ubicados en todo el territorio nacional; este sector abarca más de 1702 puntos de pesca que utilizan una cadena de distribución semi-organizada para llegar al consumidor final. Por su parte el sector organizado está integrado por más de 900 plantas destinadas a la elaboración de productos procesados y congelados para los mercados externos, desde el año 2000, este sector ha crecido en forma significativa, debido a la participación de grandes empresas, y si bien cuenta con su propia infraestructura de pesca y procesamiento, también se abastece de materia prima del sector no organizado (Sánchez *et al.*, 2006)

En investigaciones recientes de mariscos realizadas en Perú, reportaron niveles altos de coliformes fecales y presencia de *Salmonella* sp. En productos comercializados en el mercado mayorista pesquero de Ventanilla, que son adquiridos por vendedores minoristas, quienes los expenden al consumidor final. También se han realizado estudios en algunos platillos típicos de mariscos como el ceviche encontrándose además de coliformes fecales bacterias patógenas como salmonella (Carbajal *et al.*, 2003).

En los últimos años ha habido un aumento de brotes de enfermedades por el consumo de mariscos crudos o insuficientemente cocidos, entre las bacterias patógenas que se presentan en los productos pesqueros como resultado de la contaminación fecal a partir de reservorios animal/humano están *Salmonella* sp. *Shigella* sp. Además de *Escherichia coli* (Sockett *et al.*, 1985). La presencia de estos microorganismos enteropatógenos en los productos pesqueros no es deseable. El nicho ecológico de la mayoría de los microorganismos patógenos entéricos (*E. coli*, *Salmonella* spp., etc), es el intestino del hombre, los pájaros y los mamíferos (Arroyo, 1995). Por lo que, la presencia de estos microorganismos en el pescado y los productos pesqueros ha sido asociada con la contaminación fecal, ya sea por contaminación del medio acuático natural donde estos organismos pudieran sobrevivir durante meses a temperatura ambiente, o por contaminación durante el procesamiento (Alonso *et al.*, 1992; Lee, 1993).

Conociendo la importancia que tiene la presencia de este tipo de microorganismos en los camarones para la salud del consumidor, se debe tener en cuenta que el criterio microbiológico internacional de aceptabilidad para estos microorganismos patógenos, es que deben estar ausentes en 25 gramos del producto; (Leyva *et al.*, 1998), por lo que para poder llevar un control microbiológico de estos productos deben de aplicarse las normas oficiales para coliformes totales y fecales.

El comercio pesquero es uno de los principales medios de desarrollo económico para la población de Tapachula, Chiapas. México. Debido a que la zona se encuentra ubicada en la región costa del estado de Chiapas y considerada una de las principales zonas

comercializadoras de mariscos; los cuales se preparan en diversos platillos típicos de la región que no requieren cocción con calor.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de coliformes fecales y bacterias enteropatógenas en el camarón comercializado en los principales mercados de la ciudad de Tapachula, Chiapas (México).

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo y observacional.

Lugar de estudio

La ciudad de Tapachula, que se encuentra asentada en la Llanura Costera del Pacífico, en el estado de Chiapas (México), cuya cabecera municipal se sitúa entre las coordenadas 14° 54' de latitud norte y 92° 15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Tiene una superficie de 857 km² y se encuentra a una altura que varía de 0 a 0170 m.s.n.m.; posee un clima predominantemente húmedo (am) con abundantes lluvias en verano y una precipitación pluvial promedio anual de 2502 mm; con una temperatura promedio de 26.2 °C (INEGI, 2005).

Unidades de muestreo

Para el análisis de posible contaminación de coliformes fecales y bacterias enteropatógenas, se tomaron muestras de camarón proveniente del mar, que se comercializa en los principales mercados de la ciudad de Tapachula, Chiapas. México.

Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

El muestreo se realizó en los principales mercados (3) con un total de 42 muestras por duplicado, de locales que vendían camarones provenientes del mar, se procedió a tomar muestras de 100 gramos completamente al azar y se transportaron en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio mediante los procedimientos descritos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-027-SSA1-1993).

Técnicas utilizadas

Para los mesófilos aerobios, se utilizó la técnica de diluciones, colocándose 1 ml de cada dilución en placas de TSA (Agar Soya Trypticasa).

Se procedió con la determinación de coliformes totales, fecales y enterobacterias, mediante las normas NOM-110-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994.

Para la determinación de coliformes totales (NMPC: Número Más Probable de Coliformes), se utilizó la técnica por diluciones. Para la prueba pre-suntiva se utilizó como medio de cultivo caldo lactosado al 150% y al 100% y para la prueba confirmatoria, se utilizó el caldo bilis verde brillante al 2%.

Para coliformes fecales también se utilizó la técnica de diluciones, colocándose 1 ml de cada dilución en placas de bilis y rojo violeta agar.

Para el aislamiento de microorganismos se utilizó la técnica por estría cruzada en placas que contenían los medios de EMB (Eosina Azul de Metileno), McConkey, SS (Salmonella-Shigella) y para la caracterización de los microorganismos, se utilizaron las bioquímicas de Kligler, MIO (Movilidad, Indol, Ornitina), LIA (Lisina, Hierro Agar), Urea y Citrato de Simons.

Variables de estudio

Unidades formadoras de colonias (UFC) y microorganismos aislados.

Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos para los resultados obtenidos. Los datos obtenidos se analizaron por medio de estadística descriptiva.

RESULTADOS

De las 42 muestras analizadas, todas rebasaron los límites permisibles de coliformes totales y fecales a excepción de mesófilos aerobios.

En relación a las enterobacterias patógenas se encontró un 11% de *Salmonella* sp, 13% de *Salmonella* entérica y 4% de *Shigella* sp; además se encontraron otras enterobacterias como: *Enterobacter aerogenes* (9%), *Enterobacter* sp (20%), *Escherichia coli* (24%), *Citrobacter* sp (2%), *Klebsiella* sp (4%), *Serratia rubideae* (4%), *Providencia* sp (5%), *Proteus mirabilis* (2%) y *Serratia* sp (2%).

Tabla 1. Microorganismos aislados de las 42 muestras analizadas.

Microorganismos	M. / T. M.**	%
<i>Enterobacter aerogenes</i>	5/56	9
<i>Enterobacter</i> sp.	12/56	20
<i>Escherichia coli</i>	14/56	24
<i>Salmonella</i> sp.*	6/56	11
<i>Salmonella</i> entérica*	7/56	13
<i>Citrobacter</i> sp.	1/56	2
<i>Shigella</i> sp.*	2/56	4
<i>Klebsiella</i> sp.	2/56	4
<i>Serratia rubideae</i>	2/56	4
<i>Providencia</i> sp.	3/56	5
<i>Proteus mirabilis</i>	1/56	2
<i>Serratia</i> sp.	1/56	2

* Bacterias enteropatógenas

**Microorganismos/Total de microorganismos

Tabla 2. Resultados obtenidos de las 42 muestras analizadas para coliformes totales y fecales.

	Resultados	Límites permitidos*
Mesofilos aerobios	193,000	10,000,000 UFC/g
Coliformes totales	>1100	400 NMPC/g
Coliformes fecales	>1000	0 UFC/g

*NOM-027-SSA1-1993, NOM-110-SSA1-1994,
 NOM-112-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994.

DISCUSIÓN

Se encontró que existe contaminación fecal, ya que el indicador de contaminación (*Escherichia coli*) fue uno de los microorganismos de mayor crecimiento en el estudio, además de las enterobacterias patógenas encontradas.

Se observaron varios factores que pudieron propiciar la aparición de los microorganismos no deseables, como es el hecho que los vendedores de mariscos, se encuentran todo el día en los puestos en donde expenden sus productos, lo que hace que recurran a baños públicos para hacer sus necesidades fisiológicas en los que muchas veces escasea el agua, aunado a escasos hábitos higiénicos después de ir al baño; y al hecho de que la misma persona que manipula los mariscos, también manipula el dinero. Otro factor, fueron las áreas de trabajo y los utensilios con los que manejan el producto, los cuales no tienen la limpieza adecuada. Lo anterior, se debe principalmente a la falta de información de cómo se debe manejar este tipo de productos alimenticios de acuerdo a las normas del País.

De manera que, la presencia de los microorganismos enteropatógenos gramnegativos en los productos pesqueros no es deseable, por consiguiente, la mayoría de las especificaciones microbiológicas prescriben la ausencia de *Shigella* y *Salmonella*, mientras que se acepta *E. coli* en bajas cantidades, utilizada mayormente como un indicador de contaminación fecal (Lee, 1993).

CONCLUSIONES

Los mariscos que se venden en los principales mercados presentaron contaminación por coliformes fecales, así como contaminación por bacterias enteropatógenas. Debiéndose principalmente a la falta de información por parte de los expendedores, para el manejo adecuado de estos productos.

Por lo que la forma de evitar la contaminación es el control de las áreas de desarrollo o pesca, así como una higiene adecuada durante el manejo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el apoyo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y de los Cuerpos Académicos de "Educación y Salud" y "Salud Ambiental y Ocupacional".

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso JL, Alonso MA, Usera MA, Acheita A. (1992). The occurrence of Salmonella serotypes in marine recreational water of Valencia, Spain. *Microbiol SEM*; 8:44-8.
- Arroyo G, Arroyo JA. (1995). Detection of Salmonella serotypes in edible organ meats from markets in Madrid, Spain. *Food Microbiol.* 12:13-20.
- Carbajal, Ma. T; P. Rabelo; C. González y Ma. E. Ayala (2003). Evaluación microbiológica de productos adquiridos en el mercado mayorista pesquero de ventanilla –Perú. *Rev. Cubana Salud Pública*: 29(2), 121-23.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Resultados definitivos del II Censo de población y vivienda para el Estado de Chiapas. URL en <http://www.inegi.gob.mx>
- Lee JS. (1993) An introduction to application of the hazard analysis critical control point (HACCP). *MTS J*;25:34-9.

