

FACULTAD DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL

UNIDAD DE MICROBIOLOGÍA

ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN RESIDUOS  
BIOSANITARIOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES

BEATRIZ BLANCO NAVAS

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN RESIDUOS  
BIOSANITARIOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES

MEMORIA

Presentada para aspirar al Grado de Doctor  
en Veterinaria por Dña. Beatriz Blanco Navas

Director de la Tesis Doctoral

Prof. Dr. José Espejo Serrano

Beatriz Blanco Navas

Aspirante al Grado de Doctor en Veterinaria

Córdoba Julio de 2003



D. JOSE ESPEJO SERRANO, PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL (UNIDAD DOCENTE DE MICROBIOLOGIA VETERINARIA) DE LA FACULTAD DE VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD DE CORDOBA

HACE CONSTAR:

Que la Tesis para optar al Grado de Doctor en veterinaria que lleva por título: “ ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA EN RESIDUOS BIOSANITARIOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES”, ha sido realizada por la Licenciada en Veterinaria Beatriz Blanco Navas, bajo mi dirección y asesoramiento, considerando que reúne las condiciones y calidad científica necesarias para su presentación.

Y para que conste, como es preceptivo, firmo el presente informe en Córdoba, a 7 de Julio de 2003.



## **AGRADECIMIENTOS**

- Al profesor Dr. José Espejo por su dedicación en la dirección y corrección de esta tesis.
- A la Empresa Municipal de Saneamientos de Córdoba SADECO, y especialmente a D. Enrique Flores, director del Dpto. de Sanidad y Plagas, por proporcionar las muestras y medios necesarios para el desarrollo de este trabajo, así como al personal del Centro de Control Animal, por su disponibilidad y colaboración en la toma de muestras.
- Al profesor Dr. Andrés Muñoz por la ayuda prestada en la realización del análisis estadístico.
- A los profesores Dr. Antonio Garrido, Dr. Jose M<sup>a</sup> Molleda y Dr. Pedro Ginel por su inestimable apoyo y comprensión.
- A la Prof. Dra. Fátima Garrido por sus valiosos consejos, su amistad, cariño y aliento permanentes.
- A Sara y Jose por su disponibilidad en todo momento, su apoyo en las horas bajas y su afecto.

- A los profesores Dr. Andrés Anguiano, Dra. Elena Serrano y Dra. Antonia Uceda por el interés mostrado durante la realización de esta tesis.
  
- A Juan por su constante estímulo, comprensión, cariño y paciencia.
  
- A los compañeros del hospital por su interés y constantes ánimos.
  
- A todos, familia, profesores, compañeros y amigos, que directa o indirectamente habeis contribuido a la realización de esta tesis.

Mi gratitud y afecto.



**A mi familia, a Juan  
y a Mercedes**



## INDICE



## INDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....   | 5   |
| 1.1) Antecedentes .....  | 6   |
| 1.2) Perspectiva internacional .....   | 11  |
| 2.- JUSTIFICACIÓN .....  | 18  |
| 3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....   | 21  |
| 3.1 ) Definición de residuo sanitario .....  | 22  |
| 3.2 ) Fuentes de generación .....  | 34  |
| 3.3 ) Volúmenes de producción .....  | 35  |
| 3.4 ) Clasificación .....  | 41  |
| 3.5 ) Caracterización de los residuos sanitarios .....   | 49  |
| 3.6 ) El Catálogo Europeo de Residuos .....  | 50  |
| 3.7 ) Marco normativo .....  | 53  |
| 3.7.1- Régimen jurídico comunitario .....  | 53  |
| 3.7.2-Evolución de la normativa sobre<br>residuos sanitarios en España .....   | 68  |
| 3.8 ) Técnicas de eliminación de residuos sanitarios ...   | 91  |
| 3.8.1- Técnicas destructivas .....   | 92  |
| 3.8.2- Técnicas no destructivas .....  | 100 |
| 3.9 ) Estudio económico de la gestión de los<br>residuos sanitarios frente a los residuos<br>sólidos urbanos (RSU) ..... | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.10 ) Significado de los residuos sanitarios desde<br>el punto de vista sanitario ..... | 120 |
| 3.11 ) El caso de los pequeños productores .....   | 134 |
| 4.- OBJETIVOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....  | 136 |
| 5.- MATERIAL Y MÉTODOS .....   | 139 |
| 5.1 ) Material .....   | 140 |
| 5.1.1.- Toma de muestras .....   | 143 |
| 5.1.2.- Transporte de las muestras .....   | 143 |
| 5.1.3.- Procesamiento de las muestras .....  | 144 |
| 5.2 ) Métodos .....  | 147 |
| 5.2.1.- Caracterización del material problema .....                                      | 148 |
| 5.2.2.- Toma de muestras .....   | 149 |
| 5.2.3.- Transporte de las muestras .....   | 150 |
| 5.2.4.- Procesamiento de las muestras .....  | 151 |
| 5.2.4.1.- Análisis cuantitativo .....  | 151 |
| a) Recuento total de aerobios<br>mesófilos viables .....                                 | 151 |
| b) Recuento de hongos y levaduras .....  | 152 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.4.2.- Análisis cuali-cuantitativo .....      | 152 |
| a) Recuentos de patógenos potenciales            |     |
| de interés sanitario .....                       | 153 |
| b) Aislamiento e identificación bacterianas .... | 156 |
| c) Aislamiento e identificación de la            |     |
| flora fúngica .....                              | 161 |
| 5.2.5.- Tratamiento estadístico de los           |     |
| de los resultados .....                          | 161 |
| 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                 | 162 |
| 6.1 ) Caracterización de los residuos .....      | 163 |
| 6.2 ) Análisis cuantitativo .....                | 168 |
| 6.3 ) Análisis cualitativo .....                 | 203 |
| 6.4 ) Estudio comparativo entre RBE y RSU .....  | 214 |
| 7.- CONCLUSIONES .....                           | 219 |
| 8.- RESUMEN .....                                | 223 |
| 9.- SUMMARY .....                                | 227 |
| 11.- BIBLIOGRAFÍA .....                          | 230 |





## 1.- INTRODUCCIÓN



## 1.1.- ANTECEDENTES

El 20 % de la población mundial (países desarrollados) produce anualmente 1.700.000 toneladas de residuos sanitarios. Sólo en nuestro país los centros públicos generan al año más de 21.000 toneladas de residuos hospitalarios de los cuales cerca de 9000 son biosanitarios y citostáticos (Carrillo 1997).

Los residuos biosanitarios (residuos sanitarios por excelencia), por su especificidad y magnitud (representan entre un 45 % y un 50 % en peso del total de residuos que genera un hospital de agudos), por la confusión actual en torno a su potencial infeccioso, por las implicaciones éticas y psicológicas que plantean, así como por la falta de instalaciones adecuadas para su eliminación, etc., constituyen claramente el problema más importante de la sanidad española en materia de residuos (Alberte 1990; Arcos et al. 1991; Brion 1992; Arcos et al. 1994; Francisco 1997; Anónimo 1998; Aparicio 1998; Ortiz 1999; Belén 2001).

A pesar de que los residuos sanitarios son considerados como mucho más peligrosos que los residuos domésticos por la creencia de que suponen un mayor riesgo potencial en la transmisión de enfermedades, el campo

sanitario no ha recibido aún la suficiente atención en lo relativo al control de los residuos que genera ( Muñoz 1996; Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional CAM 1996; Monge 1997; Ortiz 1999; Navarro 2000.)

Estos residuos requieren un tratamiento diferenciado, lo que obliga al diseño de normas concretas aplicables a su gestión, con el fin de garantizar la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales ( Pantaleón 1995; Sanjuán 1996; Palao 1998 ) .

En la unión europea se ha avanzado mucho en este aspecto en los últimos años y dentro del V Plan de Política Medioambiental, los residuos sanitarios están siendo considerados como uno de los proyectos prioritarios, creándose incluso un grupo de trabajo específico en la comisión europea para definir estrategias que determinen su proceso de gestión. Sin embargo no existe directiva alguna en esta materia concreta (Wielenga 1997.)

En España, de igual modo, existe una gran dispersión normativa, a falta por el momento, de una legislación nacional homogénea. Hasta ahora

únicamente se han puesto en marcha actuaciones aisladas y sólo 13 comunidades autónomas tienen leyes que normalicen la gestión de este tipo de desechos , destacando la falta de armonización en los criterios técnicos y legislativos entre las mismas. (Beltrán 1995; Quintas Fernández 1998)

En los países mas avanzados con la aparición del SIDA en la década de los 80, se produce una gran sensibilidad publica por la higiene hospitalaria, especialmente entre el personal sanitario y de limpieza (Dommerville 1989).

A consecuencia de ello, muchos hospitales con la presión de las administraciones sanitarias y medioambientales, comenzaron a basar la gestión de los residuos biosanitarios en una interpretación conservadora de las denominadas “precauciones universales” ( Center For Disease Control. Guidelines For Prevention Of Transmission Of Human Immunodeficiency Virus And Hepatitis B. Virus To Health Care And Public Safety Workess 1989), de manera que cualquier residuo que hubiera estado en contacto con un paciente (cualquier RB), era considerado como especial (1.5 kg/cama y día, lo cual representa un 40% del total de residuos de todo tipo producidos en el centro.) (EPA 1990; Carrillo 1997; Rodríguez 2000).

En esa década, ante una gestión de residuos biosanitarios cada vez más compleja, desde el punto de vista técnico-operativo, y con un coste muy elevado para la sanidad, diversos países iniciaron un proceso de reflexión e investigación sobre la contaminación microbiológica de los residuos sanitarios y sus repercusiones sobre la salud pública (Daschner 1989; Smith 1992; Rutala 1992; Samek 1994; ).

Los resultados definitivos de este proceso se van alcanzado en la década actual, y en todos los casos son contundentes: sólo un pequeño porcentaje de los residuos sanitarios deben gestionarse como especiales, es decir no pueden eliminarse directamente como residuos sólidos urbanos (RSU) ( Althaus et al. 1983; Jagger et al 1989; Hillton 1991; Collins et al. 1992; Keene et al. 1992; Phillips 1999.)

Como consecuencia de esta conclusión, coexisten en estos momentos dos criterios básicos de gestión de residuos sanitarios: 1- la gestión clásica: en la que la mayor parte o la totalidad de los residuos sanitarios se consideran especiales, generándose así del orden de 1,5-2 Kg de RBE/cama/día. (en un hospital general de agudos). Son países representativos de este modelo de gestión: Reino Unido, Francia y Bélgica. 2- la gestión avanzada: según la cual sólo un pequeño porcentaje de los residuos sanitarios se consideran

especiales, generándose entonces de 50 a 400g de RBE /cama/día. Los países que siguen este criterio de gestión son Alemania, Holanda, Canadá, Austria, Suecia y Estados Unidos. ( Federation of Swedish Councils. 1992; Canadian Standards Association 1992; Feliu et al. 1993; )

Los criterios avanzados de gestión de residuos sanitarios han sido ya formalmente adoptados en numerosos países, y su aplicación práctica se encuentra en plena fase de desarrollo (Rot 1995; Vanchieri 1998; Wasserman 1999) .

Con ello, se incorpora un planteamiento riesgo-coste asociado en relación con la gestión de residuos sanitarios, que persigue la distinción clara entre riesgo percibido y riesgo real, para llegar a una gestión que no se base fundamentalmente en elementos emotivos o psicológicos, sino que tengan una coherencia científica de acuerdo con los conocimientos disponibles, aunque sin dejar de lado las consideraciones operativas y de tipo ético-estético ( Recatala 1994; Revenga 1996; Rodríguez 1998; Quintas 1998; Weber 2000 )

En este punto cabría hacerse dos preguntas: ¿está justificada la adopción de sistemas más costosos para los residuos biosanitarios que para los residuos

sólidos urbanos?. Si no es así, ¿ qué residuos biosanitarios requieren una gestión diferenciada de los residuos sólidos urbanos y en qué medida?

## 1.2.-PERSPECTIVA INTERNACIONAL

En el ámbito mundial la gestión de residuos sanitarios se caracteriza por contrastes, ya que, lógicamente las diferentes circunstancias económicas de cada país resultan en la utilización de distintos métodos y en la aceptación de diferentes niveles aceptables de riesgo para la salud medioambiental y pública. ( Bisson et al. 1993; Cantahede 1994; Anonymous 1999; Battersby et al. 1999; Carpenter et al. 1999 )

Según Rusbrook (1999), pueden así identificarse tres niveles de prácticas:

- 1) Un nivel básico en el que se alcanza alguna mejora en la higiene hospitalaria y salud pública mediante la retirada y enterramiento de los residuos sanitarios dentro de los límites del territorio del hospital o simplemente su quema a campo abierto o en un horno ( Kuo-Hsien-Wen et al. 1999; Mato et al. 1999; Shishoo et al.1997; Saw 1993; Coad 1992; Kishore et al.1990 ).



2) Un nivel intermedio donde son posibles una recogida y tratamiento más organizados, y aunque existe el conocimiento técnico y deseo de incinerar y evitar el vertido directo de los residuos sanitarios sin tratar, sólo en los países con más éxito económico puede sostenerse un tratamiento efectivo sin causar una excesiva polución ambiental. En el resto, las aspiraciones legislativas y técnicas de las autoridades sanitarias y reguladoras tienen que ajustarse a lo que es físicamente alcanzable, en base a sus recursos disponibles dentro de las actuales limitaciones financieras de sus economías.( Carpenter et al.1999; Morales 1992; Suvasic et al. 1998 ).

3) Por último, un nivel más sofisticado que incluye tratamiento, endurecimiento de los estándares de emisión y regulaciones en cuanto al depósito final ( Farber 1991; Crow 1996). Son estos, países de grandes recursos donde hay suficiente financiación y presión pública para asegurar que se llevan a cabo y se refuerzan las más sofisticadas tecnologías de tratamiento y precauciones para el vertido de residuos ( Jones 1992; Smith 1992; Galleger et al. 1998; Matsumoto 2000; De Jesús 2001; Duputie 2002).

La evolución esquematizada de la gestión de los residuos sanitarios en los países más desarrollados puede verse reflejada en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Evolución esquematizada de la gestión de residuos sanitarios en países desarrollados.**

| Fecha indicativa | Hechos principales  |
|------------------|---|
| *1950            | Incineradoras intrahospitalarias con tecnología por exceso de aire. Fundamentalmente para residuos anatómicos.  |
| *1965            | Incineradoras intrahospitalarias pirolíticas. En USA se instalan hasta finales de 1990 entre 7000 y 10000 hornos de este tipo, que permitían cumplir las permisivas normas de emisión de gases existentes en aquel momento, gracias a su menor producción de sólidos suspendidos y a su cámara de postcombustión. |
|                  | En 1974 aparece la primera directriz del Ministerio de Salud de la antigua RFA.   |

\*1980        En 1981, se detecta la enfermedad del SIDA. El virus causante se identifica en 1984. Aparecen entonces la mayoría de las legislaciones y guías específicas para residuos biosanitarios. ( Guía de Gestión Francesa en 1982, Nueva Directriz Alemana en 1983; Directriz Holandesa En 1985 , Guía de la Environmental Protection Agency en 1986, etc.) Todas ellas conducen a una generación de residuos biosanitarios que oscila entre un 10 % y un 25 % de los residuos de un hospital de agudos , (400-1000 g/cama/día). A excepción de la directriz alemana, muy avanzada, y que implica cifras de generación muy inferiores. No obstante, muchos hospitales tienden hacia una gestión de residuos biosanitarios basada en las “precauciones universales”, esto es, considerar la sangre y demás líquidos corporales siempre como potencialmente contaminados, lo que conduce a índices de generación mucho más elevados (1.5-2 kg/cama/día).

Las discrepancias de algunos higienistas respecto a este planteamiento conservador (Center for Disease Control, Ministerio de Salud Alemán, Consejo Nacional de Hospitales de Holanda, etc. ) no consiguen imponerse.

Se clausuran un gran número de hornos intrahospitalarios, que han quedado obsoletos para tratar de forma adecuada una masa de residuos creciente (comienza el auge del material de un sólo uso), cada vez más heterogénea y con mayor proporción de plásticos clorados. Concretamente estas incineradoras no son aptas para respetar unos límites de emisión de gases cada vez más estrictos ( Dunham 1998) . En Alemania se cerraron más del 50 % de los hornos y en particular en Baviera de las 80 incineradoras existentes en ese momento sólo quedan cinco en funcionamiento.

\*1986 Los hospitales encuentran muchas dificultades para eliminar las grandes cantidades de residuos biosanitarios específicos que generan. En consecuencia , las soluciones centralizadas de tratamiento de residuos biosanitarios específicos adquieren un gran desarrollo. Aparecen empresas privadas especializadas en el envasado, transporte e incineración de residuos biosanitarios . Las grandes incineradoras específicas permiten una mayor eficiencia técnica y económica. empieza a utilizarse en algunos países la incineración de residuos biosanitarios en instalaciones de

residuos sólidos urbanos adaptadas.

No obstante, la necesidad de un envasado y transporte especiales y, en muchos casos, una débil competencia entre empresas especializadas hace que los precios de estos servicios sean elevados, lo que motiva la búsqueda de soluciones para esta cuestión.

\*1989 En diversos países ( EEUU, Canadá, Alemania, Holanda,) se crean grupos de trabajo formados por representantes de la administración y expertos higienistas de entidades públicas y privadas.

Paralelamente, se realizan estudios en profundidad sobre la repercusión de los residuos biosanitarios en la salud pública. Las conclusiones son contundentes: la mayoría de los residuos biosanitarios no suponen un riesgo mayor que los RSU; sólo un pequeño grupo de residuos infecciosos deben tratarse de forma especial (Cross 1990; Hershkowitz 1990).

\*1991 A partir de esta fecha diversos países desarrollados

aplican ya nuevos criterios para la gestión de los residuos biosanitarios, basados en estos planteamientos avanzados (Alemania, EEUU, Suecia, Canadá...) (Klaus 1994; Liberti 1995; Ponka 1996; Rounds 1998; Pedrajas 1998). Otros países continúan con una gestión de residuos biosanitarios basada en criterios clásicos, que considera como especiales la mayor parte o la totalidad de los residuos biosanitarios (Francia, Reino Unido, Bélgica) (Girolt 1994).

## 2.- JUSTIFICACIÓN





Es un hecho constatado la falta de estudios realizados sobre esta materia; por otra parte, dentro de la escasa bibliografía referente a estudios microbiológicos en residuos sanitarios, los que hemos encontrado se centran en grandes productores de residuos sanitarios ( hospitales), los cuales disponen en general de sistemas de gestión intracentro para los residuos que generan. Asimismo son estudios realizados hace más de una década y fuera de España.

Nos parece una aportación trascendente realizar este estudio a nivel de pequeños productores\* ( clínicas de diferentes especialidades) ya que sus residuos presentan unas características peculiares, entre otras: una menor frecuencia de recogida, ausencia de sistemas de eliminación intracentro, y costes de eliminación a cargo del pequeño productor.

Por otra parte, como mencionábamos anteriormente existe una gran dispersión normativa en materia de residuos sanitarios, tanto en el ámbito nacional como en el autonómico, y en este sentido pensamos que nuestro estudio puede ser útil en tanto en cuanto aportará criterios científicos susceptibles de contribuir a una armonización legislativa.

(\*) Nota: Si bien la denominación “pequeño productor” en la legislación

vigente (RD 833/88, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP) (ya derogada).) hace referencia a “aquellos que por generar o importar menos de 10000 kg de RTP al año, adquieran este carácter mediante su inscripción en el registro, que a tal efecto llevarán los órganos competentes de las comunidades autónomas”, en este trabajo denominamos como tales al subsector de estos formado por los centros que han sido objeto de nuestro estudio: pequeñas clínicas, consultas médicas de diferentes especialidades, servicios médicos de empresas, laboratorios de análisis clínicos, residencias geriátricas, y consultorios de enfermería, entre otros. Básicamente cualquier productor de residuos sanitarios, excluyendo los grandes hospitales.

### 3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



### **3.1.-DEFINICIÓN DE RESIDUO SANITARIO.**

A los residuos generados en la actividad sanitaria se les ha venido denominando, indistintamente, residuos hospitalarios, residuos médicos, residuos clínicos, residuos infecciosos, etc. (Rutala et al. 1991; Liceras D. 1998). Esta falta de concreción en el nombre ha venido acompañada de una falta de definición respecto a qué productos, materiales o sustancias pueden considerarse como tales residuos y sobre todo, cuáles deberían ser los criterios para clasificar un residuo como residuo sanitario en función de su peligrosidad real ( Liberti et al. 1994; Miller 1997; Keene 1997; Kaye 1998; Garvin 1999

A lo largo de la bibliografía se han empleado diversas expresiones para definir el ámbito que debería abarcar esta clase de residuos. ( Rutala et al. 1989; Bennett 1991; Rutala et al. 1991; Michael et al. 1997; Liceras 1998; Phillips 1999; Flores et al. 2000.)

Así el manual de gestión interna para residuos de centros hospitalarios elaborado por el INSALUD define los residuos sanitarios como “aquellos residuos generados en los centros sanitarios”, constituyendo esta quizá la definición más amplia, al abarcar todo tipo de actividades sanitarias y todo

tipo de residuos generados en estos centros (INSALUD 1990 (2ª Ed. 1992).)

A finales de 1989, el Institut Cerdá, fundación privada independiente, desarrolló el proyecto Clinhos, que contó con la participación y el soporte de veintiuna entidades públicas y privadas pertenecientes al ámbito de la sanidad y el medioambiente, con el objetivo primordial de conocer el estado de la generación y gestión de los residuos sanitarios (que así denominan en el proyecto) en España y planificar y desarrollar un sistema de gestión de los mismos.