- Leyva V; E. Cisneros; E. Valdez; T. Nolasco y O. Pérez (1998). Aislamiento de Salmonellas atípicas en camarones congelados. *Rev. Cubana Aliment. Nutr*: 12(1), 11-15.
- NOM-027-SSA1-1993, Bienes y servicios productos de la pesca pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
- NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de alimentos para análisis microbiológicos.
- NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número más Probable.
- NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Pérez, L; J.F. Nuñez; D.A. Villagomez; M.N. Tolosa y M.S. Lozano (2005) Inocuidad bacteriológica en camarón para exportación en México. *Rev. Vet. Mex*: 36(4). 411-423.
- Sánchez, F.J.; V. Mata; A. Espinoza y L. Villarreal (2006). Incidencia de especies de Listeria en una planta productora de alimentos congelados. *Rev. Ciencia UANL.* 9(21). 51-56.
- Sockett PN, West PA, Jacob M. (1985) Shellfish and public health. *Publ Hith Labor Serv Microbiol Diag.* 2:29-35.

La gestión ambiental como ejemplo de equipo de trabajo

María Allende GARCÍA LOPE

Distrito Sanitario de Málaga. Sanidad Ambiental. Málaga (España). Correo-e: mallende.garcia.sspa@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Un aspecto preocupante, a la hora de implantar el Sistema Integral de Gestión Ambiental en el distrito sanitario Málaga, es que debido a su gran extensión (en el año 2007, lo formaban 23 centros de atención primaria), el esbozo de una estrategia para conseguir que dicha implantación fuera efectiva.

La estrategia diseñada, no fue otra que el nombramiento voluntario por parte de cada uno de los centros de atención primaria que formaba este distrito, de una persona responsable de llevar a cabo este nuevo proyecto que el Servicio Andaluz de Salud tenía para con todos y cada uno de sus centros asistenciales.

Una vez nombrado a este responsable o implantador del Sistema Integral de Gestión Ambiental, quedaba por dotarle de la competencia necesaria, para llevar a cabo sus funciones, descrita en el Manual de Gestión Ambiental del distrito.

Un aspecto destacado dentro de esta competencia a adquirir, lo constituye el cuerpo de conocimientos, lo que se consiguió tras la realización anual de un curso de formador de formadores en gestión ambiental, que abarca conocimientos tanto del sistema de gestión ambiental como del plan de residuos del Servicio Andaluz de Salud. Estos conocimientos, no son suficientes sin disponer de una actitud adecuada, con lo que al curso se le dotó de agentes motivadores dentro de las distintas unidades didácticas y se completó haciendo que los distintos implantadores adquirieran destrezas en la transmisión de la información y motivación, a través del aprendizaje de unidades didácticas sobre técnicas de comunicación y talleres de prácticas para evitar el “miedo escénico”. Además este curso se encuentra acreditado por la Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía.

La formación adquirida en este curso, la ha de volcar en su centro de trabajo, consiguiendo así la formación y motivación de toda la plantilla del mismo, utilizándose así una estrategia de formación en cascada.

Una de las actividades relacionadas con la gestión de los residuos, es la recopilación del Documento de Control y Seguimiento y albarán de los residuos peligrosos gestionados por su centro y mandarlo al responsable del Sistema Integral de Gestión Ambiental del distrito. En esta documentación se recogen datos referentes al residuo gestionado como son: los datos del productor o centro de salida de los residuos, datos referentes al residuo que se trasfiere, como son la descripción del residuo, código según RD 833/1988 y RD 952/1997 y datos del gestor autorizado, como son la razón social, número de autorización, matrícula del vehículo de recogida y NIF entre otros.

Con los datos extraídos se elaboran indicadores ambientales de gestión de residuos, tanto absolutos como relativos. En este último caso se obtienen dividiendo los absolutos por a Unidad de Actividad del distrito. Esta Unidad de Actividad, se obtiene del departamento de informática, mensualmente tanto a nivel del distrito como de cada uno de los centros de atención primaria.

Palabras clave: Residuos, gestión de residuos, residuos sanitarios.

INTRODUCCIÓN

Un *equipo* comprende a cualquier grupo de personas unidas con un objetivo común (una investigación o un servicio determinado). Un grupo en sí mismo no necesariamente constituye un equipo (Diccionario de la Real Academia de la Lengua).

En toda organización el elemento fundamental lo forma el equipo constituido por todos sus miembros, cuya característica imprescindible consiste en trabajar en conjunto.

De aquí surgen dos conceptos importantes de aclarar (Espinoza, 1997): equipo de trabajo y trabajo en equipo.

- *El equipo de trabajo* es el conjunto de personas asignadas o autoasignadas, de acuerdo a habilidades y *competencias* específicas, para cumplir una determinada meta bajo la conducción de un coordinador.
- El trabajo en equipo se refiere a la serie de *estrategias, procedimientos* y metodologías que utiliza un *grupo humano* para lograr las metas propuestas.

Hay autores que el trabajo en equipo y equipo de trabajo son similares (aula fácil), para otros son distintos (Espinosa, 1997) y para alguna organización empresarial al equipo de trabajo lo denominan grupo de trabajo, definiéndolo como conjunto de personas que realizan dentro de una organización una labor similar. Este grupo de personas tiene un jefe o coordinador y son autónomos, no dependiendo del trabajo de su compañero: cada uno realiza su trabajo y responde individualmente del mismo y no dándose una cohesión entre sus miembros (Aulafácil, 2000).

Las diferencias entre equipo de trabajo y grupo de trabajo (Aulafácil, 2000) son importantes: El equipo de trabajo responde en su conjunto del trabajo realizado mientras que en el grupo de trabajo cada persona responde individualmente.

En el grupo de trabajo sus miembros tienen formación similar y realizan el mismo tipo de trabajo (no son complementarios). En el equipo de trabajo cada miembro domina una faceta determinada y realiza una parte concreta del proyecto (sí son complementarios).

En el grupo de trabajo cada persona puede tener una manera particular de funcionar, mientras que en el equipo es necesaria la coordinación, lo que va a exigir establecer unos estándares comunes de actuación (rapidez de respuesta, eficacia, precisión, dedicación, etc.).

En el equipo de trabajo es fundamental la cohesión, hay una estrecha colaboración entre sus miembros. Esto no tiene por qué ocurrir en el grupo de trabajo.

El grupo de trabajo se estructura por niveles jerárquicos. En el equipo de trabajo en cambio las jerarquías se diluyen: hay un jefe de equipo con una serie de colaboradores, elegidos en función de sus conocimientos, que funcionan dentro del equipo en pie de igualdad aunque sus categorías laborales puedan ser muy diferentes.

Una idea que hemos de tener en cuenta es que los equipos no son máquinas y la calidad requiere de motivación, estos equipos se hacen haciéndose y la calidad requiere de un proceso de aprendizaje.

Estamos de acuerdo con la conceptualización de equipo de trabajo como unidades compuestas por un número de personas indeterminado que se organizan para la realización de una determinada tarea y que están relacionadas entre sí, que como consecuencia de esa relación interactúan dentro del mismo equipo para alcanzar los objetivos que se han propuesto

alcanzar, reconociendo que se necesitan las unas a las otras para dicho cumplimiento y reconociéndose con identidad propia como equipo. Además esas personas son asignadas o autoasignadas, de acuerdo a sus habilidades específicas (Espinosa, 1997).

Desde que la gerencia del SAS apostó hacia una mayor protección medioambiental y de prevención de la contaminación manteniendo el equilibrio entre las necesidades asistenciales y socioeconómicas, mediante apuestas por políticas que reduzcan el impacto ambiental en sus centros, se ha conseguido un mayor grado de sensibilidad, responsabilidad y concienciación medioambiental de todos sus profesionales contribuyendo así a mejorar el estado de salud de los usuarios andaluces.

El Servicio Andaluz de Salud, apuesta cada vez más por un modelo asistencial comprometido con el desarrollo sostenible, cuidando el medio ambiente y velando por el cumplimiento de las normas con que se dota la sociedad (Blanco, 2004), así como cualquier empresa u organizaciones de cualquier tipo están cada más interesadas en demostrar un sólido desempeño ambiental mediante el control de sus impactos, actividades, productos y servicios (Norma ISO 14 001, 2004:8).

Cuando hablamos de desarrollo sostenible aceptamos que es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (World Comisión on Environment and developmennt, 1987), pero una empresa sostenible es también una organización que creando valor económico de forma continuada, al mismo tiempo lo hace contribuyendo a la integridad medioambiental (Sedes, 2002); pero aún más, no es sólo una empresa la organización que crea valor económico, sino también la que presta servicios y en este caso sanitarios.

La hipótesis formulada para este trabajo ha sido la siguiente: el equipo de trabajo formado por los implantadores, es la base fundamental en la construcción y seguimiento de los indicadores ambientales referentes a la gestión de los residuos peligrosos originados en los centros de atención primaria del distrito sanitario Málaga.

MATERIAL Y METODOS

Población

En el año 2007, la población elegida corresponde a los implantadores situados cada uno de ellos en su centro de trabajo. No es aleatoria, ya que son elegidos por los Equipos Básicos de Atención Primaria (EBAP) del Distrito Sanitario Málaga.

El Distrito Sanitario Málaga, cuando implantó el Sistema de Gestión Ambiental, estaba formado por 23 Centros de Atención Primaria (CAP), 10 consultorios y 4 unidades de Salud mental, más las instalaciones de la cabecera del distrito. De los 23 Centros de Atención Primaria (CAP), cuatro de ellos realizan

pruebas diagnósticas básicas de radiografía tradicional. Durante el mes de Diciembre de 2007, se abren tres centros de atención primaria más. Se eligen aquellos centros sanitarios con más de 10.000 Tarjetas Individuales Sanitarias (TIS) y que además realicen actividades de atención primaria. Por lo tanto trabajaremos sobre los 23 centros de atención primaria existentes en el año estudiado.

Basándonos en la Política Ambiental del SAS, publicada en 24 de octubre de 2005, por la que se compromete a documentar, implantar y poner al día un sistema de gestión ambiental utilizando como instrumento la norma ISO 14 001:2004, en el distrito sanitario Málaga se propone un modelo de implantación en sus centros de atención primaria utilizando como estrategia de implantación el trabajo en equipo. Una vez resuelto la Evaluación Inicial Ambiental de



Tipo de estudio

Es un estudio observacional de tipo longitudinal, analítico, donde los datos utilizados los obtenemos de manera retrospectiva (antes del año 2007) como prospectiva (después del año 2007).