En este proyecto se define residuo sanitario como “aquel generado en cualquier establecimiento o servicio en el que se desarrollen actividades de atención a la salud humana:

- asistencia sanitaria al paciente
- análisis investigación o docencia
- obtención o manipulación de productos biológicos
- medicina preventiva”. (Proyecto CLINHOS. Diseño y

promoción de un sistema integrado para la gestión de residuos hospitalarios . Barcelona. Institut Cerdá. 1989). (Nótese la exclusión de los residuos derivados de la protección de la salud animal, así como aquellos generados

fuera de instalaciones o servicios sanitarios, como los generados en domicilios particulares).

Por su parte Feliu et al. en 1993 definen los residuos sanitarios como “todos los residuos sólidos, incluyendo líquidos o gases contenidos en envases, generados en centros sanitarios”.

Y por otro lado definen los residuos biosanitarios como “residuos sanitarios específicos de la actividad sanitaria propiamente dicha, potencialmente infecciosos al haber entrado en contacto con pacientes o líquidos biológicos”.

Sin embargo, en la Ley 10 /1998, de 21 de abril de 1998, de Residuos, no encontramos una definición concreta de residuo sanitario o biosanitario, al tratarse de una ley de mínimos.

Esta ausencia de normativa legal específica en el ámbito de la Unión Europea y del estado español, favorece que la normativa propia de cada comunidad autónoma defina y clasifique estos residuos según su criterio, si bien es cierto que desde la aparición del proyecto Clinhos, la mayoría de las definiciones recogidas en la normativa autonómica se decantan por la expresión “residuos sanitarios”.

A continuación se exponen las definiciones de residuos sanitarios que aparecen en las diferentes normativas autonómicas (cronológicamente):

**Cantabria:** “Se entiende por residuos hospitalarios todos los materiales residuales en estado sólido que, habiendo sido generados en centros hospitalarios, sanitarios clínicos, asistenciales y asimilables, presenten, por su origen, naturaleza o composición, riesgos de infección para la salud pública, o de afección al medio ambiente”.

**Cataluña:** “Residuos sanitarios: los residuos sanitarios no específicos, los residuos sanitarios específicos o de riesgo, y los residuos citostáticos, generados en los centros, servicios o establecimientos de protección de la salud y de atención sanitaria o sociosanitaria.”

**Navarra:** “Residuos sanitarios: son los producidos en los centros, servicios y actividades sanitarias en general”. (excluye residuos líquidos, tóxicos y peligrosos, radiactivos, y restos humanos de entidad).

**La Rioja:** “Residuo sanitario: cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda o tenga la obligación de desprenderse su poseedor, generado por actividades sanitarias.



**Madrid:** “Residuos sanitarios: todos los residuos, cualquiera que sea su estado, contenidos o no en envases, generados en centros sanitarios.”

**Castilla y León:** “Residuo sanitario: cualquier sustancia u objeto sólido, pastoso, líquido o gaseoso, contenido o no en recipiente, del cual su poseedor desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, generados por actividades sanitarias”.

**Valencia:** “Residuos sanitarios: la totalidad de los residuos sanitarios no específicos, residuos sanitarios específicos o de riesgo y los residuos citostáticos generados por las actividades relacionadas con la atención a la salud humana..”

**Aragón:** “Residuos sanitarios: los residuos sanitarios no específicos, residuos sanitarios específicos o de riesgo y los residuos citostáticos generados en los centros, servicios y establecimientos sanitarios.

**I. Baleares:** “Residuos sanitarios: residuos procedentes de las actividades, instalaciones y servicios sanitarios. Excluye: aguas residuales, medicamentos caducados, restos humanos de entidad y todos los regulados

por normativas específicas”.

**Extremadura:** “Cualquier sustancia que, como consecuencia de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo propio de una actividad sanitaria, sea destinada por su productor al abandono”.

**País vasco:** “Residuo sanitario: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la obligación de desprenderse, generado por actividades sanitarias”.

**Galicia:** “Residuo sanitario:cualquier sustancia u objeto generado por las actividades sanitarias de la cual se desprenda o tenga la obligación o la intención de desprenderse su poseedor, en virtud de las disposiciones legales en vigor de esta materia”.

Como hemos comentado **la ley 10/1998 ,de 21 de abril, de residuos:** no ofrece una definición concreta de residuo sanitario o biosanitario.

El tratamiento que dicha ley da a los residuos en cuanto a definiciones es el siguiente:

A) Se considera **residuo** “ toda sustancia u objeto perteneciente a alguna

de las categorías que figuran en el anexo de esta ley, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las instituciones comunitarias” .

B) **"Residuos urbanos o municipales"**: se consideran los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Teniendo también la consideración de residuos urbanos los siguientes:

- residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas.
- animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados.
- residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

C) Por su parte, se consideran **"residuos peligrosos"**: “aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el **RD 952/1997** por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de RTP de 20 de junio (derogada por la Ley 10/1998 de Residuos), así como los recipientes y envases que los hayan contenido, los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte”.

Por tanto, estos últimos, se encuadran dentro de los tipos genéricos de RTP, reflejados en el Anexo I del citado Reglamento (Tablas 3 y 5):

La tabla 3 indica las categorías o tipos genéricos de residuos tóxicos y peligrosos, presentados en forma líquida, sólida o de lodos, clasificados según su naturaleza o la actividad que los genera. (Anexo I. RD.833/88)

...Residuos que presenten alguna de las características enumeradas en la tabla 5 y estén formados por:

1. Sustancias anatómicas, residuos hospitalarios u otros residuos clínicos.
2. Productos farmacéuticos, medicamentos, productos veterinarios.....

La tabla 5 incluye las características de los residuos que permiten calificarlos de tóxicos y peligrosos (Anexo I. RD.833/88).

..... Código H9: “Infeccioso”; Se aplica a sustancias que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.....

### ANEXO LEY 10/1998 BÁSICA DE RESIDUOS

#### CATEGORÍAS DE RESIDUOS

- Q1. RESIDUOS DE PRODUCCIÓN O DE CONSUMO NO ESPECIFICADOS A CONTINUACIÓN.
- Q2. PRODUCTOS QUE NO RESPONDAN A LAS NORMAS.
- Q3. PRODUCTOS CADUCADOS.
- Q4. MATERIAS QUE SE HAYAN VERTIDO POR ACCIDENTE, QUE SE HAYAN PERDIDO O QUE HAYAN SUFRIDO CUALQUIER OTRO INCIDENTE CON INCLUSIÓN DEL MATERIAL, DEL EQUIPO, ETC., QUE SE HAYA CONTAMINADO A CAUSA DEL INCIDENTE EN CUESTIÓN.
- Q5. MATERIAS CONTAMINANTES O ENSUCIADAS A CAUSA DE ACTIVIDADES VOLUNTARIAS (POR EJEMPLO, RESIDUOS DE OPERACIONES DE LIMPIEZA, MATERIALES DE EMBALAJE, CONTENEDORES, ETC.).
- Q6. ELEMENTOS INUTILIZADOS (POR EJEMPLO, BATERÍAS FUERA DE USO, CATALIZADORES GASTADOS, ETC.).
- Q7. SUSTANCIAS QUE HAYAN PASADO A SER INUTILIZABLES (POR EJEMPLO, ÁCIDOS CONTAMINADOS, DISOLVENTES CONTAMINADOS, SALES DE TEMPLE AGOTADAS, ETCÉTERA).
- Q8. RESIDUOS DE PROCESOS INDUSTRIALES (POR EJEMPLO, ESCORIAS, POSOS DE DESTILACIÓN, ETC.).
- Q9. RESIDUOS DE PROCESOS ANTICONTAMINACIÓN (POR EJEMPLO, BARROS DE LAVADO DE GAS, POLVO DE FILTROS DE AIRE, FILTROS GASTADOS, ETC.).
- Q10. RESIDUOS DE MECANIZACIÓN/ACABADO (POR EJEMPLO, VIRUTAS DE TORNEADO O FRESADO, ETC.).
- Q11. RESIDUOS DE EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS (POR EJEMPLO, RESIDUOS DE EXPLOTACIÓN MINERA O PETROLERA ETC.).
- Q12. MATERIA CONTAMINADA (POR EJEMPLO, ACEITE CONTAMINADO CON PCB, ETC.).
- Q13. TODA MATERIA, SUSTANCIA O PRODUCTO CUYA UTILIZACIÓN ESTÉ PROHIBIDA POR LA LEY.

(POR EJEMPLO, ARTÍCULOS DESECHADOS POR LA AGRICULTURA LOS HOGARES, LAS OFICINAS, LOS ALMACENES, LOS TALLERES, ETC.).

- Q14. MATERIAS, SUSTANCIAS O PRODUCTOS CONTAMINADOS PROCEDENTES DE ACTIVIDADES DE REGENERACIÓN DE SUELOS.
- Q15. TODA SUSTANCIA, MATERIA O PRODUCTO QUE NO ESTÉ INCLUIDO EN LAS CATEGORÍAS ANTERIORES.

En el ámbito internacional, como referíamos anteriormente, también existen diferencias en cuanto a las definiciones a utilizar y en cuanto a la clasificación de estos residuos ( Salkin 1998; Rounds 1998; Pratt et al.

2001; Oparin 2001; Parnkurt 2002); así la EPA define el residuo sanitario como “ todo residuo sólido generado durante el diagnóstico, tratamiento o inmunización de seres humanos o animales, en investigación o durante la producción o manipulación de productos biológicos ” (EPA 1990).

El término no incluye residuos peligrosos regulados por la normativa sobre residuos de riesgo de la EPA ni tampoco residuos domiciliarios.

Del mismo modo clasifica los residuos sanitarios en siete categorías de “residuos sanitarios regulados”:

- Cultivos y reservas de agentes infecciosos.
- Residuos humanos patológicos
- Sangre humana y productos a base de sangre.
- Punzantes y/o cortantes usados.
- Residuos animales de investigación.
- Ciertos residuos de aislamientos.
- Ciertos punzantes y/o cortantes desechados sin usar.

Por su parte, a comienzos de los 80, la OMS sugirió una clasificación de los residuos sanitarios en ocho categorías, basada en las fuentes de producción y composición física o química, que fue aceptada

internacionalmente. (Rushbrook 1995).

Más recientemente, nuevos sistemas de clasificación se han desarrollado, habiendo casi tantas clasificaciones nacionales como países legislando en materia de gestión de residuos ( Anyinam 1994; Moritz 1995; OMS 1996; Ponka 1996; Irribarren et al. 1997; Subasic 1998; Hagen et al 2001).

Una clasificación que, aunque no contenida en ninguna directiva, es muy probable que sea la más ampliamente reconocida en Europa occidental, es la desarrollada por el grupo de trabajo de la Unión Europea dedicado a la gestión de residuos ( European Union Healthcare Waste Priority Waste Stream Working Group) en 1993. (European Commission 1996).

La definición de dicho grupo es la siguiente:

“ Residuo sanitario es el residuo sólido o líquido procedente de la actividad sanitaria, entendida como el conjunto de actividades médicas tales como: diagnóstico, monitorización, tratamiento, prevención de enfermedad o alivio de deficiencias en humanos o animales, incluida la investigación relacionada, realizada bajo la supervisión de un médico o veterinario.

“Los **residuos sanitarios de riesgo** constituyen un subsector de los



residuos sanitarios que pueden constituir un riesgo potencial para la salud pública.

Tales residuos pueden contener una o más de las siguientes categorías: material biológico, material infeccioso, químico, tóxico o farmacéutico incluyendo también material citotóxico, cortante y radioactivo. Estos residuos precisan de una gestión especial.

Por exclusión los residuos sanitarios sin riesgo son aquellos a los que no se atribuye peligrosidad alguna y por lo tanto al considerarse inocuos son adecuados para depositarse junto con los municipales siguiendo su misma ruta” (Chadzynki 1991; Vazquez 1998; Rushbrook 1999).

### **3.2.-FUENTES DE GENERACION DE RESIDUOS SANITARIOS**

Actualmente los residuos sanitarios engloban un rango de posibles fuentes mucho mayor que en el pasado. Así además de las fuentes de generación tradicionales, como hospitales y clínicas privadas, hay que considerar otros como bancos de sangre, laboratorios médicos y bioquímicos, institutos de investigación, residencias, farmacias, mortuorios, dentistas, tanatorios, clínicas veterinarias, e incluso establecimientos donde se realizan tatuajes,

piercing, acupuntura o domicilios privados durante la asistencia sanitaria domiciliaria. (Nilsson 1994; Monge 1997)

### **3.3.-VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SANITARIOS.**

La producción anual de la fracción clínica de residuos sanitarios ( es decir, los que pueden contener material infeccioso o drogas desechadas ) es aproximadamente de 310000 tm/ año en Europa. Los hospitales siguen siendo los principales productores de residuos sanitarios con 155000 tm/año procedentes de centros públicos y más de 5000 tm/año de hospitales privados. (Rushbrook 1999).

En España, la literatura arroja cifras de generación diferentes en función de las distintas fuentes productoras de residuos sanitarios consideradas así como a la variedad de conceptos barajados, en la mayoría de los casos no incluyen los residuos procedentes de domicilios, universidades o pequeños productores (consultas privadas, pequeñas clínicas...)

Sólo los centros públicos generan anualmente más de 21000 toneladas de residuos sanitarios de los cuales cerca de 9000 son biosanitarios y citostáticos (Reunión internacional sobre residuos sanitarios 1997).

En cuanto a los pequeños productores, no se dispone de datos fiables en cuanto al volumen de residuos generados por estos establecimientos, si bien si tenemos en cuenta su gran número, podemos llegar a la conclusión de que globalmente el volumen de estos residuos puede rivalizar con la producción hospitalaria. (Carrillo 1997)

Existen en nuestro país aproximadamente 1.100 centros hospitalarios con un número total de camas que ronda las 200.000. A estos centros hay que añadir los establecimientos sanitarios sin encamamiento como ambulatorios, centros de salud, laboratorios, etc. La actividad de todos ellos genera un conjunto heterogéneo de residuos, algunos pueden ser depositados directamente en un vertedero controlado por ser similares a los domésticos, pero otros que representan un pequeño porcentaje del total requieren un tratamiento previo a su vertido para eliminar la potencial contaminación que podrían transmitir al medio ambiente (CODA 1994).

De estos residuos especiales la mayor parte la constituyen los comúnmente llamados infecciosos o biocontaminados. Los hospitales producen este tipo de residuos en diferente cantidad según su especialización. Aunque no existe un censo de residuos, si tomamos la media de producción más aceptada de 250 gramos de residuo contaminado por cama y día es fácil calcular que los hospitales españoles producen anualmente 18.100 toneladas de residuos de riesgo. ( Consejería de Medio Ambiente de Cantabria 2000).

En lo que respecta al ámbito europeo, existe igualmente una gran disparidad en el volumen de residuos sanitarios generado por cada país, como se refleja de los datos suministrados por los Estados miembros a la Comisión (cada uno siguiendo su propia definición) ( European Commission, Information document 1996):

| PAISES       | PRODUCCIÓN ANUAL RESIDUOS SANITARIOS | PRODUCCION RESIDUOS SANITARIOS / HAB/AÑO | PRODUCCIÓN ANUAL FRACCION DE RIESGO     | PRODUCCIÓN FRACCIÓN DE RIESGO/HAB/AÑO   |
|--------------|--------------------------------------|--|---|---|
| FRANCIA (1)  | 700000 Tn                            | 12.8 Kg                                  | 105000 Tn                               | 1.9 Kg                                  |
| BÉLGICA      | 110000 Tn                            | 11 Kg                                    | 13700 Tn                                | 1.4 Kg                                  |
| HOLANDA (2)  | 155500 Tn                            | 10 Kg                                    | 8500 Tn                                 | 0.6 Kg                                  |
| GRECIA (3)   | 73000 Tn                             | 7.3 Kg                                   | 14600 Tn                                | 1.4 Kg                                  |
| IRLANDA (4)  | 21500 Tn                             | 6.1 Kg                                   | 9000 Tn                                 | 2.6 Kg                                  |
| REINO UNIDO  | 308000 Tn                            | 5.5 Kg                                   | Se consideran de riesgo en su totalidad | Se consideran de riesgo en su totalidad |
| ESPAÑA (5)   | 213000 Tn                            | 4.9 Kg                                   | 23000 Tn                                | 0.6 Kg                                  |
| PORTUGAL (6) | 50000 Tn                             | 4.9 Kg                                   | 15000 Tn                                | 1.5 Kg                                  |
| ITALIA (7)   | 210000 Tn                            | 2.6 Kg                                   | 55000 Tn                                | 1 Kg                                    |
| ALEMANIA (8) | 92000 Tn                             | 1.5 Kg                                   | 33000 Tn                                | 0.4 Kg                                  |

- (1) Ministère de l'Environnement, 1990.  
 (2) Informatiedocumenten Afvalstoffen, Ziekenhuisafval. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. 1993.  
 (3) Pantazopoulou, A. Ministry of Enviroment, Physical Planning and Public Works. 1987.  
 (4) Gallagher, T. Department of Health. 1992.  
 (5) Monge, V. Ministerio de Sanidad y Consumo. 1993.  
 (6) Gama, P. DGQA. Lisboa.  
 (7) Salomom, K. Ministère dell' Ambiente. 1991.  
 (8) Federal Estatistical Agency. 1990.

Según estas cifras podríamos distinguir tres grupos de países productores:

A) Productores de más de 10 Kg/hab/año: Francia, Bélgica y Holanda.

B) Productores de entre 3 y 8 Kg/hab/año: Grecia, Irlanda; España, Portugal y Reino Unido.

C) Productores de menos de 3 Kg/hab/año: Italia y Alemania.

Sin embargo, estas cifras no reflejan realmente el volumen de residuos procedentes de actividades sanitarias sino lo que cada estado entiende como tales; así lo que para un estado es un residuo sanitario, para otro es tan sólo un RSU, lo que se hace extensible a la consideración de residuo de riesgo. (oscilando entre el 5.5% de Holanda y el 100% de Reino Unido).

Por su parte en EEUU, Rutala et al. en 1991 estiman una producción diaria de 6700 tm de residuos sanitarios generados sólo por hospitales, lo que supone alrededor del 1 % de los 158 millones de tm de residuos sólidos urbanos generados anualmente en este país.

A esta cantidad habría que añadir los residuos generados por los alrededor de 350000 establecimientos sanitarios entre consultas privadas, clínicas, clínicas veterinarias, laboratorios, bancos de sangre, sin dejar atrás la asistencia domiciliaria, y los residuos generados por 2 millones de diabéticos y 1.2 millones de drogadictos intravenosos. (Rutala et al. 1991; Nilsson 1994).

Shaner en 1999 afirma que la fracción de residuos de riesgo puede oscilar entre un 7 % y un 15 % del total de residuos sanitarios producidos anualmente en EEUU.

Por su parte, Frawley et al. en 1998 estiman una producción anual de 922000 toneladas de residuos sanitarios en EEUU, lo que supone menos del 1 % de la producción anual de residuos sólidos urbanos. Según el mismo autor, los médicos representarían el 65.5 % del universo de posibles productores, si bien generan solamente el 3.8 % del volumen total de residuos sanitarios, mientras que los hospitales supondrían únicamente el 1 % de los productores de residuos sanitarios, y sin embargo generan el 86 % de este tipo de residuos.

La eliminación de estas grandes cantidades de residuos ha creado importantes problemas a los hospitales, cuyas incineradoras internas tradicionales han quedado desfasadas para tratar de forma adecuada esta ingente masa de residuos, sin trasgredir las normativas sobre emisiones a la atmósfera (EPA 1997; Idris et al. 2002; Stanmore 2002); de ahí que gran parte de los países avanzados se hayan visto obligados a clausurar una fracción más o menos importante de los hornos intrahospitalarios.

Como respuesta, se buscaron soluciones centralizadoras, utilizando las incineradoras para RSU o construyendo incineradoras especiales para residuos sanitarios, así como también se comenzaron a desarrollar otras tecnologías alternativas a la incineración que permitieran tratar los residuos sanitarios; posteriormente fueron apareciendo empresas privadas especializadas en la gestión de residuos biosanitarios, cuyo objetivo de facilitar una mayor eficiencia tecno-económica, a su vez ha obligado a desarrollar sistemas de envasado y transporte de los residuos así como la aceptación del riesgo inherente al movimiento de residuos potencialmente infecciosos. (Reunion internacional de residuos sanitarios. 1997)

### **3.4.-CLASIFICACIÓN**

Anteriormente hemos tenido la oportunidad de constatar algunas tentativas internacionales de clasificación de los residuos sanitarios, puesto que según la fuente que consultemos encontraremos diferentes clasificaciones de estos residuos.

Asímismo encontramos diferencias en las normativas autonómicas de las comunidades autonómicas que han



legislado sobre el particular, en concreto 13 de las 17 CCAA.

Exponemos estas clasificaciones a continuación:

**ARAGON**

**Decreto 29/1995  
de gestión de los  
residuos sanitarios**

GRUPO I:RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS (SIN RIESGO DE INFECCIÓN).GRUPOII:RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS (RIESGO DE INFECCIÓN, NECESIDAD Y TRATAMIENTO EN EL CENTRO SANITARIO).GRUPO III:RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS O DE RIESGO PARA LA SALUD LABORAL Y PÚBLICA. GRUPO IV: CADÁVERES Y RESTOS HUMANOS (REGLAMENTO POLICIA SANITARIA MORTUORIA).GRUPO V:RESIDUOS QUÍMICOS (R.D 833/1988).GRUPO VI:CITOSTÁTICOS.GRUPO VII: RESIDUOS RADIATIVOS (R.D 1522/84, ENRESA)

**ISLAS BALEARES**

**Decreto 136/1996 de  
ordenación de la  
gestión de los  
residuos sanitarios.**

GRUPO I:RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS. GRUPO II:RESIDUOS SANITARIOS NO ESPECÍFICOS (SUJETOS A PROCEDIMIENTOS ADICIONALES DESDE EL CENTRO SANITARIO)GRUPO III:RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS (RIESGO PARA LA SALUD LABORAL, PÚBLICA Y MEDIO AMBIENTE).