Variables:

Variable independiente: aplicación del Plan de Gestión de Residuos del SAS

Variables dependientes: el estudio de los residuos peligrosos de origen sanitario de cada uno de los centros de atención Primaria, que constituyen el distrito.

Intervención o manipulación.

Aplicación del Plan de gestión de Residuos del Servicio Andalúz de Salud, como parte fundamental de la implantación del SIGA.

En sus centros y la identificación de los aspectos ambientales de los mismos, se procede a la elección del equipo de profesionales responsables de la implantación del Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA) en su centro de trabajo.

Cada centro de atención primaria del distrito sanitario Málaga, a través de sus cargos directivos designan a una persona que consideran la más apropiada para trabajar en el proyecto de gestión ambiental. A esta persona se le asigna el nombre de *implantador del centro* y se le asignan las siguientes funciones (Manual de Gestión Ambiental del Distrito Sanitario Málaga, 2007):

- Controlan que la Gestión Ambiental se lleva a cabo y esté mantenida al día en el Centro de Salud del que es responsable.
- Se aseguran del cumplimiento de los requisitos legales en el Centro

- Son las responsables que la implantación de las acciones correctoras y preventivas establecidas, sean eficaces y resuelvan las no conformidades relativas a la Gestión Ambiental de su centro en concreto.

Estos implantadores se encuentran coordinados por el técnico de salud medioambiental del distrito y dirigidos por el Comité de implantación del Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA-SAS) del distrito estudiado.

Estos implantadores reciben una formación, descrita en el Perfil de Formación Ambiental y que se detalla a continuación:

- 1.- Conocimiento Norma UNE-EN-ISO 14001
- 2.- Conocimiento en el Sistema de Gestión Ambiental de D.S.Málaga
- 3.- Requisitos legales aplicables.
- 4.- Programa anual (objetivos y metas)
- 5.- Conocimientos en profundidad de la base documental (Manual, PGA,PO)
- 6.- Conocimientos en profundidad sobre los Registros y Formatos del SGA
- 7.- Conocimientos sobre Legionella y su aplicación en las instalaciones de su centro.
- 8.- Conocimientos de infraestructuras, control de los aspectos ambientales, gestión administrativa de documentos. Vigilancia y control, asignación de responsabilidades
- 9.- Conocimientos en profundidad sobre el Plan de Gestión de Residuos del SAS.

El implantador es el responsable de la formación de cada uno de los miembros de su centro de atención primaria en cuestión ambiental, desarrollando así, una metodología de formación en cascada. La *profesión* de los implantadores del distrito sanitario Málaga, es totalmente de enfermería, tanto diplomados como personal técnico de cuidados de enfermería, profesionales a la vez que cualificados, son los máximos productores de los residuos peligrosos de origen sanitario.

Anualmente el implantador recibe un curso de formación en el Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA-SAS), donde la gestión de los residuos es el aspecto ambiental más importante para ellos de controlar.

Este curso tiene una duración de 50 horas lectivas e incluyen además de los contenidos teóricos (22 horas) expuestos anteriormente, una parte práctica (28 horas) consistente en, a realizar por el implantador dentro de su centro de trabajo las siguientes actividades:

- Charla del SIGA en el centro de Atención Primaria del cual es implantador, dando una importancia especial al Plan de Gestión de Residuos.
- Simulacros de recogida de derrames de citotáticos.
- Inventario anual de contenedores.
- Lista de chequeo de su centro de trabajo.

- Trabajo de libre configuración.

Toda esta actividad está debidamente documentada y forma parte del SIGA de ese centro. Además esta actividad se acredita por la Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía.

A parte el implantador recibe un taller básico de comunicación para capacitarle a la hora de abordar las distintas charlas de formación en su centro de trabajo.

De la recogida mensual de residuos peligrosos originados en centros sanitarios, en nuestro caso, en centros de atención primaria, cada implantador manda a la Unidad de Gestión Ambiental del distrito, el Documento de Control y Seguimiento de Residuos en el cual se refleja la cantidad, tipo de residuo y código de identificación de los mismos, elaborándose distintos indicadores tanto absolutos como relativos, lo que nos permite el estudio de la evolución en la tendencia de los distintos residuos gestionados en cada uno de los centros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aspecto ambiental en el cual el implantador actúa más prioritariamente en su centro de trabajo, no es otro que el control de la gestión de residuos peligrosos de originados como producto de la actividad asistencial del mismo. Con los datos suministrados por cada uno de ellos y con una periodicidad mensual, nos permite elaborar distintos indicadores ambientales, tanto del distrito como de cada uno de los centros de atención primaria que forman el mismo. Con éstos, se han obtenido los siguientes resultados:

1. Residuos Peligrosos Sanitarios o Grupo III A

Se incluye en este apartado tanto los residuos infecciosos, el material punzante, cultivos y reservas de agentes infecciosos, residuos infecciosos de animales de experimentación, vacunas vivas atenuadas, sangre y hemoderivados superiores a 100 ml y residuos anatómicos no incluidos en el Decreto 95/2001, de 3 de abril, Reglamento de Policía Sanitaria mortuoria (SAS, 2007).

Así en Gráfico 1 se representa la evolución en la gestión de residuos Peligrosos de origen sanitario (RBSE's) en valores absolutos del distrito sanitario Málaga.

La certificación de este distrito en gestión ambiental tuvo lugar en diciembre de 2007 y como se observa en ambas gráficas la tendencia es hacia el incremento de este tipo de residuos. La gráfica 2, representa la evolución de los indicadores relativos de la gestión de estos residuos. Para relativizar este dato lo hemos dividido por la Unidad de Actividad del distrito sanitario Málaga. Esta Unidad de actividad no es más que la sumatoria de todas las actividades que quedan debidamente registradas en los centros de atención primaria del distrito estudiado.

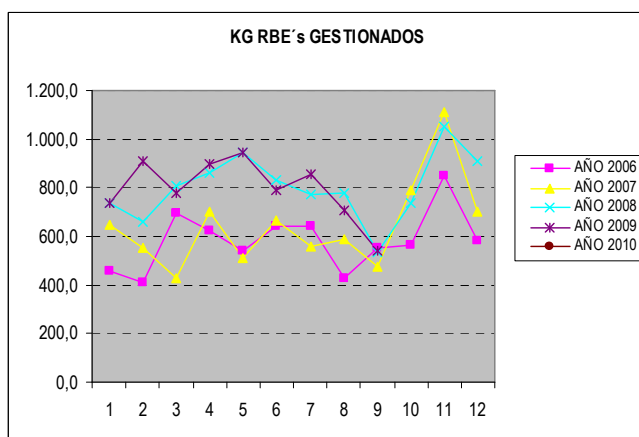


Gráfico 1. Evolución en la gestión de residuos peligrosos de origen sanitario (RBSE's), en valores absolutos, del distrito sanitario Málaga.

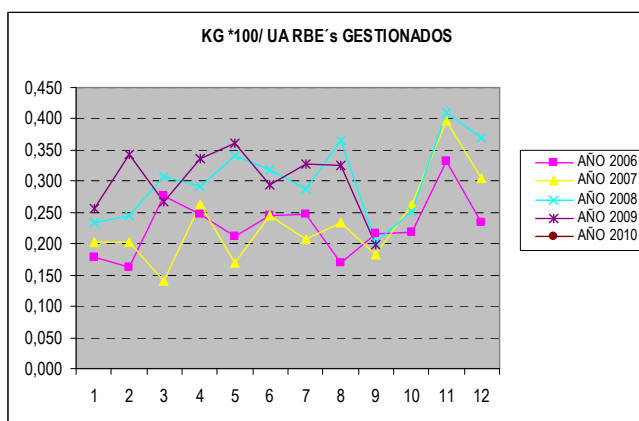


Gráfico 2. Evolución en la gestión de RBSE's en valores relativos del distrito sanitario Málaga.

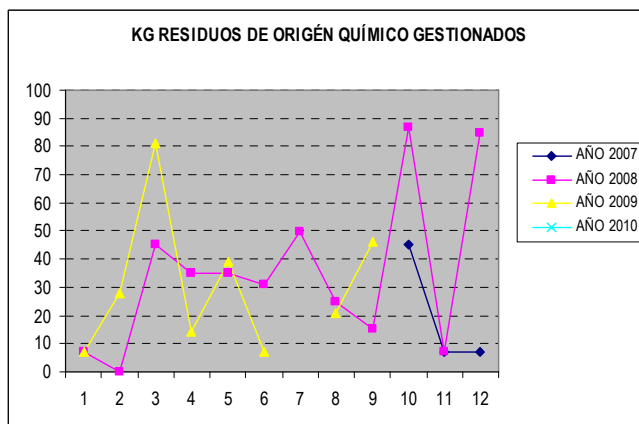


Gráfico 3. Evolución de la gestión de residuos de origen químico (Kg) del distrito sanitario Málaga.

La tendencia creciente en la producción de este tipo de residuo es común a otros distritos de atención primaria de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Acuña y Puerta, 2009; Distrito Sanitario de Granada, 2007), a hospitales del Sistema sanitario público de Andalucía, como el Hospital Virgen de las Nieves y San Juan de Dios, en Granada (Blanco et al., 2004).

Por otra parte al comparar nuestros resultados con hospitales privados de Madrid y la Rioja, salvando que los valores absolutos y relativos no se pueden comparar pues emplean poblaciones distintas, lo que sí se valora es la tendencia en cuanto a la gestión de estos residuos, la mayoría consultados (Hospital Sanitas de la Zarzuela, 2001; Emparan, 2005; Instituto salud Laboral Asepeyo Cartuja, 2006; Hospital Clínico San Carlos, 2003) declaran controlar o disminuir la producción de RBSE's, así como la minimización de los mismos (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, 2005), tras la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental.

2. Residuos de origen químicos o Grupo IIIB:

2.1. Residuos procedentes de envases etiquetados como envases contaminados con sustancias peligrosas y líquidos de limpieza (procedentes de la desinfección de material).

En la gestión de este tipo de residuos, no están incluidos los residuos químicos generados por la contratas de limpieza, que ellas los gestionan por separado.

Aunque la gestión de este tipo de residuos comienza cuando se implanta el Sistema Integral de Gestión Ambiental, observamos que su tendencia es hacia el incremento. Durante el año 2008, se gestiona este residuo de una manera constante durante todo el año.

Una actitud medioambiental correcta es la segregación de este tipo de residuo, que con anterioridad se depositaban como Residuos del Grupo I o residuos generales asimilables a urbanos. Posteriormente, se ha de pasar a otra fase en donde se actuará sobre el propio residuo, haciendo los cambios apropiados para el uso de productos químicos cada vez menos dañinos con el medio ambiente.

Esta tendencia creciente en la gestión de estos residuos es común a muchos centros asistenciales (Distrito Sanitario de Granada, 2007; Hospital Montepíncipe, 2006).

2.2. Líquidos de revelado y fijadores o de radiodiagnóstico

Son residuos de líquidos procedentes del revelado tradicional de radiografías.

Se observa un incremento tanto en los valores absolutos como relativos, de los resultados del Distrito Sanitario Málaga, cuyo valor absoluto en 2007 fue de 4808 litros recogidos durante 10 meses y un valor relativo de 0,0014. Extrapolando los valores al total de 12 meses y calculando el valor relativo con respecto a la UAE, se obtiene un valor de 0,0017.

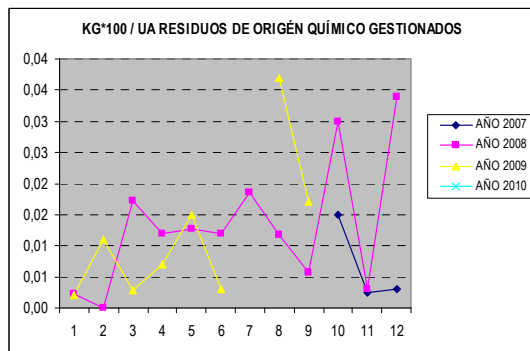


Gráfico 4. Evolución de la gestión de residuos químicos (Kg*100/UA) del distrito sanitario Málaga.

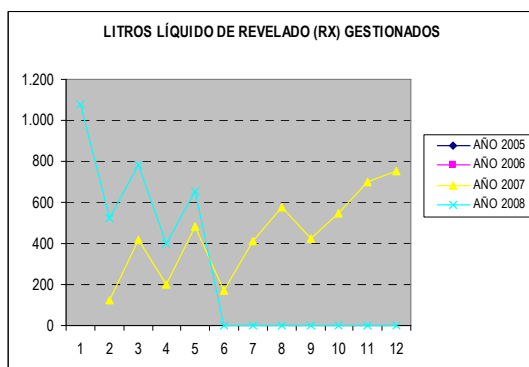


Gráfico 5. Evolución en la gestión (valores absolutos) de líquidos de radiodiagnóstico del distrito sanitario Málaga.

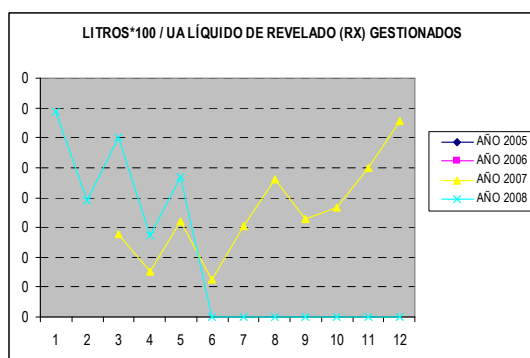


Gráfico 6. Evolución en la gestión (valores absolutos/UA) de líquidos de radiodiagnóstico del distrito sanitario Málaga.

Estamos de acuerdo (Arcos, 1994; Gómez, 2008) en la alta toxicidad ambiental de estos residuos, por esto el Distrito Sanitario Málaga comienza su recogida mediante garrafas para realizar su eliminación mediante gestor autorizado a partir de Febrero de 2007, produciéndose un incremento en la gestión de este residuo tanto a nivel de los valores absolutos, como relativos.

Estos datos no se corroboran en otros centros asistenciales, después de la implantación de un sistema de gestión ambiental, han controlado o disminuido este residuo (Hospital Sanitas de la Zarzuela, 2001), otros centros asistenciales declaran muy ligera disminución de estos residuos tras la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (Hospital Sanitas de la Zarzuela, 2001). Lo que sí queda claro, es que la tendencia es a anular estos residuos por tecnología más respetuosa con el medio ambiente (Junta de Andalucía, 2009).

2.3. Gestión de residuos etiquetados como restos de mercurio

Se ha dado importancia a este residuo por su alto grado de toxicidad ambiental (Cabeza Ferrer, 2004; Macorra García, López Calvo y García Barbero, 1982; Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2002) que siendo de origen químico, se encuentra clasificado en el grupo IIIb del Plan de gestión de Residuos del SAS y etiquetados como "Restos de mercurio" procedentes fundamentalmente del resto de termómetros clínicos y esfigmomanómetros de pared.

Como se observa, la gestión de este residuo se produce a la raíz de la implantación del SIGA en el distrito estudiado.

En España también los centros asistenciales se adhieren a la Campaña mercurio cero divulgada por la Oficina Europea de Medio Ambiente, entre ellos, Hospital Virgen de las Nieves y San Juan de Dios en Granada (Blanco García et al, 2004), Servicio de Salud de Guipuzkoa, Hospital San Eloy, Hospital Psiquiátrico de Zamudio, Hospital de Basurto, Hospital Bidasoa, entre muchos.

Con respecto a la gestión de residuos procedentes de restos de mercurio, el Distrito Sanitario Granada no declara gestión alguna de mercurio, como consecuencia de la ya eliminación total de todo el mercurio de los esfigmomanómetros y termómetros.

Hospitales de Estados Unidos en esta línea son: Hospital Miles Memorial con un Programa de Disminución del uso de termómetros de mercurio; Hospital Memorial Strong con un Programa de Prevención de la Contaminación por mercurio, que fomenta el cambio del material clínico, reactivos de laboratorio y lámparas fluorescentes por otros materiales sin mercurio (Cambridge Memorial Hospital, 2000); Hospitales de Bronson Methodist (Michigan) y de Butterworth (Michigan) que establece una política de compras de productos libres de mercurio; Hospital de Riverside Osteopathic en

Michigan (Omars, sd), que ha realizado búsqueda de productos libres de mercurio.

En los gráficos 8 y 9 se observa que aunque la gestión de los residuos citostáticos y citotóxicos, se venía produciendo antes de la implantación de SIGA, lo que es un hecho, es que posterior a su implantación se gestiona de una manera continua y en aumento.

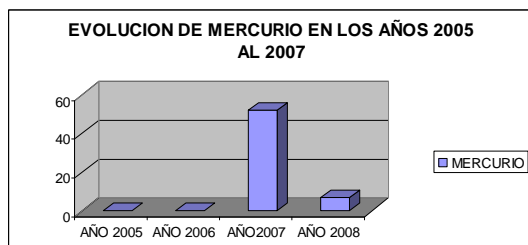


Gráfico 7. Evolución de la gestión (valores absolutos) de mercurio en el distrito sanitario Málaga.

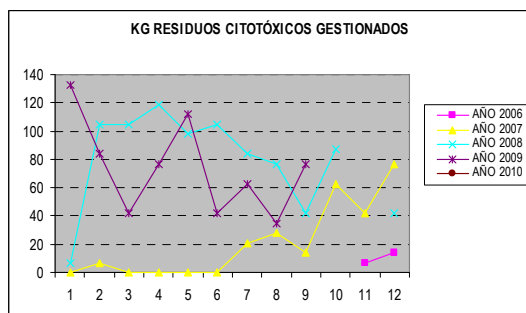


Gráfico 8. Evolución de la gestión de residuos procedentes de medicamentos citostáticos y citotóxicos del distrito sanitario Málaga.

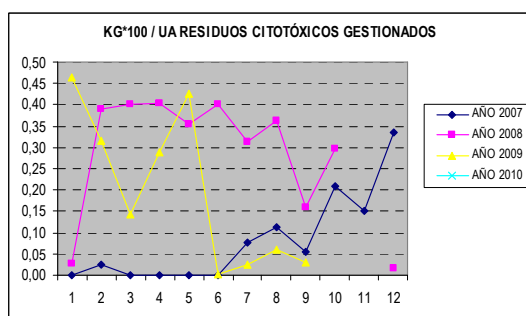


Gráfico 9. Evolución de la gestión (Kg*100/UA) de residuos procedentes de medicamentos citostáticos y citotóxicos del distrito sanitario Málaga.

Cuando nos referimos a los residuos procedentes de medicamentos citotóxicos y citostáticos, su gestión comienza a finales de Noviembre y Diciembre de 2006, pero no es hasta el 2007, donde se extiende a todos los Centros de Atención Primaria del distrito estudiado. Hoy en día, no todos los centros son productores de estos residuos, ya que hay alguno que por cuestiones de azar no los administran.

El motivo de este incremento en la atención primaria, puede estar motivado por la administración de este tratamiento por enfermería en los domicilios de los pacientes y fruto de latas hospitalarias precoces o estancia en los domicilios de los pacientes con tratamientos oncológicos (García, 2009).

También se ha de resaltar, un nuevo tratamiento para la artritis, que se administra en atención primaria y cuyo principio activo corresponde a este grupo de fármacos.

Tras la implantación del Sistema Integral de Gestión Ambiental en el distrito sanitario Málaga, se produce un aumento en la gestión de este tipo de residuo tanto en atención primaria como en hospitales de la red pública, como son el hospital Virgen de las Nieves y San Juan de Dios, ambos en Granada (Distrito sanitario de Granada, 2006.; Blanco et al, 2004).

Mientras que en los centros asistenciales públicos, la tónica es que estos residuos aumentan con los años, en la asistencia privada, suelen evolucionar hacia el estancamiento o reducción en valores absolutos y relativos, quizás fruto de una disminución en su administración en los mismos (Emparan, 2005; Hospital Da costa, 2005; Grupo Sanitas, 2008).

3. Residuos de medicamentos citostáticos o Grupo III B

Este tipo de residuo abarca a todos los medicamentos anticancerosos no apto para su uso terapéutico y todo aquel material sanitario de un solo uso que haya estado en contacto con el fármaco ya sea en su preparación, en la protección del manipulador o en la administración a los pacientes (SAS, 2007)

4.- Residuos peligrosos de origen no sanitario o Grupo V

Este tipo de residuo no se gestiona debido a que son responsabilidad de la empresa contratada para el mantenimiento.