**CANTABRIA**

**Decreto 22/90.  
Normativa para la  
gestión de los  
Residuos hospitalarios.**

GRUPO I :RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS. GRUPO II:RESIDUOS SANITARIOS SEGÚN PELIGROSIDAD ESPECÍFICA .GRUPO III:RESIDUOS CONTAMINADOS.

**CASTILLA Y LEÓN**

**Decreto 204/94 de  
ordenación y gestión  
de residuos sanitarios.**

GRUPO I: RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS (NO ESPECÍFICOS DE ACTIVIDAD SANITARIA QUE NO PLANTEAN EXIGENCIAS ESPECIALES DE GESTIÓN, NI SE INCLUYEN EN II,III,IV).GRUPO II:RESIDUOS SANITARIO NO ESPECÍFICOS (RESULTADOS ACTIVIDAD CLÍNICA Y ANÁLOGAS, SUJETOS A REQUERIMIENTOS ADICIONALES DE GESTIÓN ÚNICA ÁMBITO SANITARIO).GRUPO III:RESIDUOS SANITARIOS ESPECIALES (RIESGO PARA SALUD PÚBLICA O MEDIO AMBIENTE. MEDIDAS DE PREVENCIÓN A TODOS LOS NIVELES. GRUPO IV:RESIDUOS TIPIFICADOS EN NORMATIVAS ESPECÍFICAS Y SUJETOS A NORMATIVAS ESPECIALES.LEY BÁSICA RTP.

## CATALUÑA

**Decreto 300/1996.  
Ordenación de la gestión  
de los residuos sanitarios**

GRUPO I:RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS. GRUPO II: RESIDUOS SANITARIOS NO ESPECÍFICOS (REGULAN GESTIÓN ESPECIAL EN EL INTERIOR DEL CENTRO). GRUPO III: RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS O DE RIESGO. GRUPO IV:RESIDUOS TIPIFICADOS EN NORMATIVAS SINGULARES. EJ: CITOSTÁTICOS.

## EXTREMADURA

**Decreto 135/1996. Normas  
de gestión, tratamiento  
y eliminación de residuos  
sanitarios y biocontami-  
nados.**

GRUPO I: RSAU, LEY 42/1975 SOBRE DESECHOS Y RSU. GRUPO II:RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS (NO CONTACTO CON LÍQUIDOS BIOLÓGICOS O PACIENTES QUE PADEZCAN LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS ESTABLECIDAS). GRUPO III: RESIDUOS SANITARIOS CONTAMINADOS O BIOPELIGROSOS. GRUPO IV: RESIDUOS QUÍMICOS TÓXICOS O PELIGROSOS. MEDICAMENTOS CADUCADOS CITOSTÁTICOS. GRUPO V: RESIDUOS ANATÓMICOS. RGLTO DE POLICIA SANITARIA MORTUORIA. GRUPO VI: RESIDUOS SANITARIOS RADIATIVOS.

## MADRID

**Decreto 61/94 sobre  
gestión de residuos  
biosanitarios y  
citotóxicos.**

CLASE I: RESIDUOS GENERALES. CLASE II: RESIDUOS BIOSANITARIOS ASIMILABLES A URBANOS.CLASE III:RESIDUOS BIOSANITARIOS ESPECIALES: A)GRUPOS 1 AL 7:RIESGO DE INFECCIÓN EN INTERIOR DE CENTROS SANITARIOS. B) GRUPOS 8 Y 9: CONSIDERACIONES DE TIPO ÉTICO Y ESTÉTICO. CLASE IV: CADÁVERES Y RESTOS HUMANOS DE ENTIDAD SUFICIENTE, REGULADA POR LOS RGLTOS DE POLICIA SANITARIA MORTUORIA DEL ESTADO Y COMUNIDAD DE MADRID. CLASE V: RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS SEGÚN LEY 20/86 BÁSICA DE RTP. CLASE VI: RESIDUOS CITOTÓXICOS. CLASE VII: RESIDUOS RADIATIVOS.

## NAVARRA

**Decreto foral 296/1993.  
Normativa para la gestión  
de los residuos sanitarios.**

GRUPO I:RSAU. GRUPO II:RESIDUOS SANITARIOS NO ESPECÍFICOS (CONDICIONES ESPECIALES DE GESTIÓN ÚNICAMENTE EN INTERIOR DE CENTRO SANITARIO). GRUPOIII:RESIDUOS SANITARIOS ESPECÍFICOS: A)INFECCIOSOS, B)CULTIVOS Y RESERVAS DE AGENTES INFECCIOSOS Y MATERIAL EN CONTACTO CON ELLOS, C)AGUJAS Y RESIDUOS PUNZANTES O CORTANTES. D) LÍQUIDOS CORPORALES, SANGRE Y HEMODERIVADOS, SUPERIOR A 100 ML, E)RESTOS ANATÓMICOS DE POCA CANTIDAD, RESIDUOS DE ANIMALES INFECCIOSOS. EXCLUYE RESIDUOS LÍQUIDOS NO CONTAMINADOS (DECRETO FORAL 55/1990) LOS CITOSTÁTICOS, SEGÚN NORMATIVA ESPECÍFICA SOBRE RTP.

## PAIS VASCO

**Decreto 313/1996 por el que se regulan las condiciones para la gestión de residuos sanitarios.**

GRUPO I:RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS (GENERADOS EN ACTIVIDADES SANITARIAS).INCLUYE TUBULADURAS, SONDAS, PLACAS RADIOLÓGICAS.GRUPO II: RSE (GESTIÓN DIFERENTE TANTO EN INTERIOR COMO EN EXTERIOR DECENTRO SANITARIO. A)INFECCIOSOS: RELACIONADOS CON PATOLOGÍAS DEL ANEXO I Y CULTIVOS Y RESERVAS DE AGENTES INFECCIOSOS Y MATERIAL DE DESECHO. B) VACUNAS CON AGENTES VIVOS O ATENUADOS. C) RESTOS ANATÓMICOS DE ENTIDAD QUE INDIQUE LA POLICIA SANITARIA MORTUORIA. D) CORTANTES Y PUNZANTES. E)FLUIDOS CORPORALES, SANGRE Y HERIDAS EN FORMA LÍQUIDA O EN RECIPIENTES SUPERIORES A 100 ML F) RESTOS DE ANIMALES INFECCIOSOS Y/O INOCULADOS. G) FÁRMACOS CADUCADOS Y RESTOS DE FÁRMACOS . GRUPO III: RESIDUOS DE NATURALEZA QUÍMICA REGULADOS POR NORMATIVAS ESPECÍFICAS

## LA RIOJA

**Decreto 51/93 de ordenación de la gestión de los residuos sanitarios.**

GRUPO I: RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS. GRUPO II: RESIDUOS SANITARIOS NO ESPECÍFICOS. GRUPO III: RESIDUOS SANITARIOS ESPECIALES: A) INFECCIOSOS, B) ANATÓMICOS, C) SANGRE Y LÍQUIDOS, D) CORTANTES Y PUNZANTES, E) VACUNAS. F) CITOSTÁTICOS. GRUPO IV: RESIDUOS TIPIFICADOS EN NORMATIVAS VIGENTES.

## COM. VALENCIANA

**Decreto 240/1994. Reglamento regulador de la gestión de los residuos sanitarios.**

GRUPO I: RESIDUOS ASIMILABLES A URBANO. GRUPO II: RESIDUOS SANITARIOS NO ESPECÍFICOS. GRUPO III: RSE O DE RIESGO. 1ª SUBDIVISIÓN: A) INFECCIOSOS (CONTACTO CON PACIENTES ENFERMEDADES ANEXO), B) ANATÓMICOS, C) SANGRE Y HEMODERIVADOS EN FORMA LÍQUIDA, INCLUYENDO RECIPIENTES, D) CORTANTES Y PUNZANTES, E) VACUNAS VIVAS ATENUADAS, F) MATERIAL HEMODIÁLISIS, G) CULTIVOS Y MATERIAL CONTAMINADO, H) RESTOS ANIMALES POR INVESTIGACIÓN. A EFECTOS DE GESTIÓN: RESIDUOS SECOS Y RESIDUOS HÚMEDOS.

En la tabla 2 se expone otra clasificación que ha tenido gran aceptación en nuestro país; es la propuesta por Feliu y colaboradores en 1993 en el proyecto Clinhos. Este proyecto recordemos, fue diseñado con el objetivo prioritario de planificar e impulsar el desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos sanitarios, cuyo resultado fuera un conjunto de propuestas y recomendaciones para la puesta en marcha de soluciones concretas y homogéneas en España.

| Grupo | Denominación  | Definición  | Observación  |
|-------|---|---|--|
| I     | Residuos Generales (RG)                             | Residuos sin ningún tipo de contaminación específica  | No específicos de la actividad sanitaria: oficinas, cafetería, almacenes, salas de espera, jardines, etc   |
| II    | Residuos Biosanitarios asimilables a urbanos (RBAU) | Pueden eliminarse en las mismas instalaciones y con las mismas precauciones que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)  | Su riesgo de infección está limitado al interior de los centros sanitarios.  |
| III   | Residuos Biosanitarios Especiales (RBE)             | No pueden eliminarse como los RSU, sino que deben ser sometidos a procesos específicos de incineración o desinfección, o vertidos a la red de saneamiento.  | Representan un riesgo de infección, tanto en el interior como en el exterior de los centros sanitarios.  |
| IV    | Residuos Químicos (RQ)                              | Residuos contaminados productos de naturaleza química que les confieren el carácter de residuo peligroso, de acuerdo con el Reglamento 833/1988*, o en su caso por las normas autonómicas que le sean aplicables. | Los residuos citostáticos pertenecen a este grupo, y destacan en él por su importancia cuantitativa, su peligrosidad y su especificidad sanitaria. |
| V     | Residuos Radiactivos                                | Material de desecho contaminado por sustancias radiactivas  | Su recolección y eliminación es competencia exclusiva de ENRESA**  |
| VI    | Restos anatómicos humanos de entidad                | Cadáveres y restos humanos de entidad suficiente, procedentes de abortos, mutilaciones u operaciones quirúrgicas.   | Su gestión queda regulada por el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuaria***<br>Deben eliminarse mediante inhumación o cremación.                 |

**Tabla 2. Clasificación de los residuos sanitarios** (Fuente: Gestión avanzada de residuos sanitarios. Feliu Jofre et al. 1993. )

\*Reglamento de ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (RD 833/88).

\*\*Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A.

\*\*\*Normativa estatal: Decreto 2263/74 de 20 de Julio.

Estos mismos autores, a su vez clasifican los residuos biosanitarios

especiales como sigue:

| <b>Categoría</b>  | <b>Descripción</b>  | <b>Observaciones</b>  |
|---|---|---|
| 1. Residuos de pacientes con infecciones altamente virulentas, importadas o de muy baja incidencia en España. | Cualquier residuo en contacto con pacientes con las siguientes infecciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebres hemorrágicas víricas.</li> <li>• Herpes virus simiae</li> <li>• Rabia</li> <li>• Carbunco</li> <li>• Muermo</li> <li>• Melioidosis</li> <li>• Difteria</li> <li>• Tularemia</li> <li>• Viruela (erradicada)</li> </ul> | Se trata de infecciones no endémicas en España, o con una incidencia muy baja, y por tanto, los agentes infecciosos responsables no están presentes en el medioambiente, ni en las basuras urbanas. La gran virulencia de estas infecciones y en muchos casos, la falta de conocimientos precisos sobre las vías de transmisión aconseja considerar como especiales todos los residuos en contacto con el paciente. |
| 2. Residuos de pacientes con infecciones de transmisión orofecal.   | Cualquier residuo contaminado con heces de pacientes con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera</li> <li>• Disentería amebiana</li> </ul>   | Ambas infecciones se incluyen puesto que no son endémicos en España. Particularmente, recientes descubrimientos muestran que el cólera puede encontrar ciertas reservas naturales que podrían ser la causa de brotes esporádicos.   |
| 3. Residuos de pacientes con infecciones de transmisión por aerosoles.  | Cualquier residuo contaminado con secreciones respiratorias de pacientes con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberculosis</li> <li>• Fiebre Q</li> </ul>  |   |
| 4. Residuos punzantes o cortantes.  | Todo objeto punzante o cortante utilizado en la actividad sanitaria con independencia de su origen .  | Se trata fundamentalmente de agujas, pipetas, hojas de bisturí, porta y cubreobjetos, capilares.  |
| 5. Cultivos y reservas de agentes infecciosos.  | Residuos de actividades de análisis o experimentación microbiológicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos de agentes infecciosos y material de desecho en contacto con ellos: Placas de Petri, hemocultivos, extractos líquidos, caldos, instrumental contaminado, etc.</li> <li>• Reservas de agentes infecciosos.</li> </ul>       | Dos motivos básicos aconsejan incluir en esta categoría todos los agentes infecciosos sin excepción: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patógenos primarios: las altas concentraciones que se alcanzan en estos residuos no se encuentran en los RSU.</li> <li>- Gérmenes oportunistas: la posibilidad de crear en los laboratorios cepas multiresistentes a los antibióticos.</li> </ul>                     |
| 6. Residuos de animales infecciosos.  | (a) Cadáveres, partes del cuerpo y otros residuos anatómicos<br>(b) Lechos de estabulación de animales de experimentación que hayan sido inoculados con los agentes infecciosos responsables de las infecciones que se citan en las categorías 1,2 y 3.   | La mayoría de los animales de experimentación no requieren ser previamente infectados (por ejemplo, los que se utilizan en prácticas quirúrgicas) y por tanto los residuos asociados no deben ser catalogados como RBE. En consecuencia, esta categoría tiene una baja incidencia en la generación total de RBE.  |
| 7. Cantidades importantes de líquidos corporales, especialmente sangre humana.                                | (a) Recipientes conteniendo más de 100 ml de líquidos corporales.<br>(b) Muestras de sangre o productos derivados, en cantidades superiores a 100 ml.   | Se trata de líquidos corporales no incluidos en las categorías 1 y 3 anteriores. En general, los 100 ml de la categoría (b) equivalen a unos 10-15 tubos de sangre, generados como residuos en los laboratorios de hematología o bioquímica o en el laboratorio del banco de sangre.  |
| 8. Residuos anatómicos humanos.   | Cualquier resto anatómico humano reconocible como tal. Se trata de restos anatómicos no incluidos en la categoría I   | No se incluyen los cadáveres humanos y las grandes piezas anatómicas, que deben gestionarse según el Rglto de Policía Sanitaria Mortuoria.  |

**Tabla 3. Clasificación de los residuos biosanitarios especiales.**

Finalmente y tras revisar las diversas clasificaciones a lo largo de la bibliografía, la clasificación que nos parece más globalizadora y gráfica es la siguiente :

### **Grupo 1: Residuos asimilables a urbanos**

Son los residuos no específicos de la actividad propiamente asistencial, por lo que su gestión no requiere precauciones específicas ni en el interior ni en el exterior de los centros productores, estando regulada por la Ley 10 / 1998 General de Residuos. Son por tanto reciclables.

### **Grupo II: Residuos biosanitarios asimilables a urbanos (RBAU)**

Son todos los residuos resultantes de la actividad sanitaria o los que estén en contacto con estos, que no se hayan incluidos en la categoría de Residuos Biosanitarios Especiales, por tratarse de material no infeccioso. Su riesgo específico se limita al interior de los centros sanitarios, por lo que están sujetos a requerimientos específicos en su gestión intracentro, a diferencia de la gestión extracentro donde se consideran RSU, con la excepción de que no pueden someterse a valorización alguna.

### **Grupo III: Residuos biosanitarios especiales (RBE)**

Se consideran aquellos residuos con capacidad potencial de producir contagio y toxicidad, representando un riesgo específico para la salud laboral y/o pública o para el medio ambiente o por consideraciones de tipo ético o estético, por lo que no se pueden gestionar junto a los residuos sólidos urbanos, quedando enmarcados dentro de los residuos peligrosos, según la Ley 10/1998 y sujetos a lo estipulado en el RD 833/1988.

### **Grupo IV: Residuos químicos.**

Se considera todo material de desecho contaminado con productos de naturaleza química, que le confiere el carácter de residuo peligroso, de acuerdo con la Ley 10/1998 sobre Residuos, quedando su gestión regulada por el RD 833/1988.

### **Grupo V: Residuos especiales radioactivos**

Cualquier material radioactivo de desecho o cualquier residuo contaminado con material radioactivo. Los residuos radioactivos hospitalarios pueden ser considerados como residuos sólidos ( radioisótopos de Cobalto 90, Cesio

137) o líquidos (líquido de centelleo, como Carbono 14 o Yodo 125), así como de baja o media actividad, según el Organismo Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A). La gestión de estos residuos en España (retirada y almacenamiento), es competencia exclusiva de la Empresa Nacional de Residuos Radioactivos (ENRESA) creada por RD 1522/1984 de 4 de Julio.

**Grupo VI: Restos anatómicos de entidad.**

Son los cadáveres y restos humanos de entidad suficiente, procedentes de abortos, mutilaciones y operaciones quirúrgicas, autopsias, etc., cuya gestión queda regulada por el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria (Decreto 2263/1974) .

**3.5.-CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SANITARIOS**

Es previsible que la composición de los residuos generados en centros asistenciales, o en cualquier lugar donde se produzcan estos, presente una importante variación en función de las características del centro productor, como es el tamaño y tipo de asistencia prestada; no obstante, y de forma genérica, en la tabla 4 podemos apreciar los componentes y procedencias de cada grupo de residuos ( se excluyen los radiactivos y los anatómicos sujetos a reglamentaciones específicas):



| COMPOSICIÓN  | PROCEDENCIA   |
|--|---|
| <b>ASIMILABLES A URBANOS</b>   |   |
| Productos de limpieza, jardinería, flores restos de comida, periódicos, bolsas, pañuelos de celulosa, cartón, mobiliario, cenizas etc.   | Consultas, despachos, WC, almacén, comedor, habitaciones, salas de espera, vestuarios, etc.   |
| <b>CLÍNICOS SIN PELIGROSIDAD ESPECÍFICA</b>  |   |
| Vendas, compresas, empapadores, algodón, gasas, envases de suero, bolsas de orina, viales, mascarillas apósitos, pipetas, jeringas, yesos, pañales, guantes, filtros de diálisis, desechables quirúrgicos, tubuladuras y cualquier material contaminado con secreciones y/o sangre.  | Salas de curas, salas de despertar, salas de exploración, enfermería, preanestesia, hemodiálisis, etc.                                    |
| <b>CLÍNICOS BIOCONTAMINADOS</b>  |   |
| Partes corporales y tejidos humanos, residuos procedentes de autopsias, residuos generados por internamiento y asistencia a infecciosos, , partes corporales, heces, tejidos y residuos contaminados procedentes de afectos a enfermedades transmisibles, muestras de laboratorio que contengan microorganismos patógenos o toxinas, cultivos de microbiología, cantidades importantes de sangre, derivados y líquidos orgánicos, restos de instrumental, agujas de sutura, etc. | Boxes (UCI, URG), hemodiálisis, oncología, farmacia, maternidad, cirugía, laboratorio, bioquímica, hematología, anatomía patológica, etc. |
| <b>RESIDUOS QUÍMICOS</b>   |   |
| Citostáticos (oncología), así como los productos utilizados en su preparación, tales como: agujas, jeringuillas, mascarillas. También medicamentos caducados, aceites, residuos con metales, álcalis y bases de analítica de laboratorio.  | Unidades centralizadas para preparación de citostáticos, bodega de farmacia, laboratorio clínico y rayos X.                               |

Tabla 4. Composición y procedencia de los residuos hospitalarios. ( Fuente: Dirección General de Medio Ambiente.)

### 3.6.- CATALOGO EUROPEO DE RESIDUOS.

El Catalogo Europeo de Residuos, aprobado mediante Decisión 94/3/CE de la Comisión de 20-12-93 y publicado por Resolución de 17-11-98 de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, se creó con el

objetivo de constituir una nomenclatura de referencia, que sirviera de terminología común en toda la entonces Comunidad y ahora Union Europea, a fin de aumentar la eficacia de las actividades de gestión de residuos. En definitiva constituye la referencia básica del programa comunitario de estadísticas de residuos ( Fernández 1993).

Se trata de una lista no exhaustiva, es decir, es revisada periódicamente a fin de adaptarla al progreso científico y técnico.

Los residuos sanitarios se encuadran dentro del grupo 18 de esta lista, que incluye los “Residuos de servicios médicos o veterinarios y/o de investigación asociada (excluidos los restos de cocina y restaurantes que no son de procedencia directa de cuidados sanitarios).

En la tabla 5 se exponen los residuos de servicios médicos o veterinarios y/o investigación asociada contemplados en el Catálogo Europeo de Residuos:

|           |  |
|-----------|--|
| 18 01 00  | Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.   |
| 18 01 01  | Objetos cortantes.   |
| 18 01 02  | Restos anatómicos y órganos incluyendo bolsas y bancos de sangre.  |
| 18 01 03  | Residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones   |
| 18 01 04  | Residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones (por ejemplo, vendajes, vaciados de yeso, pañales). |
| 18 01 05. | Productos químicos y medicamentos desechados.  |
| 18 02 00  | Residuos de investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales   |
| 18 02 01  | Objetos cortantes  |
| 18 02 02. | Otros objetos cuya recogida es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones   |
| 18 02 03  | Otros residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.  |
| 18 02 04  | Productos químicos desechados.   |

**Tabla 5. Residuos de servicios médicos o veterinarios y/o investigación asociada según el Catálogo Europeo de los Residuos.**

### **3.7.- MARCO NORMATIVO**

#### **3.7.1.- REGIMEN JURIDICO COMUNITARIO.**

La Unión Europea en su Plan de Política Medioambiental, plantea un balance entre las actividades humanas y el impacto que estas suponen para el medio ambiente, recomendando un aprovechamiento óptimo entre el uso, la producción y la recuperación de materiales y energía, estableciendo políticas y recomendaciones dirigidas hacia la prevención y control del medio ambiente, definiendo cinco tipos de residuos prioritarios (European Commission 1996).

Los residuos sanitarios son uno de estos tipos prioritarios de residuos y constituyen un problema complejo ya que no sólo afectan al medio ambiente sino que existe, y de forma cada vez más manifiesta, una gran sensibilización y percepción por el público en general, suponiendo otros problemas, como ya referíamos, además de las diferentes cantidades de desechos de los países miembros, aspectos tan importantes como el de la definición y clasificación, ya que a los reconocibles anatómicamente, agujas o punzantes y cortantes, químicos y radiactivos, otros países añaden nuevos residuos y por tanto, una de las primeras prioridades de la comisión

europea, no es en sí promulgar una directiva referente a residuos sanitarios, a pesar de que sea un proyecto prioritario, sino armonizar y consensuar esta directiva entre todos los países miembros.

El problema ambiental derivado de la presencia de residuos peligrosos es abordado por la “Comunidad Europea” en el año 1978 con la **directiva 78/319/CEE**, relativa a este tipo de residuos , que establece la necesidad de la gestion diferenciada de los mismos, en orden a “ la protección de la salud humana y a la salvaguarda del medioambiente contra los efectos perjudiciales causados por la recogida, tratamiento, almacenamiento y depósito de dichos residuos.

Esta misma directiva pone de manifiesto el interés comunitario por “favorecer la prevención, el reciclaje y la recuperación de los residuos tóxicos y peligrosos, así como la utilización de los materiales de recuperación a fin de preservar los recursos naturales” y establece que la parte de los costes de gestión de los residuos tóxicos y peligrosos no cubierta por la explotación de los residuos, debe ser sufragada conforme al principio “ quien contamina paga”.

Por su parte, la directiva **91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos**,

establece que “ los estados miembros tomaran las medidas necesarias para asegurar que en todos los lugares en los que se viertan residuos peligrosos, dichos residuos se registren e identifiquen y para que los establecimientos y empresas que se dediquen a la eliminación, recuperación y transporte de residuos peligrosos no mezclen diferentes categorías de residuos peligrosos ni mezclen residuos peligrosos con residuos no peligrosos.

En definitiva, la regulación comunitaria de los residuos se origina, al igual que sucede con todos los elementos integradores del medio ambiente (agua, atmósfera, fauna, flora, etc.) cuando por los años 70 la entonces Comunidad Económica Europea constata que el vacío legal y la disparidad de disposiciones medioambientales puede crear distorsiones en el Mercado Común (Fernández 1993).

Es por lo tanto, fundamentalmente el problema económico, el que obliga, tanto a armonizar la legislación existente, como a asentar las bases de un sistema normativo común para todos los países miembros.

En un primer momento (1975) la regulación comunitaria de los residuos hace referencia a los residuos en general con la **directiva 75/442/CEE de 15 de julio de 1975**. Tres años más tarde, constatada la especialidad de

ciertos residuos, el Consejo mediante la **directiva 78/319/CEE** empieza a diferenciar del resto un determinado tipo de residuos, denominados en principio “residuos tóxicos y peligrosos” .esta directiva en líneas generales:

- define residuo tóxico y peligroso con arreglo a un anexo que incorpora. (art. 1 b)
  
- prevé un régimen uniforme de autorizaciones para los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos. ( art.9)
  
- impone a los estados miembros el deber de establecer un sistema de control y vigilancia para las instalaciones gestoras de residuos tóxicos y peligrosos. (art.15)
  
- obliga a los estados a emitir informes cada tres años sobre la gestión de residuos tóxicos y peligrosos. (art.16)
  
- establece la creación de un comité, constituido por un representante de los estados miembros, que se encargará de adaptar la d.78/319/cee al progreso técnico y científico (art.18)

y 19 )

Trece años después, el 18 de marzo de 1991, el consejo saca a la luz la directiva **91/156/CEE** por la que se modifica la directiva **75/442/CEE** relativa a residuos.

Esta directiva, aplicable a todo tipo de residuos, recoge los principios estratégicos que deben ser asumidos por los estados miembros, teniendo en cuenta los diversos sectores socio-económicos intervinientes.

Los principales objetivos de la misma son:

- tener en cuenta la experiencia adquirida en esta materia por los estados miembros.
  
- disponer de una terminología común.(art. 1 y 2 ).

En esta línea obliga a los estados miembros a fomentar la prevención, reducción, valorización,y utilización como fuente de energía de los residuos (art. 3). Para ello, los estados miembros deben:

- adoptar las medidas necesarias para que los residuos se



valoricen o eliminen sin poner en peligro la salud humana y el medio ambiente (art.4).

- cooperar con otros estados miembros creando una red integrada y adecuada de instalaciones de eliminación de residuos. (art.5)
  
- designar a las autoridades competentes para aplicar la directiva (art.6).
  
- establecer planes para los residuos (art.7).
  
- adoptar medidas de gestión necesarias para que los poseedores de residuos los entreguen a un gestor (art.8); obligar a que los productores, transportistas y gestores de residuos estén autorizados o al menos registrados (art.9 y 12).
  
- obligar a las autoridades competentes a inspeccionar periódicamente los establecimientos gestores (art.13).
  
- propugnar el principio “quien contamina paga”.

- obligar a los estados miembros a informar sobre las medidas adoptadas en aplicación de esta directiva cada tres años y por primera vez el 1 de abril de 1995 (art.16).
- Establecer la creación de un comité encargado de adaptar al progreso técnico y científico los anexos de la directiva (art. 17 y 18).

La citada directiva establece una serie de obligaciones que pueden en líneas generales agruparse en :

A) Obligaciones de carácter general:

- Fomento de la prevención y reducción de la producción de residuos.
- Desarrollo de tecnologías limpias.
- Prioridad de valorización de los residuos sobre otras técnicas de gestión.

- Garantías de protección del medio ambiente en la valorización y eliminación de los residuos.
- Limitación de los traslados de residuos ajustándose a los principios de proximidad y suficiencia.
- Formulación de planes de gestión de residuos.

B) Medidas concretas aplicables a las operaciones de producción y gestión así como a productores y poseedores:

- Régimen de autorización previa, control y registro, para las operaciones de producción, valorización, eliminación y transporte de residuos.
- Aplicación del coste de eliminación al productor o poseedor de residuos.

C) Medidas concretas aplicables a las instalaciones de producción y gestión de residuos:

- Régimen de autorización previa e inspecciones periódicas de las instalaciones en las que se produzcan o gestionen residuos, así como la necesidad de registrar cantidades, naturaleza, origen, etc. de los residuos producidos, valorizados, transportados o eliminados.

Algunos meses más tarde, el 12 de diciembre de 1991 el consejo aprueba la **directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos**, que deroga la D78/319/CEE y atribuye a la d75/442/CEE el carácter de norma marco con el fin de adaptar lo dispuesto por la d91/156/CEE a estos residuos.

Con este objetivo define los residuos peligrosos ( ya no les denominan tóxicos) con arreglo a un anexo que se incorpora a la directiva (art.1).

Asimismo obliga a los estados miembros a:

- Registrar e identificar los residuos peligrosos que se viertan y a no mezclarlos, salvo ciertas condiciones (art.2).
- Establecer un régimen de autorizaciones para los productores y gestores de residuos peligrosos y de inspección y control de

las instalaciones de tratamiento de estos residuos (art.4).

- Adoptar medidas necesarias para envasar y etiquetar los residuos peligrosos de acuerdo con las normas internacionales y comunitarias (art. 5).
- Que las autoridades competentes elaboren planes generales de gestión de residuos peligrosos (art.6).
- Adoptar las medidas necesarias en caso de emergencia o peligro grave incluida la suspensión de la aplicación de la directiva para garantizar que la gestión de los residuos no constituye peligro para la población o el medio ambiente (art.7).
- Informar a la Comisión de acuerdo con el art. 16 de la directiva 75/442/CEE sobre instalaciones de gestión de residuos peligrosos que formen parte de una red integrada. (art.8).
- Poner en vigor la directiva ante del 12 de diciembre de 1993

(art.10) derogando a partir de esta fecha la d78/319/CEE  
(art.11) antes descrita.

Una nueva directiva, la **d 94/31/CEE**, adoptada por el Consejo el 27 de Junio de 1994, viene a modificar los art. 10 y 11 de la directiva 91/689/CEE, con el fin de aplazar la entrada en vigor de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de dicha directiva, hasta el 27 de Junio de 1995, así como la derogación de la d78/319/CEE hasta esta fecha. Todo esto fue consecuencia de que el comité de expertos no pudo elaborar una lista obligatoria de residuos peligrosos en los plazos fijados por la d91/689/CEE.

Dicha lista aparece en la **decisión 94/904/CEE** de 22 de diciembre de 1994.

En el cuadro 1 vemos las directivas que la Unión Europea ha elaborado hasta la fecha en la materia, distinguiendo entre residuos y residuos tóxicos y peligrosos (los cuales a partir de 1991 pasan a llamarse “peligrosos” ).

**Cuadro 1. Directivas comunitarias en materia de residuos**

| <b>DIRECTIVAS RELATIVAS A RESIDUOS</b>            | <b>FECHA DE PROMULGACIÓN</b> | <b>DE OBJETIVOS</b>  |
|---|------------------------------|--|
| 75/442/CEE  | 15/07/1975                   | * Establecimiento del régimen jurídico comunitario de la gestión de residuos para evitar la disparidad de disposiciones entre los Estados miembros.                    |
| 91/156/CEE  | 18/03/1991                   | * Modifica la D75/442/CEE teniendo en cuenta la experiencia adquirida en materia de residuos. Establece una terminología común   |
| <b>DIRECTIVAS RELATIVAS A RESIDUOS PELIGROSOS</b> | <b>FECHA DE PROMULGACIÓN</b> | <b>DE OBJETIVOS</b>  |
| 78/319/CEE<br><b>DEROGADA</b>                     | 20/03/78                     | * establecimiento del régimen jurídico comunitario de la gestión de residuos tóxicos y peligrosos para evitar la disparidad de disposiciones de los estados miembros.  |
| 91/689/CEE  | 12/12/1991                   | * Adaptar lo dispuesto por la D.91/156/CEE para los residuos peligrosos (ya no se denominan tóxicos)   |
| 94/31/CE  | 27/06/1994                   | * Modifica el apdo 1 del art. 10 de la D.91/689/ceepara aplazar la entrada en vigor de la misma al 27 de junio de 1995 y derogar a partir de esa fecha la D.78/319/CEE |

Del análisis de las directivas comunitarias sobre residuos podemos concluir que:

- 1- El régimen jurídico comunitario de gestión de residuos va siempre encaminado a armonizar las disposiciones en esta materia de los estados miembros para evitar distorsiones en el Mercado Común.
  
- 2- En un principio no se distingue entre residuo en general y residuo peligroso, y en consecuencia, las primeras directivas sobre residuos sólo se refieren a los residuos en general (D75/442/CEE).

Con el paso del tiempo se detecta que hay ciertos residuos que por su especial naturaleza y peligrosidad necesitan una regulación específica y, consecuentemente, a las directivas que ya existen sobre residuos se unen un nuevo tipo de directivas que regulan específicamente los residuos peligrosos.

- 3- El régimen jurídico comunitario de los residuos se asienta sobre el tradicional sistema de control administrativo de los particulares ejercido por el estado y que consiste en crear un flujo permanente de información entre el particular (productor y gestor de residuos, en



este caso) y la administración competente del estado miembro; y del estado miembro con la administración comunitaria.

4- Los principales instrumentos administrativos de control establecidos por la regulación comunitaria de los residuos son:

- el otorgamiento de autorizaciones (para instalaciones de tratamiento, gestores, etc.)
- la creación de registros (y en consecuencia bases de datos)
- la elaboración de planes de gestión
- y finalmente, la creación de redes integradas de tratamiento de residuos, el establecimiento de un régimen uniforme de denominaciones, obligaciones y prohibiciones para los productores y gestores de residuos.

5- La evolución de la regulación comunitaria de los residuos está directamente relacionada con los avances técnicos y científicos. Por lo tanto, dado que estos avances son continuos, también es continua

la necesidad de ir adaptando a los mismos la normativa comunitaria sobre la materia.

6- Uno de los mayores obstáculos que encuentran los expertos encargados de elaborar las directivas sobre residuos es la definición de residuo peligroso. De ahí que se creara un comité (arts. 17 y 18 de la directiva 91/156/CEE) encargado de elaborar una lista exhaustiva y obligatoria de residuos peligrosos.

En resumen, hasta 1990, eran principalmente dos directivas las que regulaban los residuos: la **directiva 75/442/CEE de 15 de Julio, relativa a los residuos**, y la **directiva 78/319/CEE de 20 de Marzo, relativa a los residuos tóxicos y peligrosos**. Existían además otras directivas que regulaban determinados residuos (aceites usados, pilas y acumuladores, pcbs/pcts, etc).

El constante incremento de los residuos originados en la Comunidad, obligó al planteamiento de una nueva estrategia tendente a la reducción en la producción de todo tipo de residuos, estableciéndose además otros principios estratégicos como la promoción de la valorización, la reducción al mínimo de la eliminación final, la reglamentación de los transportes y las

acciones correctivas (Fernández 1993).

De modo que a partir de 1991, la legislación comunitaria, mostró un cambio fundamental en la sistemática de regulación , abandonando la regulación diversificada (RSU y RTP), y optando por una regulación común de carácter básico, a completar por regulaciones específicas para determinadas categorías de residuos.

## **2- EVOLUCION DE LA NORMATIVA DE RESIDUOS EN ESPAÑA**

A lo largo de nuestra historia legislativa numerosas disposiciones se han ocupado de la regulación de los residuos teniendo en cuenta los aspectos nocivos de los mismos y adoptando las medidas necesarias para proceder a su recogida y almacenamiento con las debidas garantías. (Rodriguez 1998)

De hecho, en nuestro país no tenemos una normativa única en materia de gestión de residuos sanitarios. No obstante, esto no quiere decir que haya un vacío. Durante mucho tiempo, el gran productor de residuos sanitarios que ha sido el Instituto Nacional de la Salud, ha contado con manuales de gestión que no han tenido rango legal, pero que por consenso han sido generalmente aceptados y utilizados más o menos dentro de sus

establecimientos sanitarios, así como también han sido copiados por instituciones privadas (INSALUD 1992; Bartolomé 1997).

Asimismo ante la falta de una regulación global y de conjunto, la respuesta fue en un primer momento el surgimiento de diferentes ordenanzas relativas a estos residuos en algunas ciudades, así como de distintas directrices que intentaban fijar las condiciones para su correcta gestión: el ya citado Manual del INSALUD, directrices CCOO, proyecto CLINHOS...; y posteriormente la aprobación por parte de las Comunidades Autónomas de una oleada de decretos legislativos referentes a la gestión de residuos sanitarios, caracterizados en gran medida por una falta de armonía y uniformidad de criterios (Beltrán 1995; FUNGESMA 1997; Serrano 2001)

Como antecedentes pueden citarse entre otras disposiciones el **Reglamento de Sanidad Municipal** y el **Reglamento de Sanidad Provincial de 9 de Febrero y de 20 de Octubre de 1925** respectivamente, la **Ley de Bases de Régimen Local de 17 de Julio de 1945**, el **Reglamentode Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas de 30 de Noviembre de 1961** etc.

Estas y otras disposiciones puntuales han contemplado de una forma

directa o indirecta el problema de los residuos (Dominguez M 1998).

Sin embargo, la primera regulación específica en la materia se realiza en 1975 mediante la **Ley 42/1975 de 19 de Noviembre, sobre Recogida y Tratamiento de los Desechos y Residuos Sólidos Urbanos**. Su promulgación fue anterior a la entrada de España en la CEE, pero en su elaboración ya se tuvieron en cuenta los criterios comunitarios en la materia, concretados posteriormente en la **Directiva 75/442 CEE relativa a residuos**, de tal modo que tras el ingreso en la CEE sólo fue necesario modificar dos artículos, mediante **Real Decreto Legislativo 1163/1986**. (Valerio 1997)

Aunque el objetivo principal de la ley era la regulación de los RSU, la diversificación y complejidad de su tratamiento obligó a incluir en su ámbito de aplicación, además de los residuos domiciliarios, a los residuos comerciales, industriales y agrícolas, previéndose que algunas categorías de residuos (radiactivos, aguas residuales, tóxicos, contaminantes o peligrosos) fuesen reguladas por disposiciones especiales.

Por ello fue promulgada la **Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos**, que junto con su **Reglamento de Ejecución 833/88** vinieron a

llenar el vacío normativo en la materia, teniendo en cuenta la normativa comunitaria, especialmente la **Directiva 78/319/CEE**, y de acuerdo con el reparto competencial previsto en la constitución.

Sin embargo el abordaje de la regulación de los residuos por parte de la legislación estatal, distinguiendo dos categorías (RSU y RTP), provocó algunos problemas en la reglamentación de determinados tipos de residuos, por ejemplo los residuos hospitalarios estaban incluidos tanto en el ámbito de aplicación de la ley de residuos sólidos urbanos, como en el anexo del reglamento de la ley de residuos tóxicos y peligrosos (Beltrán 1995).

Así la ley 42/75 sobre desechos y residuos sólidos urbanos, indica en su art. 2 que los residuos producidos como consecuencia de actividades sanitarias en hospitales, clínicas y ambulatorios, se incluyen en el ámbito de la ley y por tanto los ayuntamientos están obligados a hacerse cargo de su eliminación (art.3 párrafo 3), si bien se deja claro que cuando el ayuntamiento considere que los residuos sólidos presenten características que los hagan residuos tóxicos y peligrosos, podrá exigir al productor que realice un tratamiento previo que reduzca o elimine su peligrosidad o que los deposite en forma y lugar adecuados. La ley no indica que residuos biosanitarios deben considerarse peligrosos y consecuentemente no

concreta su forma de gestión. (Martin-Retortillo 1997)

Actualmente la gestión de residuos se encuentra regulada básicamente por la **Ley 10/1998 de Residuos** y el **reglamento** anteriormente referido **833/88** .

De acuerdo a lo dispuesto en la constitución (art. 199.1.23), la ley 10/1998 contiene un régimen jurídico básico, siendo por lo tanto, una ley de mínimos y pudiendo las comunidades autónomas establecer normas adicionales de protección.

Las normas específicas sobre la producción y gestión de residuos peligrosos se contemplan en el capítulo IV de la ley, artículos 21 a 24 donde se establecen obligaciones para los productores de residuos peligrosos (Cuadro 2).

## **Cuadro 2. Obligaciones de los productores de r.peligrosos**

### **( Ley 10/98 de Residuos)**

- A. Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente mezclas que supongan un aumento de

su peligrosidad o dificulten su gestión

- B. Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- C. Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y destino de estos.
- D. Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.
- E. Presentar un informe anual a la administración pública competente, en el que se debe especificar, como mínimo, cantidad , naturaleza y destino final de los residuos peligrosos producidos o importados.
- F. Informar inmediatamente a la administración pública competente en caso de desaparición, pérdida o escape de residuos peligrosos.



Otros especificaciones a destacar de la ley general de residuos se reflejan a continuación:

1. Todas las actividades de gestión de este tipo de residuos quedan sometidas a régimen de autorización por el órgano ambiental de la comunidad autónoma, pudiendo exigirse a los productores, la constitución de un seguro que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades.
2. Las actividades de transporte de residuos peligrosos requieren, además, un documento específico de identificación de los residuos, expendido en la forma que reglamentariamente se determine, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa vigente sobre el transporte de mercancías peligrosas.
3. Las personas o entidades que realicen actividades de recogida, almacenamiento, valorización, o eliminación de residuos peligrosos deben, además de llevar un registro documental, establecerán medidas de seguridad, autoprotección y plan de emergencia interior para

prevención de riesgos, alarma, evacuación y socorro.

Con la Ley de Residuos 10/98 se deroga la Ley 20/86 de 14 de Mayo de 1986 de Residuos Tóxicos y Peligrosos, régimen jurídico básico que se desarrolló reglamentariamente por medio del Real Decreto de 20 de Julio de 1988, número 833/1988 (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.) por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 de régimen jurídico básico de residuos tóxicos y peligrosos..

Este real decreto es modificado por el **Real Decreto 952/1997**, de 20 de junio por el que se **modifica el Reglamento de la Ley 20/1986**, de 14 de mayo Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos., aprobado mediante RD 833/1988, de 20 de Julio.

De dicho reglamento la Ley 10/1998 ha derogado los artículos 50.51 y 56 (Rodríguez 2000)

Otra disposición relativa a los residuos sanitarios es la **Orden de 13 de Octubre de 1989** por la que se **determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y / o peligrosos.**

La orden tiene por objeto proporcionar métodos adecuados para determinar la existencia o inexistencia de las características peligrosas recogidas en una tabla , así como la especificación de algunas propiedades que también confieren al residuo la característica de peligroso, con independencia del método empleado para su determinación.

Las características de peligrosidad, que se determinan mediante los métodos y propiedades contenidos en la orden, son la inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, ecotoxicidad y cualidad de cancerígeno, mutagénico o teratogénico.

En cuanto al **Reglamento de ejecución de la ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos. (RD 833/88)**, hay que decir que supuso un nuevo paso en la gestión de estos residuos, conteniendo 5 anexos que incluyen: el sistema de identificación de RTP (anexo 1), los pictogramas o indicadores de riesgo (anexo 2), la declaración anual de productores (anexo 3), la memoria anual de gestores (anexo 4) y el documento de control y seguimiento (anexo 5).