CONCLUSIONES

El equipo de implantadores del SGA, además de ser el eje en la implantación del Sistema Integral de Gestión Ambiental, es el pilar básico para la construcción los indicadores ambientales referentes a la gestión de residuos peligrosos originados en los centros de atención primaria del distrito sanitario Málaga.

De este estudio, en cuanto a los residuos peligrosos originados en los centros de atención

primaria del distrito sanitario Málaga, se concluye que tras la implantación del SIGA se han obtenido:

1. Incrementos en la gestión de residuos del Grupo III A o residuos peligrosos sanitarios, tanto en valores absolutos como relativos.
2. Incrementos en la gestión de los residuos del Grupo III B o residuos químicos y citostáticos, de los cuales los primeros comienzan su gestión y los segundos la incrementan, tanto en valores absolutos como en relativos.

BIBLIOGRAFIA

- Arcos Gonzales PI, & Bances Alvarez D. (1994). *La gestión de los residuos sanitarios* (1º ed., pág. 120). Oviedo: Servicio Central de Publicaciones del Principado de Asturias, 1994.
- Aulafácil 2000. (s.d.). Trabajo en Equipo. *Aulafácil-Trabajo en equipo*. Recuperado Octubre 7, 2009, a partir de www.aulafacil.com/Trabequipo/CursoTrabequipo.htm
- Blanco García M, Calero Gomez ML, Cañavate González C, Matinez Serrano A, Patón Viñau A, & Vilches de la Paz I. (2004). Mejora ambiental: el factor económico (págs. 1-23). Granada.
- Cabeza Ferrer L. (2004). *Las amalgamas de mercurio son peligrosas* (3º ed.). Madrid: Mirasierra 5.
- Cambridge Memorial Hospital. (2000). Cambridge Memorial Hospital. *Modelos de gestión*. De http://www.observatorioambiental.net/presentacion/omars_multimedia_accesible.php.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid. (2005). Guía para la implantación de sistemas de gestión ambiental en centros sanitarios. Dirección General de Promoción y disciplina Ambiental.
- Empan Carlos. (2005). Los indicadores ambientales según el reglamento EMAS en la Fundación Hospital de Calahorra. *Los indicadores ambientales según el reglamento EMAS en la ...* Recuperado Octubre 10, 2009, a partir de www.fhcalahorra.com/descarga/EMAS.pdf.
- Espinosa, V. (1997). Trabajo en equipo. *Trabajos de alumnos*. Recuperado Octubre 7, 2009, a partir de monografias.com.
- Gómez J J. (2008). El 85% de las radiografías ya son digitales en los hospitales gallegos. *El 85% de las radiografías ya son digitales en los hospitales gallegos*. Recuperado Octubre 8, 2009, a partir de www.lavozdeg Galicia.es/.../2008/.../0003_6621039.htm.
- Grupo Sanitas. (2008). Compromiso con el medio ambiente. Recuperado a partir de http://www.gruposanitas.com/grupo/sanitas/responsabilidad_social_corporativa/nuestros_compromisos_de_un_vistazo/compromiso_con_el_medio_ambiente.
- Hospital Clínico Da Costa. (2003). El hospital Clínico San Carlos, único hospital con el máximo certificado de calidad medioambiental. Recuperado a partir de <http://www.belt.es/noticias/2003/junio/9/sancarlos.h>.
- Hospital de Madrid Montepíncipe. (2006). Calidad y Medio Ambiente. *Grupo Hospital de Madrid: Calidad y Medio Ambiente-El grupo HM*. Recuperado Octubre 9, 2009, a partir de www.hospitaldemadrid.com/.../ElGrupoCalidad.aspx?...Calidad%20y%20Medio%20Ambiente.
- Hospital Sanitas de la Zarzuela. (2001). La Gestión Medioambiental. *Sanitas-Hospital sanitas La Zarzuela Gestión medioambiental*. Recuperado de www.sanitas.es/sanitas/.../hospital_zarzuela/gestion_medioambiental.
- Junta de Andalucía. (2009). Sistema Integral de Gestión Ambiental del Servicio Andaluz de Salud. Recuperado Marzo 21, 2009, a partir de <http://www.ecoticias.com/20090109-sistema-integral-de-gestion-ambiental-del-servicio-andaluz-de-salud.html>.
- Macorra García JC, López Calvo JA, & García Barbero J. (1982). El mercurio: su toxicidad en la clínica estomatológica. Estado del problema. Su prevención. Recuperado Marzo 21, 2009, de http://eprints.ucm.es/5036/1/El_mercurio_Su_toxicidad_en_la_clinica_estomatologica_Estad.pdf.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2002). Evaluación Mundial sobre el Medio Ambiente.
- Servicio Andaluz de Salud. (2008). *Plan de Gestión de Residuos del Servicio Andaluz de Salud* (1ª ed.). Sevilla.

Empleo del medio agar Chromocult en la evaluación de la calidad microbiológica en ecosistemas acuáticos tropicales

J. LARREA, M. ROJAS, B. ROMEU, D. LUGO, N. ROJAS y M. HEYDRICH

Departamento de Microbiología y Virología. Facultad de Biología. Universidad de La Habana. Calle 25 n° 455 entre J e I Vedado. Ciudad de La Habana. Cuba. Telf. 8329241. Fax 83221321. Correo-e: Mayra@fbio.uh.cu

RESUMEN

El empleo del medio de cultivo Agar Chromocult para la cuantificación de *Escherichia coli*, bacteria indicadora de contaminación fecal, se ha utilizado en ecosistemas acuáticos de clima templado. En el presente trabajo se empleó este medio para el análisis de muestras de agua dulce procedentes de los ecosistemas fluviales de Las Terrazas y el río Almendares, ambos ubicados en el occidente de Cuba, permitiendo determinar su especificidad en clima tropical para la enumeración de *E. coli*. Se aislaron e identificaron 135 cepas de *E. coli* presuntivas a partir del medio Agar Chromocult con el sistema API 32E y se obtuvo un porcentaje de especificidad entre el 84-85% en los ecosistemas de Las Terrazas y el río Almendares, lo que demuestra la factibilidad del empleo de este medio de cultivo en ecosistemas dulceacuícolas tropicales.

INTRODUCCIÓN

La calidad biológica de las aguas es un modo de determinar la riqueza biológica y las características de las comunidades de seres vivos asociados al ecosistema de un curso fluvial, o de un tramo concreto del mismo (Herrera, 1998; Torres, 2004; Larrea, 2006).

Uno de los problemas sanitarios más críticos en los países de América Latina y el Caribe es la descarga incontrolada de aguas residuales domésticas sin tratamiento, las cuales contaminan los recursos hídricos superficiales, subterráneos y las zonas costeras. La inadecuada disposición de excretas y la ausencia o el deficiente sistema de alcantarillado y tratamiento, están asociados a la contaminación del agua causando numerosas enfermedades, tales como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la fiebre tifoidea y paratifoidea, entre otras (González *et al.*, 2003; Torres, 2004; Larrea, 2006).

Con el objetivo de determinar el grado de contaminación fecal en estos ecosistemas, se utilizan bacterias indicadoras de contaminación fecal. Entre las más utilizadas se encuentran los coliformes totales y fecales; aunque recientemente la abundancia de *Escherichia coli* se ha asociado más al riesgo

sanitario en comparación con otros coliformes (Fewtrell y Bartram, 2001; Prats *et al.*, 2008).

Los métodos tradicionales para la detección de bacterias coliformes incluyen la técnica de fermentación de tubos múltiples (FTM) y la técnica de filtración en membrana (FM), que requieren del uso de medios de cultivos selectivos como el Agar Lactosa Tergitol con TTC y m-Endo-Type (APHA, 1998).

Actualmente en la técnica de FM se utilizan nuevos medios selectivos que incluyen sustratos cromogénicos y fluorogénicos que son hidrolizados por la enzima β -D-glucuronidasa, la cual está presente en el 95% de las cepas de *E. coli* (Manafi, 2000), permitiendo una mayor rapidez y confiabilidad en la cuantificación de esta bacteria. El empleo de medios de cultivo cromogénicos y fluorogénicos, que basan su acción en la detección de la actividad β -D-glucuronidasa, se encuentra ampliamente extendido en los laboratorios europeos y de Norte América en los cuales se evalúa la calidad microbiológica del agua siguiendo las normas establecidas por instituciones oficiales, como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

El control de la calidad microbiológica del agua en países tropicales en vías de desarrollo es de suma importancia debido a la gran contaminación microbiana que presentan los ecosistemas acuáticos tropi-

cales. De ahí que exista un gran interés en el uso de métodos basados en la detección de la actividad glucuronidasa en áreas tropicales.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el objetivo de este trabajo es evaluar la especificidad del medio de cultivo Agar Chromocult para la enumeración de *Escherichia coli* presentes en las aguas de los ecosistemas del Complejo turístico "Las Terrazas" y el río Almendares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ecosistemas fluviales muestreados

Los muestreos se efectuaron en los meses de Marzo (época poco lluviosa), Mayo y Junio (época lluviosa) del 2007, en los ecosistemas fluviales de Las Terrazas y el río Almendares, ambos situados en el occidente de Cuba.

Tabla 1. Estaciones de muestreo del Complejo Turístico "Las Terrazas".

Estaciones de muestreo	Descripción	Latitud	Longitud
1	Río San Juan antes de la Presa	No Determinado	No Determinado
2	Presa San Juan	No Determinado	No Determinado
3	Presa Comunidad	22°50'46.01"	82°56'27.09"
4	Baños del río San Juan	22°49'24.02"	82°55'35.08"
5	Arroyo Nortey	22°50'54.09"	82°57'29.01"
6	Arroyo Forestal I	22°50'46.03"	82°59'03.07"
7	Arroyo Masson	22°50'48.08"	82°58'26.09"
8	Arroyo Forestal II	No Determinado	No Determinado
9	Baños del río Bayate	22°50'22.04"	82°59'24.04"
10	Río Bayate antes de los Baños	22°50'14.00"	82°59'26.05"

Tabla 2. Estaciones de muestreo Río Almendares.