Los instrumentos del control administrativo son principalmente, el

establecimiento de un régimen de autorizaciones previas (sujetas a la contratación de seguros que cubran los posibles daños medioambientales) para las instalaciones de tratamiento y las operaciones de producción y gestión de residuos peligrosos; la creación de registros de datos y la prohibición de ciertas actividades (Beltrán 1995).

Merece la pena estudiar más detalladamente los aspectos más relevantes del citado reglamento, ya que desarrolla las directrices de la ley:

1. En relación al régimen de autorización de actividades productoras de residuos tóxicos o peligrosos:

- La instalación, ampliación o reforma de industrias o actividades generadoras o importadoras de residuos tóxicos o peligrosos o manipuladoras de productos de los que pudieran derivarse residuos de este carácter, requiere la autorización del órgano competente de la comunidad autónoma en cuyo territorio se pretenda ubicar, sin perjuicio de las demás autorizaciones exigibles por el ordenamiento jurídico.

- A la solicitud de autorización debe adjuntarse un estudio sobre

cantidades e identificación de residuos, prescripciones técnicas, precauciones, lugares y métodos de tratamiento y depósito.

2. Por otra parte son obligaciones de los productores:

- Utilizar **envases** y sus cierres que eviten cualquier pérdida , sólidos, resistentes, y contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni de formar combinaciones peligrosas con el mismo. Asimismo evitar durante el envasado y almacenamiento, la generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.
  
- Los recipientes o envases deben **etiquetarse** de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del estado. Incluyendo: código de identificación de los residuos, nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos, fecha de envasado y naturaleza de los riesgos que presentan.
  
- El tiempo de **almacenamiento** de los residuos tóxicos o

peligrosos por parte de productores y/o gestores no puede exceder de 6 meses, salvo autorización especial del órgano competente.

- El productor debe llevar un **registro** en el que conste la cantidad, naturaleza, identificación según el anexo I, origen, métodos y lugares de tratamiento, así como las fechas de generación y cesión de los residuos. Además debe conservar al menos durante 5 años los documentos de aceptación en las instalaciones de tratamiento o eliminación, y los ejemplares de documento de control y seguimiento de los residuos.
  
- Asimismo, el productor debe presentar una **declaración anual** al órgano competente de la comunidad autónoma, en la que especifique el origen y cantidad de los residuos producidos, el destino que se les da, y la relación de los que se encuentran temporalmente almacenados, así como las incidencias relevantes ocurridas en el año, debiendo conservar una copia al menos durante 5 años.
  
- El productor de residuos tóxicos o peligrosos, antes de su

traslado desde el lugar de origen hasta una instalación de tratamiento o eliminación, tiene que contar imprescindiblemente con un **compromiso documental de aceptación** por parte del gestor, por lo que debe cursar al mismo **una solicitud de aceptación**, que incluya la identificación, propiedades físico-químicas, composición química, volumen y peso de los residuos, así como el plazo de recogida; siendo el productor responsable de la veracidad de los datos y estando obligado a suministrar la información que le sea requerida para facilitar su gestión y a sufragar los gastos del transporte de retorno de los residuos no aceptados en caso de falseamiento demostrado.

- Otras obligaciones del productor son **cumplimentar los documentos de control y seguimiento** de los RTP desde el lugar de producción hasta los centros de recogida, tratamiento o eliminación.; Así como no entregar RTP a un transportista que no reúna los requisitos exigidos por la legislación vigente, para el transporte de este tipo de residuos.
- Asimismo debe **comunicar** inmediatamente al órgano

competente de la comunidad autónoma en cuyo territorio esté ubicada la instalación productora, los casos de **desaparición, pérdida o escape de RTP**, sin perjuicio de lo dispuesto en la legislación de protección civil.

### 3. El caso de los pequeños productores.

- Se consideran pequeños productores, aquellos que generan o importan menos de **10.000 kilogramos** de RTP al año y se encuentran inscritos en el **registro** que a tal efecto llevan a cabo los órganos competentes de las comunidades autónomas.
- Estos deben cumplir todas las obligaciones anteriores, salvo la de presentar la **declaración anual**, de la que se hallan **exentos**.

### 4. Régimen jurídico de la gestión.

- Al igual que la producción, la realización de actividades de gestión de RTP está sujeta a autorización administrativa por parte del órgano competente de la comunidad autónoma en



cuyo territorio se ubiquen las instalaciones; debiendo depositarse una **fianza** en cuantía suficiente para responder del cumplimiento de todas las obligaciones, que frente a la administración, se deriven del ejercicio de estas actividades.

- La **solicitud de autorización** debe incluir un amplio estudio de la tecnología aplicable a las instalaciones y a su funcionamiento, proceso de tratamiento o eliminación, dotaciones de personal y material y , en general, prescripciones técnicas, así como las medidas de control y corrección en caso de averías o accidentes.
  
- La autorización se concede por un período de **5 años**, susceptible de dos prórrogas sucesivas y automáticas de otros 5 años cada una, previo informe favorable tras la correspondiente visita de inspección.
  
- Transcurrido este tiempo la autorización caduca, pudiendo el titular solicitar una nueva autorización, según el procedimiento ordinario.

- El gestor se convierte en **titular** de los RTP aceptados, a la recepción de los mismos, en este momento se formaliza el **documento de control y seguimiento** de los residuos, en el que constarán como mínimo, los datos identificadores del productor y de los gestores y en su caso de los transportistas, así como los referentes al residuo que se transfiere.
  
- El gestor, asimismo está obligado a llevar un **registro** comprensivo de todas las operaciones en que intervenga, y que incluya al menos: procedencia de los residuos, cantidades, naturaleza, composición y código de identificación de estos, fecha de aceptación y recepción, tiempo de almacenamiento así como operaciones de tratamiento y eliminación y destino posterior de los residuos.
  
- También debe el gestor registrar y **conservar las solicitudes de admisión, los documentos de aceptación y los documentos de control y seguimiento**, durante un período de **5 años**.
  
- Anualmente el gestor debe presentar una **memoria anual de**

**actividades** ante el órgano competente de la comunidad autónoma, en la que se especifiquen cantidades y características de los residuos gestionados, la procedencia de los mismos, los tratamientos efectuados y el destino posterior, la relación de los que se encuentran almacenados, así como las incidencias relevantes acaecidas en el año inmediatamente anterior.

- Del mismo modo son obligaciones del gestor: mantener el correcto funcionamiento de la actividad y las instalaciones; no aceptar residuos procedentes de instalaciones o actividades no autorizadas; comunicar al órgano de medio ambiente que autorizó la instalación cualquier incidencia y mantener un servicio suficiente de vigilancia para garantizar la seguridad.

Finalmente el reglamento para la ejecución de la ley básica de residuos tóxicos y peligrosos, establece en su anexo I, que el sistema para identificar si un residuo es tóxico y peligroso o de distinta condición “consiste en la utilización de un conjunto de códigos al objeto de poder disponer de informaciones que permitan en todo momento la identificación de los residuos”.

Los códigos básicos son siete, simbolizados por letras mayúsculas. Cada uno comprende un abanico de posibilidades o categorías, diferenciadas mediante una clave numérica incorporada a la letra mayúscula básica, que se recogen en una tabla .

El contenido de cada tabla y su respectivo código básico es el siguiente:

Tabla 1: Razones por las que los residuos deben ser gestionados (Código Q).

Tabla 2: Operaciones de gestión (Código D/R)

Tabla 3: Tipos genéricos de residuos peligrosos (Código L.P.S.G).

Tabla 4: Constituyentes que dan a los residuos un carácter peligroso (Código C)

Tabla 5: Características de los residuos peligrosos (Código H).

Tabla 6 Actividades generadoras de los residuos (Código A).

Tabla 7: Procesos en los que se generan los residuos (Código B).

Es necesario identificar adecuadamente el residuo en cada tabla, el cual únicamente tendrá la consideración de peligroso, cuando en su identificación posea al menos uno de los constituyentes (tabla 4-código C) que le dan el carácter de peligroso, conjuntamente con alguna de las características de residuos peligrosos (tabla 5-código H).

Los anexos II a V incluyen:

Anexo II. Pictogramas o indicadores de riesgo.

Anexo III. Declaración anual de productores.

Anexo IV. Memoria anual de gestores.

Anexo V. Documento de control y seguimiento.

A modo de resumen el esquema 1 muestra cómo ha ido evolucionando la normativa española sobre residuos sanitarios:

**Esquema 1.- Evolucion de la normativa española en materia de residuos sanitarios.**

1. Tratamiento general

- ◆ Reglamento de Sanidad Municipal de 9 de Febrero de 1925.
- ◆ Reglamento de Sanidad Provincial de 20 de Octubre de 1925.
- ◆ Ley de Bases de Régimen Local de 17 de Julio de 1945.
- ◆ Decreto 2263/1974, de 20 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Policia Sanitaria Mortuoria, que regula los restos anatómicos de entidad.
- ◆ Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas de 30 de Noviembre de 1961.
- ◆ Artículos 43 y 45 de la Constitución Española de 1978, relativos a la

protección de la salud y del medioambiente.

- ◆ Artículos 325 a 329 del Código Penal, relativos a depósito y vertidos al medioambiente.

## 2. Tratamiento específico

- ◆ Ley 42/1975 de 19 de Noviembre sobre Recogida y Tratamiento de los Desechos y Residuos Sólidos Urbanos (RSU).
- ◆ Real decreto legislativo 1163/1986 que modifica a la ley anterior.
- ◆ Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y/o Peligrosos (RTP).
- ◆ Real decreto 833/88 que aprueba el reglamento de ejecución de la ley 20/1986 básica de RTP.
- ◆ Orden de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los métodos de caracterización de los RTP.

## 3. Normativa vigente

- ◆ Ley 10/1998 de residuos

- ◆ Rd 833/88 .reglamento de ejecución de la ley 20/1986 (derogados solamente tres artículos).
  
- ◆ Disposiciones autonómicas:
  - Decreto 22/1990. Normativa para la gestión de residuos hospitalarios en Cantabria.
  
  - Decreto 300/1992. Ordenación de la gestión de los residuos sanitarios en Cataluña.
  
  - Decreto 51/1993. Ordenación de la gestión de los residuos sanitarios en La Rioja.
  
  - Decreto foral 296/1993. Normativa para la gestión de los residuos sanitarios en Navarra.
  
  - Decreto 61/1994 sobre gestión de residuos biosanitarios y citotóxicos en la Comunidad autónoma de Madrid. Decreto 83/1999 de 3 de Junio por el que se regulan las actividades de producción y gestión de los residuos biosanitarios y citotóxicos

en la Comunidad de Madrid.

- Decreto 204/1994 de ordenación y gestión de los residuos sanitarios en Castilla y León. Modificado por el Decreto 218/1995 y desarrollado por la orden de 31 de Enero de 1996.
  
- Decreto 240/1994. Reglamento regulador de la gestión de los residuos sanitarios. Orden de 12 de Marzo de 1998 por el que se crea y regula el registro de establecimientos, centros y servicios sanitarios y veterinarios de residuos sanitarios (DOGV nº 3224 de 17/4/98)
  
- Decreto 29/1995 de gestión de los residuos sanitarios en Aragón.
  
  
- Decreto 136/1996 de ordenación de los residuos sanitarios en las Islas Baleares.
  
  
- Decreto 313/1996 por el que se regulan las condiciones para la gestión de los residuos sanitarios en el País Vasco.
  
  
- Decreto 135/1996. Normas de gestión, tratamiento y



eliminación de residuos sanitarios y biocontaminados en Extremadura. Decreto 141/1998 de 1 de Diciembre por el que se dictan normas de gestión, tratamiento y eliminación de residuos sanitarios y biocontaminados.(DOE 141 de 10/1/98).

- Orden de 14 de Mayo de 1996 por la que se regula el libro personal de registro para de residuos tóxicos y/o peligrosos en la Comunidad Canaria.
- Decreto 460/1997 de normativa para la gestión de residuos sanitarios en Galicia.

### **3.8.-TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS SANITARIOS**

Sin duda, la tecnología de tratamiento de los residuos sanitarios tradicionalmente más extendida ha sido la incineración de los mismos (Fernández F 1994).

Sin embargo, a partir de la instauración de límites de emisión a la atmósfera cada vez más restrictivos, despegan otras tecnologías de tratamiento alternativas ( Rutala 1996; Klangsin et al 1998; Wassermann D 1999 ; Sibbald 2001).

Según un informe de la EPA, las alternativas más empleadas son los autoclaves, los sistemas de tratamiento químicos y los sistemas de microondas ( Palenik et al. 1997; Rutala 1996; Rutala et al. 2001; Coronel et al. 2002). Muchas de estas tecnologías van equipadas con un triturador que presenta resultados estéticamente aceptables al tratar residuos patológicos o animales (Malloy 1994).

Otros sistemas empleados son la gasificación, radiación ultravioleta y dispositivos de desinfección (Tsai et al. 1999; Phillips 1999; Holliday et al. 2000).

En cualquier caso cualquiera que sea la tecnología seleccionada, el proceso debe eliminar todo el riesgo del residuo y dejarlo aceptable para su vertido (Calvo 1994).

No obstante, idealmente los objetivos básicos de todo sistema de tratamiento serían obtener la esterilización del residuo, una reducción en su volumen, que sea aplicable a sólidos y líquidos mezclados en cualquier proporción y su evacuación final como residuos urbanos irreconocibles (Gobernado et al. 1997).

### **3.8.1.- TÉCNICAS DESTRUCTIVAS.**

#### **3.8.1.1.-Incineración de residuos sanitarios**

Básicamente la incineración es un proceso en el que se utiliza la combustión a altas temperaturas (más de 850 ° C) para convertir los residuos sanitarios en cenizas y escorias estériles, esto es, materiales no

combustibles de menor volumen; pudiendo contar o no con recuperación de energía.

El objetivo de cualquier horno incinerador es conseguir una combustión lo más completa posible a fin de obtener compuestos finales simples e ino cuos (Recatala 1994; Dunham 1998).

Sin embargo y aunque idealmente los residuos producto de la combustión deberían limitarse al CO<sub>2</sub>, vapor de agua y ceniza inerte, son inevitables productos intermedios indeseados, de forma que para cumplir la normativa sobre emisiones gaseosas, son necesarios mecanismos adicionales de control de estas, fundamentalmente cámaras de postcombustión y sistemas de depuración de gases (Vanchieri 1998; Ferraz et al. 2000).

Los primeros controlan la emisión de subproductos insuficientemente combustionados, prolongando su permanencia a altas temperaturas (alrededor de 1100° C), mientras que los segundos disminuyen la emisión de partículas, gases ácidos orgánicos residuales.

Las instalaciones de incineración, constituyen una alternativa de tratamiento poco aceptada socialmente y que comporta un coste económico muy importante (Serrano 2001), aunque por otro lado, asegura la total

destrucción del residuo sanitario, convirtiéndolo en un material no combustible, de menor volumen (permite una reducción de entre un 85 % y un 95 % en volumen y alrededor de un 70 % en peso) y no menos importante, de buen aspecto.

Es por esto que su aceptación por parte de los establecimientos sanitarios productores y por la empresa gestora es elevada (descarta problemas de rechazo psicológico de los operarios de las instalaciones de eliminación de las cenizas resultantes) (Turnberg 1990; Lipscomb 1997).

Sin embargo la respuesta social es completamente diferente, tanto a nivel nacional como internacional, e independientemente de la naturaleza de los residuos ( y pese a que la Ley General de Residuos 10/98 “declara de utilidad pública e interés social, a efectos de la legislación de expropiación forzosa, el establecimiento o ampliación de instalaciones de almacenamiento, valorización y eliminación de residuos”), la instalación de incineradoras conlleva siempre en mayor o menor medida problemas de oposición pública así como dificultades administrativas para obtener los permisos de instalación y explotación (Greenpeace 1991; Serrano 2001; Sibbald 2001).

Los tipos de incineradoras más frecuentes son: de cámara múltiple o con

exceso de aire, de horno rotatorio, y de aire controlado e incineradores pirolíticos.

En las primeras, se inyecta un volumen de aire por encima de la relación estequiométricamente necesaria; oscilando el exceso de aire entre un 200 % y un 400 %. Consta de dos cámaras, la primera con una temperatura alrededor de 800 °C y la segunda cercana a los 1200° C. En la primera cámara se produce la combustión de los componentes sólidos, mientras que los componentes volátiles pasan a la segunda, donde se inyecta nuevamente aire y combustible y se produce una nueva combustión en la que se incrementa la turbulencia y la consiguiente reacción del aire con los compuestos aun no combustionados, minimizando las emisiones no deseadas. Aun así el nivel de emisiones es muy superior a las del horno rotatorio o a las de aire controlado. ( Dpto de Urbanismo, Vivienda y Medioambiente del Gobierno Vasco 2000; Levendis et al. 2001 ).

En las incineradoras de horno rotatorio el residuo se introduce inicialmente en una cámara cilíndrica que mediante un movimiento de rotación sobre su eje horizontal, facilita el desplazamiento de los residuos, así como la posibilidad de que el aire que se inyecta lo combustione. Los componentes volátiles son quemados en una segunda cámara. La mayoría de estas

incineradoras trabajan con exceso de aire, si bien se han desarrollado proyectos de incineradoras de horno rotatorio que trabajan en régimen de aire controlado.

Los hornos rotatorios están muy implantados en el tratamiento de residuos peligrosos, debido a su versatilidad en cuanto al estado físico (sólidos, líquidos, lodos) y al tipo de residuos que pueden aceptar. Una desventaja es su mayor coste de inversión y mantenimiento, pues el desgaste mecánico del sistema es mayor.

Por último, las incineradoras de aire controlado y pirolíticas constan de dos cámaras: una de llamada de pirólisis y una de postcombustión. En la primera, se produce una combustión lenta y controlada de los residuos, con un aporte de aire de entre el 20 % y el 40 % del necesario para una relación estequiométrica correcta. En este proceso los residuos se descomponen en cenizas, carbono fijo, fracción líquida y productos gaseosos ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ). Los gases generados pasan a la segunda cámara (reactor térmico) donde con exceso de aire y alta temperatura, son oxidados totalmente a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Con este sistema se obtiene una cantidad mínima de inquemados gaseosos, una reducida emisión de polvo y un ahorro de combustible adicional, ya

que en el reactor térmico se aprovecha el calor que aportan los gases combustibles procedentes de la pirólisis.

Debido a las elevadas temperaturas de trabajo (950-1200° C) en la incineración pirolítica, los humos generados tienen un potencial energético muy interesante, siendo aconsejable siempre la recuperación de calor de los humos, al ser una energía gratuita que permite mejorar la amortización de la instalación (Serrano 2001).

En cuanto a la normativa aplicable , resaltar el hecho de que de las directivas promulgadas al respecto no cubren completamente el régimen relativo a la incineración de residuos sanitarios (D/89/429/CEE relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos municipales y D.89/369/CEE relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones e incineración de residuos municipales; y D.94/67 relativa a la incineración de residuos peligrosos), las dos primeras establecen niveles de emisiones para plantas de residuos urbanos, excluyendo la incineración de residuos “procedentes de actividades médicas de hospitales u otros residuos especiales, incluso cuando estas instalaciones puedan incinerar asimismo residuos municipales”.



Por su parte la D.94/67 excluye las “incineradoras de residuos clínicos infecciosos, siempre que estos no resulten peligrosos a causa de la presencia de otros componentes de los enunciados en el anexo II de la D 91/689 (componentes que le confieren el carácter de peligrosidad), o los incineradores de residuos municipales en los que también se traten residuos infecciosos no mezclados con otros residuos que puedan resultar peligrosos por presentar alguna de las características contempladas en el anexo III de la D.91/689”.

De hecho en España no hay una normativa específica aplicable a las emisiones procedentes de la incineración de residuos sanitarios. Tan sólo el Decreto 833/75 de protección del Ambiente Atmosférico establece límites de emisiones procedentes de las incineradoras de residuos sólidos en general. No obstante suele aplicarse como referencia estas normativas para valorar la calidad de la incineración en hospitales (Fernández Lapuerta 1993; Martín-Retortillo 1997; Martínez de Muniain 1997; Serrano 2001)

Tradicionalmente una de las principales ventajas de la incineración ha sido su capacidad para tratar grandes cantidades de residuos, de hecho con la aplicación de los criterios propios de la gestión clásica es ineludible la utilización de este método de eliminación. Sin embargo siguiendo los

criterios de la gestión avanzada este factor pierde relevancia (Malloy 1994).

En este sentido, un estudio señala, que en un hospital típico los residuos infecciosos constituyen un 15% del total de los residuos. Esto no supone un volumen suficiente para permitir recuperación de calor; por ello la decisión de instalar un incinerador para la quema de residuos infecciosos promueve la quema de otros residuos no infecciosos, de forma que una incineradora de residuos médicos no es más que una incineradora de residuos municipales con un 15% de residuos infecciosos (Revenga 1996).

Por su parte los plásticos constituyen un 3% de los RSU, representando entre un 14% y un 30% de los residuos infecciosos. Al ser los plásticos las fuentes más importantes de cadmio y plomo, las emisiones de metales tóxicos por parte de incineradoras de residuos médicos son mayores que las de RSU, comportando mayor riesgo para la protección de la salud y el medioambiente (Hickman et al. 1989; Levendis et al. 2001).

Asímismo algunos estudios han demostrado que las modernas incineradoras de residuos sanitarios emiten con los humos, una pequeña concentración de bacterias vivas, pese a la aplicación de altas temperaturas en sendas cámaras (800 y 1000° C, respectivamente) (Blenkharn y Oakland

1990; Blenham 1995).

### **3.8.2.-TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS**

#### **3.8.2.1.- Esterilización por vapor.**

##### **3.8.2.1.1.- Autoclave**

Como sabemos, este sistema consiste en un recipiente de acero con cierre hermético, diseñado para soportar presiones de trabajo que oscilan entre 1 y 4 atmósferas y apto para la introducción de vapor de agua a altas presiones y temperatura (Lauer et al. 1992).

En él los residuos son sometidos a condiciones de temperatura y presión suficientes para provocar su esterilización a través de vapor de agua saturado a una temperatura superior a los 130°C. Estas condiciones de temperatura unidas a la presión de vacío aplicada en el autoclave reducen considerablemente el volumen de los residuos sanitarios tratados ( Diznoff 1999).

Una vez esterilizados estos residuos se trituran, convertidos ya en residuos

asimilables a RSU y depositables por tanto en vertedero. (GIRSA 2001), o pueden ser procesados para la recuperación de materiales del mismo modo que los residuos domésticos.

El autoclavado está considerado como un eficaz sistema de tratamiento para los residuos sanitarios infecciosos (Urbanovick 1998), con la ventaja de no producir emisiones tóxicas, si bien no es apropiado para algunas categorías de residuos sanitarios como los residuos químicos volátiles (Dpto de Urbanismo, medioambiente y vivienda del Gobierno Vasco 1994(Dpto de estudios y publicaciones de Antonio Matachana S.A.; Phillips 1999) o los citostáticos.

Algunos factores que van a influir en la eficacia de este proceso son: la calidad del vapor, la presencia de aire en el interior de la cámara, el tipo de envase empleado, la densidad y características del residuo y la configuración de la carga entre otros (Lauer et al 1992; Serrano 2001).

En cuanto a los tipos de autoclaves, y en base a como se realiza el purgado del aire contenido en la cámara de presión, se distinguen básicamente dos tipos:

1) Autoclaves de gravedad: en los que el aire es empujado hasta el exterior

de la cámara por el propio vapor, saliendo a través de una válvula de drenaje.

- 2) Autoclaves de vacío, en los que previamente a la inyección de vapor saturado, se realizan varios ciclos de vacío para extraer el aire contenido en la cámara. Estos autoclaves que pueden trabajar con temperaturas y presiones mayores, acortando el tiempo del ciclo de esterilización han sustituido a los anteriores, también por su mayor eficacia, pese a exigir un coste de inversión superior en un 20 % a los anteriores (Calvo 1994; Lammers 1993).

Se trata de una tecnología de tratamiento de residuos infecciosos apta para la mayoría de las legislaciones específicas, que tiene como una de sus principales ventajas su poca complejidad técnica, por lo que necesita poco personal para una adecuada supervisión. Generalmente operan de forma discontinua (8 horas/día, 5 días/semana), si bien su gran flexibilidad operativa les permite realizar la cantidad de ciclos de esterilización diarios que sean necesarios, pudiendo doblar su capacidad de trabajo ( Diznoff 1999 ).

En cuanto a sus repercusiones sanitarias, los efluentes producidos son poco

contaminantes, requiriéndose normalmente el uso de filtros sólo para las emisiones gaseosas y/o de olor, los efluentes líquidos pueden ser vertidos a la red de alcantarillado. De ahí que el procedimiento de obtención de licencias para la instalación de un autoclave sea mucho más sencillo (Serrano 2001).

Uno de los principales inconvenientes de los autoclaves que era la poca reducción de volumen de los residuos (15-20 %), así como la falta de pérdida de identidad de los residuos tratados, con las consiguientes reservas de tipo ético-estético, se ha visto subsanado con la incorporación de sistemas trituradores que consiguen una reducción en volumen del 70 %, además de dejarlos irreconocibles y de reducir el coste de transporte y eliminación al vertedero (Gonzalez 1995; Gené 1998; García 1999).

Por parte de la opinión pública es un método bastante aceptado al no implicar emisiones, y como tradicionalmente ha sido empleado en los centros sanitarios, su aceptación es inmediata por parte de estos (Klangsin et al. 1998; García 1999).

#### **3.8.2.1.2.- Rotoclave (esterilización dinámica).**

Se trata de una variante de esterilización en autoclave por vapor a 135° C y

presión de 4 atmósferas, que incorpora un cilindro interior rotativo, que facilita la apertura de los envases y la homogeneización de los residuos.

El proceso que es simple y dura apenas 30 minutos, tiene un coste económico medio-bajo, siendo sus únicas variables el tiempo de exposición, la temperatura y la presión.

El esquema de funcionamiento sería el siguiente: Tras la introducción de los residuos, se dirigen al triturador, a partir del cual pasan a una cámara que alimenta un sinfín calorifugado que desemboca en una caldera donde permanece el residuo unos 20 minutos, tras lo cual el residuo higienizado y triturado se traslada a vertedero (GIRSA 2001).

### **3.8.2.2 Esterilización por microondas.**

Este sistema se basa en la trituración de los residuos y su posterior calentamiento interno mediante microondas de la masa triturada. Este calentamiento se favorece mediante la adición de agua que las microondas calientan, transformándolas en un vapor que humedece la masa de residuo y contribuye a su desinfección. Para asegurar esta desinfección se debe alcanzar una temperatura de 100° C en el interior de la cámara de

tratamiento durante 25 minutos (Hoffman et al. 1994).

Este sistema está reconocido como económicamente competitivo (Blenkharn 1999) y versátil a la vez que seguro (siempre que el sistema interno esté cerrado) ( de Castro-Acuña et al. 1999; Greenpeace, 2000; Hoffman et Hanley 1994).

Sin embargo, no es aplicable a cargas con más de un 1% de objetos metálicos, Tampoco a partes corporales, residuos químicos, tóxicos y sustancias radiactivas.

### **3.8.2.3 Esterilización por ionización.**

La ozonización es un tratamiento físico-químico basado en la aplicación de ozono como agente desinfectante.

Como sabemos el ozono es uno de los agentes oxidantes más potentes de la naturaleza y como consecuencia de ese carácter oxidante se comporta como un poderoso agente desinfectante.

La esterilización se lleva a cabo mediante el contacto íntimo de los organismos patógenos presentes en los residuos sólidos o líquidos, con la mezcla de agua, ozono y oxígeno. Estos residuos son previamente triturados y sometidos a la fuerte acción oxidante de la mezcla ozono/oxígeno disueltos.



Los tiempos de tratamiento son relativamente breves. El ozono se produce en un generador industrial y se inyecta inmediatamente en una corriente de agua fría, mezclándose con el oxígeno. El sistema se mantiene en recirculación hasta que se alcanzan las concentraciones de ozono y oxígeno requeridas en el proceso. (Gobernado et al. 1997).

Este proceso de esterilización se produce a presión atmosférica y a temperaturas ligeramente inferiores a las ambientales.

#### **3.8.2.4.- Desinfección química**

##### **3.8.2.4. A) Sistema Hammermill**

Es un método que utiliza una disolución de hipoclorito para desinfectar los residuos, sometiéndolos después a trituración y separando el agua estéril. Finalmente un sistema de cinta transportadora transporta el residuo sin el agua sobrante al carrito de recogida.

##### **3.8.2.2B) Sistema Virhoplan**

Con este sistema la trituración es simultánea al rociado con el desinfectante, a continuación se sumerge la pasta en un baño de solución

desinfectante y se seca mediante un compactador de alta presión que separa los sólidos, obteniéndose un residuo casi seco. ( Bueno et al. 1997; de Castro-Acuña et al. 1999).

En general y debido a que en el proceso de incineración, los elementos químicos no se destruyen sino que se recombinan, se admite que la incineración es una importante fuente de ciertos residuos que se generan en el proceso de combustión (Bolt et al. 1993).

Es el caso de los contaminantes clásicos (dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, ácido clorhídrico), compuestos orgánicos de metales pesados (plomo, cadmio), sustancias estas tremendamente tóxicas, persistentes y bioacumulativas (Lombardi et al 1998; Ibañez et al 2000), con un amplio espectro de efectos adversos en el hombre: cardiovasculares, hepáticos, endocrinos, óseos, hematológicos, respiratorios (existe evidencia de una asociación entre exposición al cadmio e incremento de riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.), renales, inmunológicos, reproductivos y teratogénicos;

Y compuestos organoclorados como las dioxinas y furanos, sustancias estas tan tóxicas que no se ha podido determinar dosis de exposición a las que no

actuen. (Alcock et al 1999; Oh-Jeong-Eun et al 1999; Ferraz et al 2000; Kaiser et al 2001; Levendis et al 2001); funcionan como una hormona ambiental afectando los sistemas inmunológico, endocrino, neurológico y reproductor y son potentes cancerígenos (Matthews 1983; Greenpeace 2000), habiéndose definido como cancerígenos ocupacionales potenciales, así Paepke et al. en 1992 encuentran que operarios de un incinerador municipal (Hamburgo), presentaban en sangre una alta concentración de dioxinas y furanos.

Las dioxinas se producen cuando el PVC es incinerado en presencia de materia orgánica y aproximadamente un 25 % de los productos hospitalarios contienen PVC (bolsas de fluidos intravenoso, tubos endotraqueales, infusores, etc.) (Thornton et al. 1996; Shaner 1999).

Por estos motivos, diversas organizaciones y colectivos exigen su prohibición, contando con numerosos detractores (Greenpeace 1996).

Sin embargo, los grupos de trabajo de la International Solid Waste Association (ISWA) sobre tratamiento térmico de residuos y residuos sanitarios, en su última reunión celebrada en Palma de Mallorca, concluyeron que la tecnología más aplicada actualmente en Europa así

como la mejor alternativa disponible para el tratamiento de residuos sanitarios peligrosos es la incineración. ( ATEGRUS 2000).

En cualquier caso, es una tecnología aceptada por la mayoría de las legislaciones y permite tratar la práctica totalidad de los residuos sanitarios.

Actualmente el énfasis se ha puesto en alcanzar una temperatura suficientemente alta y de suficiente duración para destruir los componentes químicos nocivos de los residuos sanitarios y al mismo tiempo mantener las emisiones de polvo y gases de combustión por debajo de los límites legales.( Wassermann 1999; Rushbrook 1999).

La eficacia del autoclavado, del tratamiento con microondas y de cualquier tecnología de tratamiento termal depende primariamente de la temperatura y tiempo de exposición, mientras que la eficacia de los sistemas de tratamiento químicos dependen de la concentración del agente y del tiempo de exposición.

Sorprende que no haya un entendimiento claro sobre el estándar de desinfección mínimo que la tecnología de tratamiento de los residuos sanitarios debe alcanzar. En su lugar, la mayor atención se centra en

minimizar la contaminación procedente de los productos de desecho del proceso de tratamiento (Hancock 2002)

Algunos países europeos han propuesto sus propios estándares de desinfección.

En principio, estos países, consideran las anteriores opciones de tratamiento para la fracción de riesgo de los residuos sanitarios:

A) incineración y tratamientos termales similares.

B) desinfección química y física y decontaminación.

Científicamente, ambas opciones funcionan con éxito para desinfectar los residuos sanitarios.

En cualquier caso, los riesgos potenciales de asociados con el tratamiento de residuos sanitarios se concentran principalmente en la presencia y manejo de residuos infecciosos (Reinhradt et al. 1999).

Por tanto, estos riesgos son similares para los de cualquier tecnología de tratamiento, incluida la incineración y pocos riesgos adicionales, si es que hay alguno que pueda asociarse con tecnologías alternativas sin que se haya asociado también a la incineración de residuos sanitarios (Turnberg et al. 1990; Phillips 1999).

### **3.9.- ESTUDIO ECONÓMICO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SANITARIOS FRENTE A LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Realmente no existen muchos datos fiables tanto sobre las cantidades de residuos producidos, como sobre el coste derivado de su gestión, lo que si es un hecho es que representan un coste diferenciado y muy superior al de las basuras domésticas.

En España, la literatura arroja cifras de generación diferentes en función de las distintas fuentes productoras de residuos sanitarios consideradas así como a la variedad de conceptos barajados, en la mayoría de los casos no incluyen los residuos procedentes de domicilios, universidades o pequeños productores (consultas privadas, pequeñas clínicas...)

El sindicato UGT hace una estimación en función del número de hospitales con sus correspondientes camas, según el catálogo nacional de hospitales de 1992, de 220505 Tn/año de residuos sanitarios, de los que 22050 Tn son biosanitarios o infecciosos y 6615 Tn son peligrosos por su composición química o radiactiva.

Por su parte la empresa gestora Waste Management España partir del catálogo Nacional de Hospitales del MISACO de 1991, estima una generación de 263 Tn/día de residuos sanitarios de riesgo.

Asimimismo Sanchez-Biedma Díaz estima en 1990 una producción de 283620 Tn de residuos sanitarios de las que 85891 Tn son de riesgo.

Existen grandes diferencias en el coste de la gestión de los residuos en Europa; estas diferencias se agudizan mucho más en el caso de los residuos sanitarios de riesgo.

De lo que no cabe duda es de que el coste de la gestión de residuos sanitarios es con mucho superior al de los RSU; estas diferencias se imputan fundamentalmente al transporte de los residuos a la planta de tratamiento y al tipo de tratamiento utilizado.

EUCOMED ( European Confederation of Medical Devices Associations) clasificaba en 1997 a los estados miembros de la Unión Europea en tres grupos en función del coste de la eliminación de sus residuos sanitarios:

| RESIDUOS SANITARIOS DE RIESGO           | RESIDUOS SANITARIOS SIN RIESGO        |
|---|---------------------------------------|
| Paises de bajo coste<br><400 ECU/Tn     | Paises de bajo coste<br><40 ECU/Tn    |
| Paises de medio coste<br>400-800 ECU/Tn | Paises de medio coste<br>40-80 ECU/Tn |
| Paises de alto coste<br>800-1600 ECU/Tn | Paises de alto coste<br>80-160 ECU/Tn |

**Tabla 6. Clasificación de los países de la Unión Europea en función del coste de gestión de sus residuos (EUCOMED 1997).**

Entre los países de bajo coste se encontrarían España, Italia, Portugal, Francia, Irlanda y Reino Unido; en los países de medio coste se incluyen: Suecia, Dinamarca y Países Bajos y de alto coste: Alemania. (Vercouteren Z. 1997).

Ya en nuestro país, el Ayuntamiento de Madrid, por ejemplo, cobra 1443 euros, por un contenedor de 240 litros de



residuos sanitarios asimilables a urbanos, cuando la recogida de RSU es mucho más barata y supuestamente aquellos no suponen mayor riesgo que estos últimos (Viñals Perez 1997).

Por su parte, un estudio realizado en la Ciutat Sanitaria Vall d'Hebron en 1991, reflejaba que mientras que los residuos asimilables a urbanos y los no específicos (propios de la actividad sanitaria pero que no representan riesgo específico) constituyen el 53.5 % y 41 % en peso sobre el total y el 26 % y el 43 % sobre el coste respectivamente, los residuos sanitarios específicos suponen únicamente un 5.5 % del peso y sin embargo representan el 31 % sobre el coste; de manera que gestionar, es decir, transportar y eliminar una tonelada de residuos sanitarios no específicos cuesta unos 120 euros frente a los 757 euros que cuesta gestionar una tonelada de residuos específicos ( Pujol 1992).

En 1994 Costa Alonso en el estudio que realiza en el Hospital Universitario de Puerto Real (Cádiz), obtiene un coste medio por kilogramo de RBS neto tratado de casi 2.5 euros, representando la eliminación de estos residuos mediante incineración aproximadamente 153 euros/cama/día.

Un gran productor de estos residuos, el SAS, produjo en 1997, 3230 toneladas de residuos sanitarios cuyo coste de gestión ascendió a 4.579.712 euros (Navarro 2000).

Y a esto habría que añadir las consecuencias económicas de una gestión incorrecta en el otro extremo, esto es, cuando la gestión es realizada de tal modo que conlleva la generación de riesgos: riesgos de infección para el personal que maneja los residuos ( personal sanitario, operarios de las instalaciones de tratamiento, operarios encargados de la recogida y transporte de estos residuos ( Jagger et al. 1999; Jonson et al. 2000) con los gastos que estos conllevan por las horas de trabajo perdidas y asistencia médica, riesgo de contaminación del ambiente (atmósfera, agua y suelos ) por eliminación incontrolada de estos residuos, y efectos psicológicos sobre la opinión pública (por ejemplo cierre de playas tras la aparición de residuos sanitarios con las consiguientes pérdidas turísticas) (Casaday 1991; SanJuan 1996; Woodman 1996; Phillips 1999; Birchard 2002).

Asimismo tener en cuenta que la no regulación de determinadas

categorías de residuos sanitarios, como los generados en domicilios particulares, pueden suponer también un incremento de los costes económicos, por ejemplo por posibles acciones de responsabilidad civil ejercidas por un ciudadano o un empleado de recogida de basuras que sufre un pinchazo con una jeringuilla depositada en una bolsa de basura, o en una papelera. (Blenkharn 1995; Serrano 2001)

En cuanto al coste atribuible a los sistemas de eliminación, a continuación exponemos los costes de los principales sistemas:

Según Lammers (1998), la incineración es el sistema más costoso de tratamiento de residuos sanitarios, puesto que exige una gran inversión inicial, altos costos operativos (incluyendo mantenimiento) y personal especializado (Sanchez-Biedma 1994), elevándose aun más en el caso de la aplicación de criterios de gestión avanzada al disminuir la cantidad de residuos a tratar (Pérez Felipe 1993).

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 250 Kg/hora<br>1750 Tn/año | 2.103.542 – 2.404.048 euros<br>(1 línea de incineración)      |
| 500 Kg/hora<br>3500 Tn/año | 2.404.048 – 3.005.060 euros<br>(1 o 2 líneas de incineración) |
| 1000Kg/hora<br>7000Tn/año  | 3.906.579 – 4.207.085<br>(2 o 3 líneas de incineración)       |

**Tabla 7. Costos de inversión inicial para una incineradora de residuos sanitarios en función de su capacidad, según la empresa Waste Management España S.A.**

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 250 Kg/hora<br>1750 Tn/año  | 541-661 euros/Tn |
| 500 Kg/hora<br>3500 Tn/año  | 391-511 euros/Tn |
| 1000 Kg/hora<br>7000 Tn/año | 300-391 euros/Tn |

**Tabla 8. Costo directo de explotación (excluyendo amortización, financiación y transporte) para una planta construida en España (Waste Management España S.A. 1995 ).**

En lo que respecta a los autoclaves, como vemos en la tabla 8, un autoclave de vacío es siempre económico, aun a baja escala de producción.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 100-200 Kg/h (1 turno)    | 601.012-841.417 euros (1 línea)               |
| 200-500 Kg/h (1 turno)    | 781.316-1.081.821 euros<br>( 1 o 2 líneas)    |
| 500-1000 Kg/h ( 1 turno)  | 1.021.721-1.382.328 euros<br>( 1 o 2 líneas)  |
| 1000-2000 Kg/h ( 1 turno) | 1.322.227-1.682.834 euros<br>( 1 o 2 líneas ) |

**Tabla 9. Costos de inversión inicial (\*) en una planta de tratamiento de residuos sanitarios con autoclave (Waste Management España S.A. 1995).**

(\*) Incluye edificio, cámara refrigerada, triturador, sistema de carga y descarga de contenedores, sistema de lavado de contenedores, área de mantenimiento y lavado de camiones de recogida, caldera...)

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 100-200 Kg/h ( 1 turno )   | 901-1202 euros/Tn/año |
| 200-500 Kg/h ( 1 turno )   | 781-1082 euros/Tn/año |
| 500-1000 Kg/h ( 1 turno )  | 661-901 euros/Tn/año  |
| 1000-2000 Kg/h ( 1 turno ) | 541-721 euros/Tn/año  |

**Tabla 10. Valores estimativos del coste directo y de explotación sin incluir amortización, financiación o transporte para una planta de autoclave . (Waste Management España S.A. 1995 )**

### **3.10.- SIGNIFICADO DE LOS RESIDUOS SANITARIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA SANITARIO.**

Existen escasos estudios publicados al respecto (Althaus 1980; Möse et al. 1983; Jagger E et al. 1989), pero en líneas generales coinciden en el hecho de que los residuos sanitarios contienen menor carga microbiana que los RSU (Hylton 1991).

Así, en 1983 Althaus et al. estudiaron 21 muestras de residuos sólidos urbanos (RSU) y 264 muestras de residuos hospitalarios. Fueron

identificadas 21 especies de bacterias y hongos en los residuos clínicos, de los cuales 12 estaban también presentes en los RSU, no obstante estos autores encontraron que los residuos domésticos contenían más patógenos que los residuos clínicos, incluso en muchas muestras de residuos hospitalarios no encontraron presencia de microorganismos.

Un caso especial fue el de las salmonelas, cuya presencia era considerablemente mayor en los RSU que en los residuos clínicos. También hicieron pruebas para detectar la presencia de virus, las cuales resultaron negativas. La conclusión de estos investigadores fue que dada la baja incidencia de patógenos específicos en los residuos hospitalarios, estos no ofrecen mayor riesgo higiénico que los residuos domésticos, por lo que no hay justificación en términos de higiene para objetar la disposición final conjunta de los residuos clínicos con los RSU.

En el mismo año 1983, Kalnowski, et al. estudiaron la carga bacteriana de residuos procedentes de las unidades de cirugía, cuidados intensivos, enfermería de 2 hospitales y RSU, encontrando que los residuos clínicos no contenían mayor contaminación que los residuos domésticos. De hecho, estos últimos contenían más bacterias intestinales (coliformes fecales) que los residuos clínicos. La carga bacteriana de los residuos hospitalarios fue

de 10 a 100.000 veces menor que la de los RSU.