Estaciones de muestreo	Descripción	Latitud	Longitud
A	Río Cristal	23°01'59.99''	82°24'03.77''
D	Elevados 100 y Boyeros	23°04'18.96''	82°24'04.78''
E	Puentes Grandes	23°05'59.46''	82°24'28.64''
G	Puente de Piedra	23°06'29.83''	82°24'25.04''
H	Puente calle 23	23°07'07.05''	82°24'32.57''
I	Puente de Hierro	23°07'36.55''	82°24'40.22''

Toma de muestras

Complejo turístico Las Terrazas

Las muestras se colectaron a partir de 10 estaciones de muestreo, las cuales se relacionan en la Tabla 1. Las colectas se realizaron en horas de la mañana y se trasladaron al laboratorio en frascos plásticos estériles de 2L que se colocaron en una nevera refrigerada y se procesaron en un período de tiempo menor a las 12 horas.

Río Almendares

En la Tabla 2 se relacionan las 6 estaciones de muestreo evaluadas en este estudio, así como su localización. Las colectas se realizaron en horas de la mañana y se trasladaron al laboratorio en frascos plásticos estériles de 2 L que se colocaron en una nevera refrigerada. Las muestras se procesaron en un período de tiempo menor a las 4 horas.

Aislamiento e identificación de los aislados

Las muestras de agua se filtraron a través de membranas estériles de nitrato de celulosa (Sartorius) con un tamaño del poro de 0.45 µm y 47mm de diámetro, o también se sembraron por diseminación sobre placas con Agar Chromocult dependiendo de la abundancia de *E. coli*. Después de 24h de incubación a 37°C, las colonias de color azul oscuro o violeta se seleccionaron al azar y se purificaron por la técnica de siembra por agotamiento sobre nuevas placas con Agar Chromocult. Las colonias aisladas se identificaron mediante el empleo del sistema API 32E (Biomérieux, Lyon, France).

Análisis estadístico

Para determinar si existen diferencias entre la frecuencia de colonias bacterianas con características típicas de *E. coli* en el medio Agar Chromocult y la identificación de esta especie por API 32E se realizó la prueba de comparación múltiple de proporciones utilizando el paquete estadístico Tonystat (Sigarroa, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especificidad del medio Agar Chromocult para la enumeración de *E. coli*

La especificidad de los métodos de enumeración basados en la detección de la actividad glucuronidasa se evaluó mediante el empleo del medio Agar Chromocult en las muestras de agua del río Almendares y en los ecosistemas acuáticos de Las Terrazas. En este medio se describe que las colonias típicas de *E. coli* desarrollan un color azul oscuro o violeta (Merk), es por esto que para evaluar la especificidad del medio de cultivo, no sólo se tuvo en cuenta el aislamiento e identificación de las colonias típicas, sino que también se determinó la especificidad de colonias de cada color recomendado por el fabricante para la identificación de *E. coli*.

De un total de 135 aislados característicos de *E. coli* en el medio Agar Chromocult 73 eran de Las Terrazas y 62 procedían del río Almendares. Todas se identificaron mediante el Sistema API 32E, el cual está estandarizado para la identificación de los miembros de la familia Enterobacteriaceae y otros bacilos Gram negativos (bioMérieux, Lyon, France). En la Tabla 3 se muestran los resultados de la identificación por API 32E de los 73 aislados procedentes de Las Terrazas, hubo 61 cepas que se

corresponden con las características de *E. coli*. Además, se encontraron 12 aislados de otras enterobacterias, considerados falsos positivos. Ellas se identificaron como *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Citrobacter koseri*, *Pantoea* spp., *Citrobacter* spp. y *Vibrio metschnikovii*. Esto representa un porcentaje de especificidad de 84% para la identificación de *E. coli* en este medio de cultivo (Figura 3A).

Del río Almendares se obtuvieron 62 aislados (Tabla 4), de los cuales 53 cepas se identificaron como *E. coli* y se encontraron 9 aislados que se identificaron como otras enterobacterias, considerados falsos positivos, que pertenecen a las especies *Enterobacter* spp., *Pantoea* spp., *Citrobacter freundii* y *Serratia odorifera*, lo que representa un porcentaje de especificidad para la identificación de *E. coli* del 85% (Figura 3B).

Los porcentajes de especificidad encontrados en el presente trabajo para la identificación de *E. coli* obtenidos a partir del aislamiento en el medio Agar Chromocult son superiores a los publicados por Jensen *et al.* (2001) a partir de la evaluación del medio cromogénico agar m-ColiBlue en aguas tropicales de Pakistán, en el cual se obtuvo una especificidad del 65%. También son superiores a los hallados por Maheux *et al.* (2008), quienes evaluaron el medio de cultivo Agar Chromocult en clima templado, obteniendo una especificidad del 79.9%. En el presente estudio se obtuvo una pequeña fracción de aislados con características culturales de *E. coli* que resultaron falsos positivos en los ecosistemas muestreados (15 y 16% para Almendares y Las Terrazas respectivamente), lo que no se corresponde con lo informado por Jensen *et al.* (2001), Pisciotta *et al.* (2002) y Chao (2006), quienes obtuvieron un porcentaje superior de falsos positivos (35, 27.3 y 36.4% respectivamente) en ambientes tropicales, empleando el medio de cultivo cromogénico Colilert-18-Quanti-Tray. Si se comparan los porcentajes de especificidad obtenidos para los medios Colilert-18-Quanti-Tray (Jensen *et al.*, 2001; Pisciotta *et al.*, 2002; Chao, 2006) y Agar Chromocult (del presente trabajo) se puede concluir que este último resulta más confiable que otros medios de cultivo para la enumeración de *E. coli* en aguas de ambientes tropicales, lo que se había demostrado previamente para ambientes templados (Maheux *et al.*, 2008).

En las Tablas 5 y 6 se muestra la identificación de las colonias con características típicas de *E. coli* en los ecosistemas de Las Terrazas y el río Almendares mediante el sistema API 32E respectivamente y en las Figuras 4 y 5 se representan la especificidad de identificación para cada uno de los colores en Las Terrazas y en el río Almendares respectivamente.

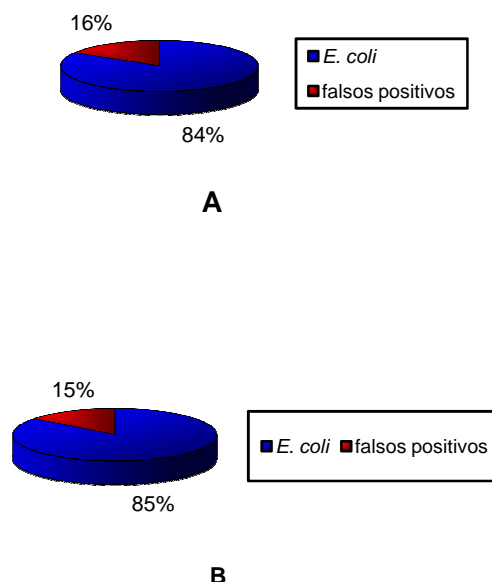


Figura 3. Especificidad del medio Agar Chromocult en las cepas de *E. coli* aisladas de las aguas de los ecosistemas Las Terrazas (A) y en el Río Almendares (B).

Tabla 3. Identificación de los aislados de Las Terrazas mediante el sistema API 32E.

Pruebas	Identificación (número de aislados por género o especie)						
	<i>E. coli</i> (61)	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2)	<i>Enterobacter spp.</i> (3)	<i>Citrobacter koseri</i> (2)	<i>Pantoea spp.</i> (3)	<i>Citrobacter spp.</i> (1)	<i>Vibrio metschnikovi</i> (1)
ODC	-	-	+	+	-	-	-
ADH	-	-	-	+	-	-	-
LDC	+	+	+	-	-	-	-
URE	-	+	-	-	-	-	-
LARL	-	-	-	-	-	-	-
GAT	+	+	+	+	-	+	-
5KG	-	-	-	+	-	+	-
LIP	-	-	-	-	-	-	-
RP	+	-	-	+	-	+	-
βGLU	-	+	+	-	+	-	+
MAN	+	+	+	+	+	+	-
MAL	+	+	+	+	+	+	+
ADO	-	+	+	+	-	-	-
PLE	-	+	+	+	-	-	-
βGUR	+	-	-	-	-	-	-
MNT	-	+	+	+	-	-	-
IND	+	-	-	+	+	-	-
βNAG	-	-	-	-	-	-	-
βGAL	+	+	+	+	+	+	-
GLU	+	+	+	+	+	+	+
SAC	-	+	+	-	+	-	+
LARA	+	+	+	+	+	+	-
DARL	-	+	+	+	+	-	-
αGLU	-	-	-	-	-	-	-
αGAL	+	+	+	-	+	+	+
TRE	+	+	+	+	+	+	+
RHA	+	+	+	+	+	+	-
INO	-	+	+	+	+	-	-
CEL	-	+	+	+	+	-	-
SOR	-	+	+	-	-	+	-
αMAL	-	-	-	-	-	-	-
AspA	-	-	+	-	-	+	-

L-ornitina (ODC), L-arginina (ADH), Urea (URE), L-arabitol (LARL), Ácido galacturónico (GAT), 5-cetogluconato potásico (5KG), 5-bromo-3-indoxil-nonanoato (LIP), Piruvato sódico (RP), 4-nitrofenil-β-D-glucopiranosida (βGLU), D-manitol (MAN), D-maltosa (MAL), Adonitol (ADO), Palatinosa (PLE), 4-nitrofenil-β-D-glucuronida (βGUR), Malonato sódico (MNT), L-triptófano (IND), 5-bromo-4-cloro-3-indolil-N-acetil-β-D-glucosaminida (βNAG), 4-nitrofenil-β-D-galactopiranosida (βGAL), D-glucosa (GLU), D-sacarosa (SAC), L-arabinosa (LARA), D-arabitol (DARL), 4-nitrofenil-α-D-glucopiranosida (αGLU), 4-nitrofenil-α-D-galactopiranosida (αGAL), D-trehalosa (TRE), L-rhamnosa (RHA), Inositol (INO), D-celobiosa (CEL), D-sorbitol (SOR), 4-nitrofenil-α-D-maltopiranosida (αMAL), Ácido L-aspártico-4-nitroanilida, (+) positivo, (-) negativo.