Posteriormente los investigadores Trost y Philip en 1985, estudiaron el contenido y concentración de gérmenes en los residuos procedentes de consultas médicas de diferentes especialidades como: medicina general, consultas dentales y veterinarias, otorrinolaringología y dermatología. En este trabajo se buscaron varios tipos de bacterias y hongos como: coliformes fecales, estreptococos fecales, bacterias anaeróbicas esporuladas, pseudomonas, salmonelas y *Staphilococcus aureus*. El resultado de la investigación fue una menor concentración de gérmenes en los residuos clínicos. El mayor recuento fue en los residuos procedentes de clínicas veterinarias y en los RSU se obtuvieron las mayores concentraciones de bacterias Gram negativas, en la forma de indicadores fecales. Estos autores no encontraron riesgo de infección asociado a estos residuos, siempre que se realizara una manipulación adecuada de los mismos.

En 1985, los investigadores de la Universidad Libre de Berlín Möse y Reinthaler, también hicieron una comparación de microorganismos entre residuos médicos y residuos domésticos. Estos obtuvieron un mayor rango de bacterias en residuos clínicos que en RSU, aunque la concentración



microbiana de los RSU en pruebas cuantitativas fue mayor. En este estudio, aproximadamente un tercio de las muestras de residuos hospitalarios analizadas no mostraron crecimiento bacteriano, mientras que ninguna muestra de RSU quedó sin crecimiento. Una importante observación fue que un 2% de los residuos manchados con sangre y con muestras de suero, fueron positivas al virus de la hepatitis, cuando se sometieron a análisis de radioinmunoensayo.

Por su parte, la Agencia Federal del Medio Ambiente de Alemania, financió una investigación centrada fundamentalmente en los requerimientos higiénicos para la eliminación de los residuos biosanitarios. Los estudios realizados por Jager et al. de los Institutos de Higiene de la Universidad Técnica de Berlín y de la Universidad Libre de Berlín se publicaron en 1989 y 1990.

Los resultados de esta investigación constituyen la base científica para la clarificación y argumentación de las recomendaciones sobre la gestión de los residuos biosanitarios que aporta la nueva Directriz Alemana y que adoptan diversos países del mundo. Los estudios realizados se centran en dos áreas: los primeros sobre investigaciones microbiológicas en residuos hospitalarios de diversas disciplinas, procedentes de un hospital grande y

uno pequeño en comparación con RSU (Jager et al. 1989); los segundos constituyen un estudio comparativo de la contaminación microbiológica de residuos de consultas médicas y de los RSU (Jager et al. 1990).

En ambos estudios se concluyó que la concentración de todo tipo de gérmenes en los residuos hospitalarios era netamente inferior a la de los RSU. Además la frecuencia de aparición de gérmenes nosocomiales en los residuos hospitalarios varió entre el 52.4% y el 95.5%, mientras que para los RSU fue del 100%.

Por su parte los RSU han sido más ampliamente estudiados en cuanto a su contenido microbiológico; Ya en 1971 Peterson, encontró en residuos a su llegada a 8 incineradoras rangos de  $4 \times 10^6$  a  $6.8 \times 10^8$  organismos viables por gramo de muestra,  $3.4 \times 10^5$  a  $5.1 \times 10^7$  de coliformes totales y  $1.5 \times 10^4$  a  $8.1 \times 10^6$  de coliformes fecales.

Existiendo numerosas citas bibliográficas en las que se indica que la basura doméstica contiene muchos microorganismos potencialmente patógenos ( Althaus et al. 1985; Kalnowski et al.1985; Collins y Kennedy (1992); Daschner et al. 1996; Letelier 2001).

En vista de lo anteriormente descrito, a continuación se exponen de forma resumida las principales conclusiones, datos y opiniones internacionales sobre la significación sanitaria de estos residuos:

“No existe evidencia epidemiológica que sugiera que la mayoría de los residuos hospitalarios son más infecciosos que los RSU. Es más, no existe evidencia epidemiológica de que los residuos hospitalarios hayan causado enfermedad en la comunidad como resultado de una eliminación inadecuada. Por consiguiente, identificar los residuos para los cuales están indicadas unas precauciones especiales es fundamentalmente una cuestión de juicio sobre el riesgo relativo de la transmisión de enfermedades.”  
(Centers for Disease Control 1987 )

El informe “The Public Health Implications of Medical Waste: A Report to Congress”, encargado por el Congreso Norteamericano a la Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), dependiente del US Department of Health and Human Services, es sin duda el estudio de investigación más importante, realizado hasta ahora en EEUU, sobre la repercusión de los residuos biosanitarios en la salud pública.

Publicado en 1990, en su elaboración intervinieron además del equipo de

la ATSDR, 28 expertos de diversa procedencia , entre otras: departamentos de la administración (seguridad e higiene en el trabajo, medio ambiente, salud, etc), universidad, instituciones médicas, centros de investigación, centrales sindicales, gestores de residuos y asociaciones de hospitales.

El informe incluye una revisión exhaustiva a nivel mundial de la documentación existente sobre la transmisión de infecciones y el riesgo ligado a los residuos sanitarios. Las conclusiones más relevantes del informe son las siguientes:

- “La probabilidad de que la salud pública general se vea afectada por causa de los residuos sanitarios generados en los centros sanitario es muy baja. No existe ninguna evidencia de que el SIDA y la hepatitis B puedan transmitirse al público en general a través de un residuo sanitario fuera del centro sanitario.
  
- El mayor riesgo fuera de los centros sanitarios proviene de la utilización privada de jeringuillas ( heroinómanos, diabéticos, etc.), ya que por sus características físicas son capaces de abrir una puerta de entrada al germen en el organismo humano, lo

que conjuntamente a la falta de regulación de la gestión de residuos sanitarios fuera de los establecimientos sanitarios, hace que la mayor parte de los residuos generados por estas fuentes se eliminen directamente con la basura doméstica, cuando no acaban en parques y jardines lo que aumenta la probabilidad de contacto del público con los residuos.

Esta situación se ve agravada con la creciente práctica de la hospitalización a domicilio, dadas las ventajas que representa tanto para el paciente como para su familia y para el propio sistema sanitario. Así como por la no hospitalización de los portadores de virus como el VIH, con más de un 95% de portadores no hospitalizados; el material potencialmente contaminante procedente de estos pacientes (jeringas, agujas), se elimina junto con los RSU, incrementando el riesgo de transmisión de esta enfermedad (Monge Jodra 1997)

- De acuerdo con los principios de transmisión de infecciones, los residuos simplemente manchados, tales como batas, esponjas, trapos, tubos de drenaje, sábanas y guantes quirúrgicos, en contacto con agentes infecciosos, no es probable que sean capaces de transmitir una infección puesto

que los microorganismos quedan contenidos o confinados en el material residual y difícilmente se alcanza la dosis infectante).

En este sentido investigaciones realizadas muestran que es difícil transferir los microorganismos de un material a otro ( se aplicaron líquidos conteniendo virus a diferentes tipos de material, que más tarde fueron puestos en contacto con materiales estériles; incluso con una fuerte presión de contacto, se tardó más de un minuto para que el virus fuera transferido al material estéril).

- Particularmente y en relación al potencial de transmisión del SIDA por exposición a material contaminado ( no necesariamente residuos) de 921 casos documentados de contacto de sangre u otros líquidos biológicos contaminados con membranas mucosas (sin herida percutánea), ninguno produjo infección .
  
- Asimismo, los estudios muestran que la probabilidad de desarrollar una infección por SIDA después de un contacto percutáneo (objetos punzantes o cortantes ) con material contaminado es aproximadamente del 0.36 %. Dado que la probabilidad de que una aguja esté contaminada en un centro

sanitario puede llegar al 2 %, la probabilidad teórica de infección resultante es del 0.0072 %. Si se tiene en cuenta que la viabilidad del HIV disminuye rápidamente fuera del cuerpo humano, la probabilidad de infección en el exterior de un centro sanitario es muchísimo menor (De Andrés., Nájera 1996 ).

- Las investigaciones muestran que la mayor parte de los residuos sanitarios no contienen mayores concentraciones de agentes microbiológicos que las basuras urbanas, y los virus presentes en residuos sólidos tienden a ser absorbidos por la materia orgánica y a desactivarse. Además los vertederos correctamente explotados producen un ambiente hostil para la mayoría de los agentes patógenos.

Por consiguiente, desde el punto de vista sanitario y medioambiental, los residuos sanitarios especiales pueden depositarse en un vertedero de RSU sin necesidad de tratamiento previo, siempre que se apliquen estrictamente los procedimientos de explotación adecuados para evitar el contacto de los trabajadores con los residuos (Turnberg et al. 1990; Lipscomb 1997).

The New England Journal of Medicine está considerada a nivel mundial, una de las más prestigiosas revistas en el campo de la medicina. En 1991 publicaba el artículo “Residuos médicos: Discrepancias entre la ciencia y la política”, de William A. Rutala y David J Weber. A continuación reproducimos algunos pasajes del mismo:

“Las políticas sobre residuos médicos, que en los últimos años se han basado en el riesgo percibido deben ser sustituidas por reglas basadas en consideraciones científicas. De otra forma, el resultado es un extraordinario aumento de los costes sin ningún beneficio para la salud pública y el medio ambiente.

El Congreso y la EPA (Environment Protection Agency) han usado el término Residuos Médicos Regulados y no el término Residuos Infecciosos, puesto que la posibilidad de que estos residuos transmitan una infección es remota.

Los riesgos para la salud que se asocian a las prácticas actuales de eliminación de los residuos médicos no han sido nunca demostrados. El potencial de infección por contacto con un residuo médico no punzante es virtualmente inexistente. Los residuos cortantes o punzantes contaminados



son el único residuo que ha sido asociado a la transmisión de una infección. Sin embargo todos los casos descritos de infección por un residuo punzante contaminado han ocurrido en el interior de los centros sanitarios, y ninguno ha sido asociado con heridas causadas fuera del hospital.

No hay evidencia epidemiológica de que las prácticas de eliminación de residuos médicos hayan causado enfermedades en la comunidad.”

“La evidencia sugiere que los residuos médicos no tratados pueden eliminarse con toda seguridad en un vertedero para RSU, siempre que se tomen las precauciones necesarias para evitar el contacto de los trabajadores con los residuos durante el vertido. Aunque los RSU contienen más microorganismos con potencial patógeno para el hombre que los residuos médicos, no hay ninguna restricción para la eliminación de los RSU en un vertedero.

Si la normativa se basara en datos epidemiológicos y microbiológicos, sólo dos tipos de residuos médicos requeriría un tratamiento especial: los residuos punzantes o cortantes y los cultivos microbiológicos”.

Desde Holanda, El Dr. Offereins, presidente del Grupo de Trabajo

Residuos Hospitalarios del Consejo Nacional de Hospitales opina:

“ Durante decenios los residuos hospitalarios han llevado la aureola de peligrosos, pero en los últimos años se comienza a ser consciente a nivel internacional de que es una aureola inmerecida. Debemos aceptar que el riesgo de los residuos hospitalarios es muy reducido. El 95 % de estos residuos no son peligrosos en absoluto, y el resto sólo es muy poco peligrosos, si se toman las medidas adecuadas.

La mayoría de los países adoptan una interpretación de residuo de riesgo más amplia que la holandesa, por lo que el porcentaje de residuos sanitarios es un múltiplo del nuestro y, por consiguiente, también son más altos los gastos de su eliminación. Debe detenerse este gasto mayoritariamente inútil.

Deben equipararse de forma realista los gastos/beneficios para que la sociedad, y finalmente, el ciudadano individual, no tenga que cargar con gastos innecesarios.

Son raras las pocas enfermedades infecciosas que todavía representan algún peligro. Dentro del hospital, como mucho, puede haber peligro de infección

para pacientes con defensas debilitadas. Este riesgo se evita al máximo mediante los cuidados preventivos (normas de higiene hospitalaria)”

“Cuando el debate en torno a los residuos de riesgo sea resuelto a nivel internacional, los residuos hospitalarios tocarán a su fin , y apenas podrán hallarse ya residuos de riesgo, salvo como una especie de curiosidad.”

Por su parte el Dr. Kaiser, médico-bacteriólogo en tres hospitales en Nieuwegein, Woerden y Zeist, y miembro del grupo de trabajo holandés sobre residuos sanitarios opina:

“Las absurdas normas de eliminación de residuos hospitalarios que no se basan en los peligros bacteriológicos reales pertenecerán al pasado. Por temor e ignorancia, en 1985 se establecieron en Holanda unas normas para la eliminación de residuos hospitalarios que carecían de una base sólida, y hacían incurrir a los hospitales en gastos innecesarios.

Entre las autoridades se había adoptado el prejuicio de que el hospital es el lugar donde se producen muchas infecciones y que, por lo tanto, todos los residuos serían peligrosos. Un enorme malentendido que en otros países

también ha conducido a unas normas absurdas. Los residuos hospitalarios contienen muchas menos bacterias y muchos menos gérmenes patógenos que los residuos domésticos normales. Lo demuestran todas las investigaciones. No obstante, han tardado años para darse cuenta del carácter irracional de la absurdamente estricta antigua Directriz.”

### **3.11.- EL CASO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES**

Según la Ley 10 /98 de Residuos se consideran pequeños productores, aquellos que generan o importan menos de **10.000 kilogramos** de RTP al año y se encuentran inscritos en el **registro** que a tal efecto llevan a cabo los órganos competentes de las comunidades autónomas.

En España, esta calificación únicamente implica la exención de determinadas obligaciones para el productor (es decir, estos productores deben cumplir todas las obligaciones que referíamos en el capítulo sobre normativa aplicable a la gestión de residuos sanitarios, salvo la de presentar la **declaración anual**, de la que se hallan **exentos**).

En algunos estados norteamericanos la calificación de pequeño productor tiene otras implicaciones, así en los centros catalogados

como pequeños productores, únicamente determinadas categorías de residuos son consideradas de riesgo y por tanto tienen una gestión diferenciada, a fin de abaratar costes. (En estos centros sólo se consideran de riesgo los residuos infecciosos siguientes: objetos cortantes y punzantes, cultivos y reservas de agentes infecciosos y residuos señalados por la autoridad médica como capaces de producir una enfermedad infecciosa.)

De forma que un residuo considerado de riesgo un gran hospital, no se considera como tal si es generado en una consulta privada (Missouri Solid Waste Management Program: Management of infectious waste by small quantity generators, 1997; Moritz 1995).

En 1997 Bartolomé Sánchez, Vicepresidente de la Federación Nacional de Clínicas Privadas, destaca la escasa o nula participación de las clínicas privadas como colectivo en la elaboración de la normativa en vigor al no haber sido consultadas institucionalmente, con lo que no se ha tenido en cuenta, que el coste es un elemento vital para estos centros, en los cuales la gestión de sus residuos se convierte en un ejercicio de conciliación entre la economía del centro y el cumplimiento de la normativa medioambiental, laboral y sanitaria.

De este modo, aboga porque las clínicas privadas busquen una oferta como colectivo para la gestión de sus residuos, en lugar de individualmente limitándose entonces estas a ejercer una labor de coordinación y control. ( Reunión Internacional sobre residuos sanitarios. 1997).

En este sentido, nos parece una aportación trascendente realizar este estudio a nivel de un subsector de los pequeños productores ( clínicas de diferentes especialidades) ya que sus residuos presentan unas características peculiares, entre otras: una menor frecuencia de recogida, ausencia de sistemas de eliminación intracentro, y costes de eliminación a cargo del pequeño productor.

## 4.- OBJETIVOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL





En vista de lo anteriormente expuesto nos planteamos en la realización de esta tesis doctoral los siguientes objetivos :

1.- Desarrollar un trabajo de investigación aplicada sobre la calidad microbiológica de los residuos procedentes de actividades clínicas de pequeños productores de la provincia de Córdoba, entendiendo como tales centros policlínicos, clínicas de diferentes especialidades médicas, servicios médicos de empresa, de residencias geriátricas, laboratorios de análisis clínicos, etc.

2.- En virtud de este estudio nos proponemos realizar una labor de clarificación y simplificación tendente a marcar una estrategia común de actuación en el tratamiento de estos residuos con el fin de contribuir a una armonización normativa a nivel estatal y autonómico.

Para abordar los objetivos propuestos nos planteamos el siguiente diseño experimental:

A) En primer lugar hemos llevado a cabo una rigurosa y sistemática revisión bibliográfica acerca de los residuos sanitarios, las bases jurídicas que los regulan y como ha ido evolucionando su gestión a lo largo del tiempo.

B) A continuación procedimos a la caracterización del material objeto de estudio, a fin de conocer la composición de los residuos con los que íbamos a trabajar.

C) Seguidamente realizamos la puesta a punto del material y de las técnicas a emplear, así como estudios microbiológicos de aproximación para fijar las diluciones de trabajo útiles.

D) En la siguiente fase procedimos al muestreo sistemático y análisis microbiológico cualitativo y cuantitativo de los residuos problema, incidiendo en los microorganismos potencialmente patógenos.

E) A continuación realizamos una recopilación y análisis estadístico de los datos obtenidos.

F) Finalmente llevamos a cabo un estudio comparativo de la calidad microbiológica de estos residuos en relación a otros tipos de residuos como son los residuos hospitalarios y los residuos sólidos urbanos, a partir de los datos publicados en otros trabajos.

## 5.- MATERIAL Y MÉTODOS



## **5.1.- MATERIAL**

El material objeto de estudio microbiológico ha consistido en 293 muestras de residuos sanitarios contenidas en 146 contenedores para la recogida selectiva de residuos biosanitarios especiales ( R.B.E ), recogidos durante los años 1999 y 2000 por la empresa municipal de Saneamientos de Córdoba, procedentes de pequeños productores de dicha provincia, encuadrados en diferentes especialidades.

En total han entrado a formar parte del estudio 98 centros, de los que damos relación detallada en la Tabla 11:

| Número de centros | Tipo de centro o especialidad     | Número de muestras analizadas |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 4                 | Clínicas ginecológicas            | 33                            |
| 3                 | Clínicas de alergología           | 15                            |
| 6                 | Clínicas podológicas              | 48                            |
| 3                 | Servicios médicos de empresa      | 11                            |
| 9                 | Laboratorios de análisis clínicos | 20                            |
| 2                 | Clínicas oftalmológicas           | 15                            |
| 40                | Clínicas odontoestomatológicas    | Sólo caracterización          |
| 2                 | Clínicas de medicina estética     | Sólo caracterización          |
| 8                 | Centros policlínicos              | 107                           |
| 4                 | Mutuas de accidentes laborales    | 19                            |
| 2                 | Homeópatas / Acupuntores          | Sólo caracterización          |
| 2                 | Medicina general                  | Sólo caracterización          |
| 3                 | Colegios                          | 15                            |
| 2                 | Endocrinología                    | Sólo caracterización          |
| 2                 | Centros de Toxicómanos            | Sólo caracterización          |
| 1                 | Urólogos                          | Sólo caracterización          |
| 5                 | Residencias geriátricas           | 10                            |

**Tabla 11. Número y tipo de centros estudiados y número de muestras analizadas por centro.**

En cuanto a la procedencia de cada muestra, se indica en la tabla 12:

| <b>Tipo de centro</b>          | <b>Volumen del contenedor (litros)</b> | <b>Número de contenedores catalogados</b> | <b>Frecuencia de recogida (meses)</b> |
|--------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| Ginecológico                   | 30                                     | 6   | 1                                     |
| Ginecológico                   | 10                                     | 20  | 1                                     |
| Alergológico                   | 30                                     | 10  | 2                                     |
| Podológico                     | 10                                     | 24  | 2                                     |
| Servicios médicos de empresa   | 10                                     | 20  | 1-3                                   |
| Laboratorios análisis clínicos | 60                                     | 6   | 1-2                                   |
| Laboratorios análisis clínicos | 30                                     | 10  | 1-3                                   |
| Oftalmológico                  | 10                                     | 10  | 2                                     |
| Odontológico                   | 1                                      | 10  | 3                                     |
| Odontológico                   | 2                                      | 6   | 3                                     |
| Odontológico                   | 4                                      | 30  | 3                                     |
| Odontológico                   | 10                                     | 18  | 3                                     |
| Policlínico                    | 30                                     | 13  | 1                                     |
| Geriátrico                     | 10                                     | 10  | 1                                     |
| Mutuas de accidentes laborales | 4                                      | 8   | 1-3                                   |
| Mutuas de accidentes laborales | 10                                     | 10  | 1-3                                   |
| Serv.médico colegio            | 10                                     | 10  | 3                                     |
| Medicina estética              | 30                                     | 8   | 2                                     |

**Tabla 12. Material objeto del estudio.**

### **5.1.1.- TOMA DE MUESTRAS**

Para la apertura de los contenedores se utilizó una palanca de acero inoxidable de 95 cm de longitud, desinfectada por inmersión en una solución de hipoclorito sódico al 5 % que también fue utilizada para desinfectar las juntas de cierre de los contenedores.

En cuanto a la toma de las muestras se emplearon unas pinzas de acero inoxidable de 30 cm de ramal. Las muestras se introducían en bolsas de Stomacher (marca Seward Medical) y utilizando un mechero Bunsen para esterilizar las pinzas entre dos tomas de muestra consecutivas.

El pesaje de las muestras se realizó en una báscula de precisión electrónica (Sartorius.Mod. Basic.)

### **5.1.2.- TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS**

Para el traslado de las muestras hasta el laboratorio de bacteriología de la Facultad de Veterinaria hemos empleado recipientes isotermos con petacas acumuladoras de frío que garantizan una temperatura de transporte inferior a 4° C.



### **5.1.3.- PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

Cuando las características de la muestra lo permitían se empleaba un Stomacher (marca Lab. Blender 400) para preparar y homogeneizar la primera dilución (dilución madre) de la muestra; en su defecto (cuando la muestra contenía material rígido) se usaron para este fin matraces Ehrlenmeyer de 100, 250, 500, 1000 y 2000 ml de capacidad ( Sovirel / Pobel) y un termoagitador magnético (P-Selecta. Agimatic-N).