El uso del sistema API para la identificación de enterobacterias es muy ventajoso ya que se reduce al mínimo el tiempo empleado, en 24 horas de incubación se logra identificar hasta nivel de especie en la mayoría de los casos, se ahorra gran cantidad de material y la corrida del programa APIweb está automatizada (Prats *et al.*, 2008).

En Las Terrazas se aislaron 58 colonias violeta, de las cuales 47 pertenecían a la especie *E. coli* y 11

eran falsos positivos para un 81% de especificidad y 15 colonias azul oscuro, de las cuales 14 correspondieron a *E. coli* y 1 fue un falso positivo para un 93% de especificidad. En el río Almendares se aislaron 50 colonias violeta, siendo identificadas 42 como *E. coli* y se obtuvieron 8 falsos positivos para un 84% de especificidad y 12 colonias azul oscuro, de las cuales 11 correspondieron a *E. coli* y 1 fue un falso positivo para una especificidad del 92%.

Tabla 4. Identificación de los aislados del río Almandares mediante el sistema API 32E.

Pruebas	Identificación (número de aislados por género o especie)				
	<i>E. coli</i> (53)	<i>Enterobacter spp.</i> (4)	<i>Pantoea spp.</i> (3)	<i>Citrobacter freundii</i> (1)	<i>Serratia odorifera</i> (1)
ODC	-	+	-	-	-
ADH	-	-	-	-	-
LDC	+	+	-	-	+
URE	-	-	-	-	-
LARL	-	-	-	-	-
GAT	+	+	-	+	-
5KG	-	-	-	+	-
LIP	-	-	-	-	-
RP	+	-	-	+	-
βGLU	-	+	+	-	+
MAN	+	+	+	+	+
MAL	+	+	+	+	+
ADO	-	+	-	-	+
PLE	-	+	-	-	-
βGUR	+	-	-	-	-
MNT	-	+	-	-	-
IND	+	-	+	-	+
βNAG	-	-	-	-	-
βGAL	+	+	+	+	+
GLU	+	+	+	+	+
SAC	-	+	+	-	-
LARA	+	+	+	+	+
DARL	-	+	+	-	-
αGLU	-	-	-	-	-
αGAL	+	+	+	+	+
TRE	+	+	+	+	+
RHA	+	+	+	+	+
INO	-	+	+	-	+
CEL	-	+	+	-	+
SOR	-	+	-	+	+
αMAL	-	-	-	-	-
AspA	-	+	-	+	+

L-ornitina (ODC), L-arginina (ADH), Urea (URE), L-arabitol (LARL), Ácido galacturónico (GAT), 5-cetogluconato potásico (5KG), 5-bromo-3-indoxil-nonanoato (LIP), Piruvato sódico (RP), 4-nitrofenil-β-D-glucopiranosida (βGLU), D-manitol (MAN), D-maltosa (MAL), Adonitol (ADO), Palatinosa (PLE), 4-nitrofenil-β-D-glucuronida (βGUR), Malonato sódico (MNT), L-triptófano (IND), 5-bromo-4-cloro-3-indolil-N-acetil-β-D-glucosaminida (βNAG), 4-nitrofenil-β-D-galactopiranosida (βGAL), D-glucosa (GLU), D-sacarosa (SAC), L-arabinosa (LARA), D-arabitol (DARL), 4-nitrofenil-α-D-glucopiranosida (αGLU), 4-nitrofenil-α-D-galactopiranosida (αGAL), D-trehalosa (TRE), L-rhamnosa (RHA), Inositol (INO), D-celobiosa (CEL), D-sorbitol (SOR), 4-nitrofenil-α-D-maltopiranosida (αMAL), Ácido L-aspartico-4-nitroanilida, (+) positivo, (-) negativo.

Tabla 5. Identificación de las colonias de color violeta y azul oscuro aisladas de aguas del ecosistema de Las Terrazas en Agar Chromocult.

Color de la colonia	Identificación por API 32E (número de aislados)
Violeta	<i>E. coli</i> (47)
Violeta	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2)
Violeta	<i>Enterobacter spp.</i> (2)
Violeta	<i>Citrobacter koseri</i> (2)
Violeta	<i>Pantoea spp.</i> (3)
Violeta	<i>Citrobacter spp.</i> (1)
Violeta	<i>Vibrio metschnikovii</i> (1)
Azul oscuro	<i>E. coli</i> (14)
Azul oscuro	<i>Enterobacter spp.</i> (1)

Tabla 6. Identificación de las colonias de color violeta y azul oscuro aisladas de aguas del río Almendares en Agar Chromocult.

Color de la colonia	Identificación por API 32E (número de aislados)
Violeta	<i>E. coli</i> (42)
Violeta	<i>Enterobacter spp.</i> (4)
Violeta	<i>Pantoea spp.</i> (2)
Violeta	<i>Citrobacter freundii</i> (1)
Violeta	<i>Serratia odorifera</i> (1)
Azul oscuro	<i>E. coli</i> (11)
Azul oscuro	<i>Enterobacter spp.</i> (1)

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Jensen *et al.* (2001), quienes utilizando el medio cromogénico m-ColiBlue24 en ambientes tropicales, obtuvieron que para el color que describe el fabricante para las colonias de *E. coli* (azul), existía una gama de tonalidades que iban desde azul oscuro hasta negro, lo cual no ocurre con el medio Agar Chromocult, en el cual se precisan los dos colores que desarrollan las colonias típicas de *E. coli*; además estos autores obtuvieron para cada uno de estos colores un alto por ciento de falsos positivos (46 y 44% para azul oscuro y negro respectivamente), contrario a lo obtenido en los ecosistemas acuáticos de Las Terrazas y el río Almendares, en los que se obtuvo un 19 y 7% y un 16 y 8% de falsos positivos para los colores violeta y azul oscuro en Las Terrazas y el río Almendares respectivamente.

En esta investigación se evidenció que a pesar de ser el color violeta la coloración que aparece con más frecuencia, el color azul oscuro manifiesta una mayor especificidad en la identificación de esta especie

bacteriana. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Jensen *et al.* (2001) quienes plantean que el color negro de las colonias de *E. coli*, aparece con menor frecuencia (9%) y presenta los menores valores de falsos positivos.

Los colores desarrollados por las colonias de *E. coli* en estos medios cromogénicos se deben a la presencia del gen *uidA* el cual codifica para la enzima β -D-glucuronidasa (Martins *et al.*, 1993; Jensen *et al.*, 2001). Esta enzima está presente en el 95% de las cepas de *E. coli* (Manafi, 2000). Sin embargo, también puede estar presente en *Citrobacter freundii* (McDaniels *et al.*, 1996), *Enterobacter cloacae* y *Enterobacter sakazakii* (Nazarowec y Farber, 1997) y en el 20-29% de las cepas de *Salmonella* (Martins *et al.*, 1993), siendo este el origen de los falsos positivos que se reportan al calcular la especificidad de los medios cromogénicos.

El por ciento de falsos positivos encontrados en este estudio es bastante bajo, por lo que se puede proponer el empleo del medio de cultivo Agar Chromocult como factible para la cuantificación de *E. coli* en los ecosistemas dulceacuícolas de países tropicales, ya que el mismo tiene como ventajas que es específico para la enumeración de *E. coli*, ofrece resultados con mayor rapidez y confiabilidad que los medios convencionales (Manafi, 2000) y constituye una alternativa para el trabajo en laboratorios de calidad de las aguas en países de climas tropicales, posibilitando un conocimiento más preciso del grado de contaminación de estos ecosistemas para la recomendación de medidas que contribuyan a mejorar la calidad de las aguas y la preservación del medio ambiente.

Distribución de las bacterias aisladas e identificadas como falso positivas a partir del medio de cultivo Agar Chromocult

En la Figura 6 puede apreciarse la distribución de las bacterias aisladas e identificadas como falso positivas a partir del medio Agar Chromocult en Las Terrazas y el río Almendares respectivamente.

En Las Terrazas se identificaron 12 bacterias como falso positivas, las cuales correspondieron a *Citrobacter spp.* (8%), *Citrobacter koseri* (17%), *Klebsiella pneumoniae* (17%), *Enterobacter spp.* (25%), *Pantoea spp.* (25%) y *Vibrio metschnikovi* (8%); mientras que en el río Almendares se identificaron 9 bacterias como falso positivas, las cuales correspondieron a *Citrobacter freundii* (11%), *Serratia odorifera* (11%), *Enterobacter spp.* (45%) y *Pantoea spp.* (33%). Estos resultados son similares a los obtenidos por Jensen *et al.* (2001) y Chao (2006) los cuales identificaron estas mismas especies con excepción de *Vibrio metschnikovi*. La coloración azul oscuro o violeta de las colonias en este medio se debe a la enzima β -D-glucuronidasa (presente en el 95% de las cepas de *E. coli*). Su presencia se detecta en este medio de cultivo, pero esta enzima puede estar

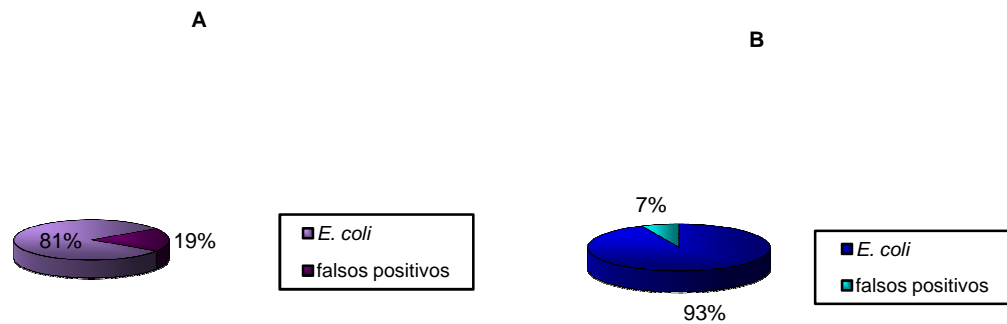


Figura 4. Especificidad de los colores violeta (A) y azul oscuro (B) en la identificación de *E. coli* en el medio Agar Chromocult (Las Terrazas).

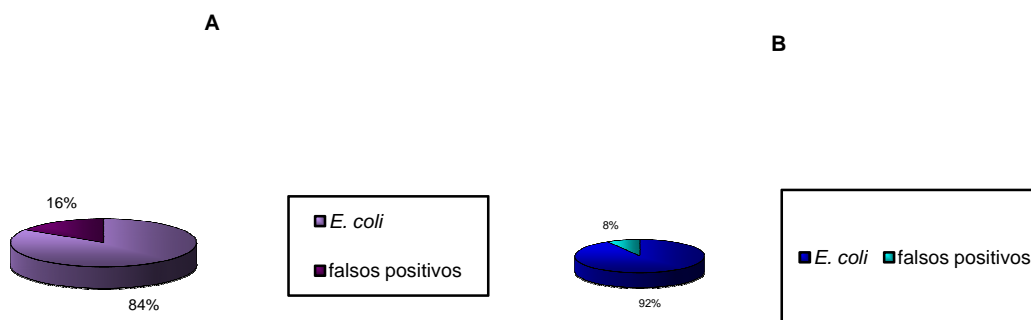


Figura 5. Especificidad de los colores violeta (A) y azul oscuro (B) en la identificación de *E. coli* en el medio Agar Chromocult (río Almendares).

presente también en *Citrobacter freundii* (McDaniels *et al.*, 1996), *Enterobacter cloacae* y *Enterobacter sakazakii* (Nzarowec y Farber, 1997), *Klebsiella* (Chao, 2006), *Pantoea* (Jensen *et al.*, 2001; Chao, 2006; Rodríguez *et al.*, 2008) y *Serratia odorifera* (Jensen *et al.*, 2001).

La especie *Vibrio metschnikovi* (aislada de Las Terrazas), puede encontrarse en diferentes hábitats acuáticos, incluyendo agua de mar, lagos, ríos y aguas residuales (Caldini *et al.*, 1997; Linde *et al.*, 2004). Las infecciones humanas por esta bacteria son muy raras.

Para conocer si existían diferencias entre la frecuencia de aislamiento de las bacterias identificadas como falso positivas en los ecosistemas acuáticos de Las Terrazas y en el río Almendares se realizó la prueba de comparación múltiple de proporciones, evidenciándose que no existían diferencias significativas, por lo que las especies identificadas como falso positivas contribuyen de igual forma a sobreestimar la concentración de *E. coli* en el medio de cultivo Agar Chromocult.

Las especies identificadas como falso positivas tanto en las aguas de los ecosistemas de Las Terrazas como en el río Almendares no están asociadas

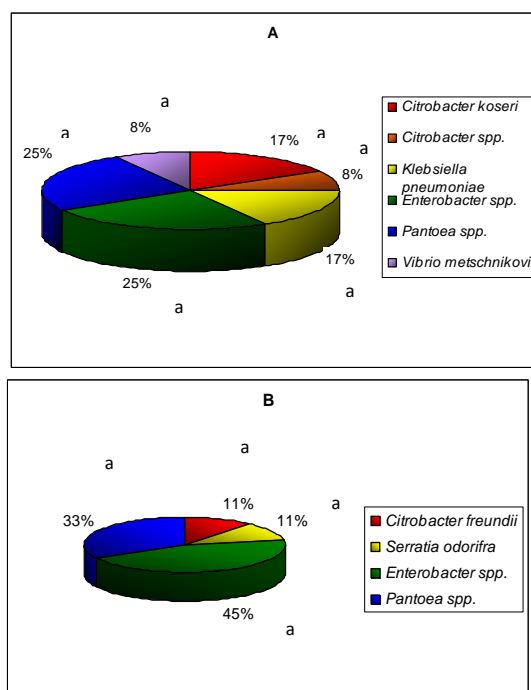


Figura 6. Porcentaje de las bacterias aisladas e identificadas como falso positivas a partir del medio Agar Chromocult en Las Terrazas (A) y en el río Almendares (B). Letras comunes indican la inexistencia de diferencias significativas para la prueba de comparación múltiple de proporciones ($p > 0.05$).

necesariamente con la contaminación fecal y pueden encontrarse en el medio ambiente provenientes de diferentes fuentes de agua, la vegetación y los suelos (Allen, 1996; Marchand, 2002). Según la OMS (1995). Los coliformes distintos de *E. coli* entre los que se encuentran los géneros identificados en este trabajo, exceptuando *Vibrio metschnikovi*, pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas con materias vegetales y suelos en descomposición o de afluentes industriales.

CONCLUSIONES

- Se demostró la alta especificidad del medio de cultivo Agar Chromocult para la enumeración de *E. coli* en los ecosistemas acuáticos de Las Terrazas y el río Almendares, así como la especificidad de los colores desarrollados por las colonias típicas de esta especie (violeta y azul oscuro) demostrando la factibilidad de su uso en ecosistemas dulceacuícolas tropicales.
 - Se identificaron como falsos positivos en las aguas del Complejo Turístico Las Terrazas las especies *Citrobacter spp.*, *Citrobacter koseri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter spp.*, *Pantoea spp.* y *Vibrio metschnikovi*; mientras que

en el río Almendares se identificaron las especies *Citrobacter freundii*, *Serratia odorifera*, *Enterobacter spp.* y *Pantoea spp.*

- Entre el 7-19 % de las colonias características definidas como *E. coli* en este medio, pueden ser falsas positivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, M. (1996): La importancia para la Salud Pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del Agua Potable. CEPIS. OPS. OMS. Lima, Perú.
2. APHA, AWWA, AEF, (1998): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edn. Washington, DC.
3. Caldini, G., A. Neri, S. Cresti, V. Boddi, G. M. Rossolini, and E. Lanciotti. (1997): High prevalence of *Vibrio cholerae* non-O1 carrying heat-stable-enterotoxin-encoding genes among *Vibrio* isolates from a temperate-climate river basin of central Italy. Appl. Environ. Microbiol. 63:2934-2939.
4. Chao, W. L. (2006): Evaluation of Colilert 18 for detection of coliforms and *Escherichia coli* in tropical Fresh water. Letters in Applied Microbiology. 42: 115-120.
5. Fewtrell, L and Bartram, J. (2001): Water quality: guidelines, standards and health. World Health Organization Water Series. IWA. Publishing, London (U.K.)
6. González, M., Torres, T. y Chiroles, S. (2003): Calidad microbiológica de aguas costeras en climas tropicales, No. 4: ISSN: 1683-8904. INHE.
7. Herrera, A. (1998): La calidad biológica de las aguas superficiales: un factor indispensable a tener en cuenta en la gestión y planificación de los recursos hídricos. EMASEMA, Andalucía Ecológica, 6: 24-27.
8. Jensen, P.k., Aalbraek, B., Aslam, R. y Dalsgaard, A. (2001): Specificity for field enumeration of *Escherichia coli* in tropical surface waters. J. Microbiol Methods 45: 135-141.
9. Larrea, J. (2006): Empleo de bacterias coniformes en la determinación de la contaminación microbiana en ecosistemas fluviales en el occidente de Cuba. Trabajo de diploma. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.
10. Linde, H. J., Kobuch R., Jayasinghe, S., Reisch, U., Lehn, N., Kaulfuss, S. and Beutin, L. (2004): *Vibrio metschnikovii*, a Rare Cause of Wound Infection. J Clin Microbiol. 42(10): 4909-4911.
11. Maheux, A.F., Huppé, V., Boissinot, M., Picard, F.J., Bissonnette, Luc, Bernier, J.T., Bergeron, M.G. (2008): Analytical limits of four β -glucuronidase and β -galactosidase-based commercial culture methods used to detect

- Escherichia coli* and total coliforms. *Journal of Microbiological Methods* 75 (3): 506-514
12. Manafi, M. (2000): New development in chromogenic and fluorogenic culture media. *International Journal of Food Microbiology* 60: 205-218.
 13. Marchand, E. O. (2002): Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis para optar al título profesional de biólogo con mención en Microbiología y Parasitología. Universidad del Perú, Decana de América.
 14. Martins, M. T., Rivera, I. G., Clark, D. L., Stewart, M.H., Wolfe, R. L., Olson, B.H. *et al.* (1993): Distribution of *uidA* gene sequences in *Escherichia coli* isolates in water sources and comparison with the expression of beta-glucuronidase activity in 4-methylumbelliferyl-beta-d-glucuronide media. *Applied and Environmental Microbiology* 59 (7): 2271-2276.
 15. McDaniels, A.E., Rice, E.W., Reys, A. L., Johnson, C.H., Haugland, R.A., Stelma-GN, J. (1996): Confirmation of identification of *Escherichia coli*, a comparison of genotypic and phenotypic assays for glutamate decarboxylase and beta-d-glucuronidase. *Applied and Environmental Microbiology* 62 (9): 3350-3354
 16. Nazarowec, W.M. and Farber, J.M. (1997): *Enterobacter sakazakii*: a review. *International Journal of Food Microbiology* 34: 103-113.
 17. OMS (1995): Guías para la calidad del agua potable. OMS. Ginebra.
 18. Pisciotto, J. M., Rath, Stanek, P. A., Flanery, D. M. and Harwood, V. J. (2002): Marine bacteria cause false-positive results in the colilert-18 rapid identification test for *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microb.* 68: 539-544.
 19. Prats, J. (2006): Determinación de la contaminación microbiana del río Almendares y sus principales afluentes. Tesis para optar por el título académico de Master en Microbiología. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.
 20. Prats, J., García-Armisen, T., Larrea, J. and Servais, P. (2008): Comparison of culture-based methods to enumerate *Escherichia coli* in tropical and temperate freshwaters. *Letters in Applied Microbiology* 46 (2): 243-248.
 21. Rodríguez, M. Rodríguez, Matehus, J., Gerstl, A. y Santana, M. A. (2008): Identificación del agente causal de una bacteriosis en ñame (*Dioscorea alata* L.). *INCI* 33 (7): 537-541. ISSN 0378-1844.
 22. Sigarroa A. (1985): *Biometría y Diseño Experimental*. La Habana. Pueblo y Educación, 734 p.
 23. Torres, G. (2004): Detección y cuantificación de bacterias coliformes en las aguas del río Almendares. Trabajo de diploma. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.