Para la esterilización del material de vidrio y metal, así como los medios de cultivo y reactivos susceptibles de ser esterilizados por autoclave se empleó un Autoclave (P-Selecta. Mod. Autester); asimismo se usaron filtros de membrana bacteriológicos para esterilizar por filtración las sustancias que no resisten tratamientos térmicos.

Las pesadas se realizaron con básculas de precisión electrónica ( Sartorius Mod.Basic) y mecánica (Sartorius. Mod.2443).

En cuanto a la conservación de medios, reactivos y cepas se realizó en una cámara de refrigeración (marca Infrico)

Asimismo se emplearon para la incubaciones cámaras de incubación

(Heraeus / P-Selecta. Mod HotCold-S) graduadas a 22 y 37° C.

Por su parte para el recuento y aislamiento de los distintos microorganismos se usaron los siguientes medios:

- Agar Triptosa (Oxoid) para el recuento de bacterias aerobias mesófilas viables.
- Agar Rosa de Bengala (Oxoid) suplementado con Cloranfenicol para el recuento de hongos y levaduras.
- Agar SPS (Difco) para el recuento y aislamiento de *Pseudomonas spp.*
- Agar Baird-Parker (Oxoid) para el recuento de estafilococos
- Agar KF y Agar Bilis Esculina (Cultimed), para el recuento y aislamiento de enterococos
- Agar MacConckey, para el recuento y aislamiento de enterobacterias.
- Agar Reforzado para Clostridios (MERCK) para el recuento y aislamiento de clostridios .

Los medios una vez reconstituidos y comprobado su pH con un Phmetro (Pacisa. Mod. 81900.) se repartían en alícuotas en tubos de ensayo

previamente a su esterilización en autoclave, conservándose en cámara de refrigeración hasta el momento de su uso.

La dispensación de medios estériles en Placas de Petri se realizaba en cámara de flujo laminar (Teistar Müller.Mod H-10)

Del mismo modo las inoculaciones de los medios se realizaron en una Cabina de Seguridad Biológica (Clase II. Marca MDH. Mod.Microflow) dotada con lámpara germicida de luz ultravioleta de 253.7 nm de longitud de onda (MDH).

Para el recuento de microorganismos utilizamos un cuentacolonias digital (COMECTA S.A). Realizándose las observaciones microscópicas de dichos organismos mediante **microscopios** binoculares ( Leica.Biomed. Mod. 519756 / Zeiss.).

Además de los aparatos y material fungible ya descritos se han empleado en este trabajo:

- Material de vidrio:

Probetas (Hischman/MBL) de 100, 500, y 1000 ml.

Porta y cubreobjetos

Tubos de ensayo con tapón a rosca (Pirex) de 5, 10, y 15 ml. y de tapón metálico.

Campanas Durham.

Frascos (Pirex) de tapón a rosca de 100, 200, y 500 ml.

Vasos de precipitado (Pirex) de 25 hasta 500 ml de capacidad.

Pipetas (Tecnovetro/Volac) de 1, 2, 5, 10, y 25 ml.

- Otros materiales:

Asas y agujas de siembra.

Micropipetas digitales de 0.1 y 1 ml (Nichiryo)

Puntas de pipeta desechables (Daslab)

Estuches metálicos para esterilizar pipetas.

Gradillas

Parafilm "M" para el sellado de placas y tubos.

Baño termostatzado (J.P Selecta.Mod.Tectron)

Termosellador (P.Selecta. Mod.Tew)

## **5.2.- MÉTODOS**

### **5.2.1.-CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL PROBLEMA.**

Como paso previo a la realización de este trabajo de investigación aplicada sobre la calidad microbiológica de los residuos biosanitarios consideramos imprescindible conocer la composición de los residuos objeto de estudio. Para ello procedimos a la catalogación de los residuos procedentes de 239 contenedores para recogida selectiva de RBE.

La frecuencia de recogida de los residuos de cada centro, venía determinada por el volumen de generación de residuos de cada centro en cuestión, se estipulaba en el contrato de recogida y oscilaba entre 1 y 6 meses.

Los residuos almacenados en contenedores identificados de diferente volumen (1, 2, 4, 10, 30 y 60 litros), a su llegada al laboratorio eran pesados, obteniendo así el peso total de residuos generados por contenedor y tipo de centro. Seguidamente procedíamos a la clasificación de los residuos segregándolos inicialmente en dos grupos:

- a) Residuos Biosanitarios Especiales (según la definición de

RBE más consensuada, esto es, la que aparece en el Proyecto CLINHOS): En nuestro caso básicamente estos residuos estaban constituidos por material punzante o cortante o por líquidos corporales en volumen superior a 100 ml, fundamentalmente sangre.

- b) Residuos sanitarios inespecíficos: Considerábamos todos aquellos que no se acogen a dicha definición, es decir, vendas, gasas, torundas, algodón, guantes de látex, papel, plásticos, envoltorios, cubrecabezas, etc.

Los R.B.E eran pesados individualmente, obteniéndose posteriormente el peso del grupo b (residuos sanitarios no específicos) calculando la diferencia entre el peso total y el de los R.B.E.

Los resultados de esta clasificación se expresan en porcentajes referidos al peso en la tabla del capítulo resultados.

### **5.2.2.- TOMA DE MUESTRAS**

Como citamos en el apartado material, la toma de muestras se realizó en el laboratorio de la unidad I+D de la E.M Saneamientos de Córdoba sito en el Centro de Control Animal de esta ciudad.

La apertura de los contenedores se realizó mediante una palanca de acero inoxidable desinfectada por inmersión en una solución de hipoclorito sódico al 5%, de igual modo las juntas de cierre de los contenedores eran desinfectadas previamente a su apertura.

A continuación con unas pinzas de 30 cm de ramal esterilizadas inicialmente en autoclave se tomaba material de 3 puntos situados a distinta profundidad del interior de cada contenedor hasta obtener dos muestras por contenedor de 30-50 gramos cada una, que se introducían en sendas bolsas de Stomacher, procediendo posteriormente a termosellar dichas bolsas.

Entre muestra y muestra las pinzas se esterilizaban a la llama de un mechero Bunsen.

### **5.2.3.- TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.**

Tras su recogida las muestras eran trasladadas en recipientes isoterms con petacas acumuladoras de frío, al laboratorio de bacteriología de la Unidad de Microbiología, en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, donde se procedía a su análisis.

## **5.2.4.- PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.**

### **5.2.4.1.- ANÁLISIS CUANTITATIVO.**

#### **A) Recuento de bacterias totales aerobias.**

Ya en el laboratorio se procedía al procesamiento inmediato de las muestras:

En primer lugar se preparaba en cámara de flujo laminar una dilución 1:10 a partir de la muestra, bien adicionando y homogeneizando en la misma bolsa de Stomacher el volumen de solución salina fisiológica estéril preciso para obtener esta dilución, o bien utilizando un matraz Ehrlenmeyer de vidrio de igual modo.

A partir de esta primera dilución se efectuaba el correspondiente banco de diluciones decimales hasta la dilución  $10^{-8}$ , y siguiendo el método de recuento en placa fluida, descrito en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales” (A.P.H.A-A.W.W.A-W.P.C.F) se inoculaban en masa cuatro placas por cada dilución a ensayar, utilizando agar Triptosa (DIFCO) como medio de cultivo.



Los medios se mantenían licuados en tubos de ensayo a 45°C en baño termostático hasta ser vertidos en placas de Petri previamente inoculadas tras lo que se procedía a su homogeinización mediante movimientos circulares.

En condiciones normales se realizaban siembras con las diluciones  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$ , conservando refrigerada la dilución inicial, por si excepcionalmente había que inocular diluciones diferentes.

Aproximadamente 15 minutos después de la inoculación las placas eran incubadas a 37° C durante 48 horas en ambiente aeróbico, procediendo al recuento de aquellas que contenían entre 30 y 300 colonias a las 24 y 48 horas. El contaje se realizó con un contador de colonias automático, expresándose los resultados como la media aritmética de tales recuentos en logaritmos decimales de las unidades formadoras de colonias por mililitro de residuo (u.f.c./ml)

### **B) Recuento de hongos y levaduras**

Se realizó de igual forma a partir del banco de diluciones, si bien en este caso los medios de cultivo utilizados fueron el Agar Sabouraud

Cloranfenicol (DIFCO) y el Agar Rosa de Bengala suplementado con cloranfenicol (DIFCO). En términos generales se usaron las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ .

Las placas fueron incubadas a 22° C en atmósfera húmeda, procediendo a su lectura los días 3, 5, 7 y 14.

#### **5.2.4.2.- ANÁLISIS CUALICUANTITATIVO.**

##### **A) Recuentos:**

Asimismo realizamos el recuento e identificación de los principales grupos de microorganismos potencialmente patógenos de mayor interés desde el punto de vista de la salud pública, presentes en estos residuos.

Para ello procedimos del siguiente modo:

A partir de las diluciones de la muestra apropiadas en cada caso, se inocularon en superficie, cuatro placas por dilución de diferentes medios de cultivo selectivos y diferenciadores con 1 ml de dichas diluciones; posteriormente y tras mantener las placas invertidas durante 5 minutos

sobre un punto de fijación constante, se extraía el sobrenadante cuantificándolo y procediendo a la incubación de las placas.

Los medios, diluciones, temperaturas y tiempos de incubación empleados fueron los siguientes:

- Para el recuento de estafilococos: Se inocularon placas de agar Baird-Parker (Oxoid) con las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , incubando hasta 48 horas a 37° C.
- En cuanto al recuento y aislamiento de enterococos: Se emplearon las diluciones  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  y los medios Agar KF y Agar Bilis Esculina (Cultimed), incubando a 37°C hasta 72 h.
- Para el recuento y aislamiento de enterobacterias: Empleamos como medio general el medio diferenciador agar MacConckey, siendo las diluciones, temperaturas y tiempos de incubación idénticas al caso anterior.
- En relación al recuento y aislamiento de especies del género *Pseudomonas*: Se utilizó agar SPS y las diluciones  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ .
- Por lo que se refiere al recuento y aislamiento de clostridios, inoculamos 1 ml de la dilución madre de cada muestra previamente sometida a un tratamiento térmico para

esporulados, por duplicado en tubos con 20 ml de Agar Reforzado para Clostridios (MERCK), fundido a 44°C, procediendo a su homogeneización y posterior sellado con parafina líquida estéril. El recuento de las colonias de color negro se efectuó tras 24 horas de incubación a 37° C.

- En cuanto a la investigación de *Listeria monocytogenes*, al realizar las inoculaciones para el recuento de aerobios totales, simultáneamente se inoculaba una placa de agar triptosa en superficie con 1 ml de la dilución más concentrada (1:10) de cada muestra, retirando el sobrenadante del modo anteriormente descrito, incubándose en este caso a 7° C durante un período de hasta 2 semanas.

Para la investigación de esporulados aerobios de interés sanitario (*B. anthracis*), se ha seguido la metodología descrita por Collins y Lyme 1989, esto es, tomar un volumen de 10 mililitros de cada muestra de la dilución madre y someterla a un tratamiento térmico de 80° C durante 10 minutos, tras lo cual inoculábamos en superficie placas de agar sangre o agar triptosa que llevábamos a incubación aeróbica a 37° C durante 24 horas.

## **B) Aislamiento e identificación bacteriana.**

A partir de los crecimientos obtenidos en estos medios de cultivo, procedimos a la resiembra de los mismos por agotamiento en placas de agar triptosa, con el fin de obtener cultivos puros y proceder a la posterior identificación.

La identificación se llevó a cabo tomando como base las pautas y tablas de identificación descritas en el Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Krieg y Holt, 1984; Sneath et al., 1986) y en la 9ª Edición del Bergey's Manual of Determinative Microbiology (Holt et al., 1994).

### **b.1) Primera fase**

Esta etapa tenía como objetivo encuadrar las cepas obtenidas en cultivo puro dentro de un grupo bacteriano de características semejantes, para posteriormente poder aplicar una serie de pruebas más concretas que condujesen a la determinación del género o especie a la que pertenecían.

Los aspectos estudiados en esta etapa fueron:

1.- Morfología colonial, tipo de superficie, aspecto, tamaño, color, elevación, bordes y olor (Harrigan y Mccance 1976).

2.- Tinción de Gram y observación mediante microscopía óptica de inmersión (Branson 1974); esta fase aporta datos sobre su morfología, disposición, agrupamiento y afinidad tintorial, permitiendo su clasificación inicial en Gram positivas (color azul-violeta) o Gram negativas (color rojo).

3.- Determinación de la presencia de la enzima Catalasa (Koneman 1992), utilizando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrógeno) al 3%.

4.- Determinación de la presencia de la enzima Citocromo-oxidasa (Koneman 1992)

5.- Determinación de la motilidad entre portaobjetos y cubreobjetos.

## **b.2) Protocolo de identificación por grupos.**

### **b.2.1).- Bacterias Gram positivas**

#### **I) *Cocos Gram positivos.***

I.a) Estafilococos.

A partir de las resiembras en Agar triptosa de los crecimientos obtenidos en Agar Baird –Parker , tras observación de la morfología y color de la colonia, tipo de agrupamiento bacteriano , y constatando su carácter positivo respecto a la prueba de la catalasa, se realizaron alguna de las siguientes pruebas para diferenciar los géneros *Staphylococcus* y *Micrococcus*:

- a) Prueba de sensibilidad a la lisostafina (La Chica et al., 1971). Los estafilococos son sensibles y los micrococos resistentes.
  
- b) Prueba de sensibilidad a la furazolidona (Von Rheinbaben y Hadlock, 1981). Los estafilococos son sensibles y los micrococos resistentes.

A continuación las cepas de estafilococos eran sometidas a la prueba de la coagulasa libre (McFaddin, 1980 )

La identificación ulterior a nivel de especie se realizó mediante sistemas multipuebas (API-STAPH) de laboratorios Bio Mérieux.

I.b) Enterococos.

A partir de los crecimientos obtenidos en los medios de cultivo Agar KF y Agar Bilis-Esculina (Cultimed), resemebrados por agotamiento en agar triptosa para obtener cultivos puros, catalogamos como enterococos a todos los que presentaban las características de crecimiento, disposición celular típica, y carácter catalasa negativo, ya que proceden de medios selectivos.

**II) *Bacilos Gram positivos esporulados.***

Para la identificación de la principal especie del género *Bacillus* de interés sanitario: *B. anthracis* se siguieron los esquemas de pruebas establecidas en el Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Sneath et al., 1986), así como las sistemáticas de Cowan y Steel (1974) y Sonnenwith y Jarett (1983).

Los crecimientos obtenidos por cultivo en aerobiosis en agar sangre, se resemebraron por agotamiento en agar triptosa, al objeto de obtener colonias aisladas, realizando a partir de estas las pruebas de tinción de esporos (a fin de determinar forma y posición de estos), motilidad, sensibilidad a la penicilina y capacidad hemolítica.



### **III) *Bacilos gram positivos regulares no esporulados***

#### **II.a) *Listeria monocytogenes.***

Su presencia fue investigada a partir de los crecimientos obtenidos en placas de agar triptosa incubadas a temperaturas de refrigeración, aplicando las pruebas de identificación descritas por Alvarez et al. 1990: carácter beta-hemolítico, crecimiento en anaerobiosis, carácter catalasa positivo, motilidad a 20-25°C, carácter Voges Proskauer positivo y SH<sub>2</sub> negativo e hidrólisis de la esculina.

#### **b.2.2) Bacterias Gram negativas**

##### **I) *Enterobacterias***

A partir de las resiembras en agar triptosa de los crecimientos obtenidos en Agar MacConckey, y tras establecer las características de bacilo o cocobacilo Gram negativo, oxidasa negativo, se emplearon para la identificación de enterobacterias galerías API 20E .

##### **II) *Bacilos Gram negativos, no enterobacterias.***

Tanto las resiembras en agar Triptosa de los crecimientos obtenidos en Agar SPS como en agar MacConckey que resultaron oxidasa positivos,

fueron sometidos a sistemas multiprueba de identificación API 20 NE de Laboratorios Bio Mérieux.

### **C) Aislamiento e Identificación de la flora fúngica.**

Nuestro objetivo fundamental fue cuantificar la carga fúngica de estos residuos , no obstante llevamos a cabo la identificación a nivel de género de los crecimientos obtenidos.

El aislamiento se realizó a partir de las placas utilizadas en el análisis cuantitativo, en base a la morfología de las colonias.

La identificación a nivel de género de los hongos filamentosos aislados se llevó a cabo mediante la técnica de microcultivo entre portaobjetos y cubreobjetos .

Para la identificación de levaduras se emplearon Galerías API 20 AUX.

#### **5.2.5.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS**

Para el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos se emplearon los tests de rango de Wilcoxon, Mann y Whitney incluidos en el programa Statistical Analysis System (SAS) así como parámetros de estadística descriptiva indicativos de las tendencias de dispersión contenidos en la Hoja de Cálculo EXCELL.

## 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN



### **6.1 Caracterización de los residuos objeto de estudio.**

En la tabla 13 se muestran los resultados de la catalogación de los residuos estudiados en 239 contenedores, indicándose los promedios de los porcentajes en peso de los dos grupos obtenidos tras su segregación en dos fracciones: residuos biosanitarios especiales y residuos sanitarios no específicos.

El grupo RBE, corresponde a residuos biosanitarios especiales, según la definición de RBE publicada en el proyecto CLINHOS, que como comentamos es la más consensuada. El grupo residuos sanitarios no específicos incluye todos los residuos que no se encuadraban dentro de la definición anterior y que por tanto no deberían encontrarse en estos contenedores para recogida selectiva de RBE.

Son ejemplos de estos residuos: envoltorios, guantes de látex, papel, cubrecabezas, mascarillas, vendas, gasas, así como todo tipo de material que nada tiene que ver con la asistencia sanitaria como paquetes de tabaco o envoltorios de alimentos.

**Tabla 13. Caracterización de residuos biosanitarios procedentes de pequeños productores agrupados por especialidades y expresados como porcentajes en peso.**

| <b>Tipo de centro</b>          | <b>Volumen del contenedor (litros)</b> | <b>Contenedores catalogados</b> | <b>Frecuencia de recogida (meses)</b> | <b>% de R.B.E en peso</b> | <b>% de RB no específicos en peso</b> | <b>Desviación típica</b> |
|--------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Ginecológico                   | 30                                     | 6                               | 1                                     | 64.39                     | 35.61                                 | 16.69                    |
| Ginecológico                   | 10                                     | 20                              | 1                                     | 77.3                      | 20.7                                  | 15.23                    |
| Alergológico                   | 30                                     | 10                              | 2                                     | 75.39                     | 24.61                                 | 0.68                     |
| Podológico                     | 10                                     | 24                              | 2                                     | 17.2                      | 82.8                                  | 43.86                    |
| Servicio médico de empresa     | 10                                     | 20                              | 1-3                                   | 98.3                      | 3.7                                   | 0.37                     |
| Laboratorios análisis clínicos | 60                                     | 6                               | 1-2                                   | 81.49                     | 18.51                                 | 1.26                     |
| Laboratorios análisis clínicos | 30                                     | 10                              | 1-3                                   | 97.42                     | 2.68                                  | 3.09                     |
| Oftalmológico                  | 10                                     | 10                              | 2                                     | 96.3                      | 3.7                                   | 2.01                     |
| Odontológico                   | 1                                      | 10                              | 3                                     | 99.36                     | 0.64                                  | 0.75                     |
| Odontológico                   | 2                                      | 6                               | 3                                     | 99.11                     | 0.89                                  | 1.3                      |
| Odontológico                   | 4                                      | 30                              | 3                                     | 95.64                     | 4.36                                  | 2.65                     |
| Odontológico                   | 10                                     | 18                              | 3                                     | 51.3                      | 48.7                                  | 16.42                    |
| Policlínico                    | 30                                     | 13                              | 1                                     | 53.24                     | 46.76                                 | 23.21                    |
| Geriátrico                     | 10                                     | 10                              | 1                                     | 97.1                      | 2.9                                   | 2.13                     |
| Digestivo                      | 10                                     | 10                              | 3                                     | 53.21                     | 46.79                                 | 4.36                     |
| Mutuas de accidentes laborales | 4                                      | 8                               | 1-3                                   | 98.6                      | 1.4                                   | 3.26                     |
| Mutuas de accidentes laborales | 10                                     | 10                              | 1-3                                   | 86.62                     | 13.4                                  | 14.61                    |
| Serv.médico colegio            | 10                                     | 10                              | 3                                     | 95.02                     | 4.98                                  | 2.34                     |
| Medicina estética              | 30                                     | 8                               | 2                                     | 10.07                     | 89.93                                 | 1.19                     |

A la luz de los datos expuestos con anterioridad, observamos que en una proporción significativa de centros encontramos que incluso más del 50 % de los residuos que son eliminados como RBE , no se encuadran dentro de dicha definición.(Feliu et al. 1997)

Es el caso de las clínicas de medicina estética donde el 89.9 % de los residuos catalogados se incluyen en el grupo residuos sanitarios no específicos y sólo un 10.07 % corresponden a RBE; o el de las clínicas podológicas donde un 82.2 % de los residuos generados son residuos sanitarios no específicos.

En clínicas ginecológicas el 64.39 % de los residuos procedentes de contenedores de 30 litros de capacidad correspondieron a RBE frente a un 35.61 % de residuos sanitarios no específicos; cuando el volumen de los contenedores era de 10 litros estos porcentajes fueron de 77.3 % y 22.7 % respectivamente.

Comprobamos pues, que el volumen del contenedor influye en el porcentaje de cada tipo de residuos, así en los contenedores de mayor volumen (60 y 30 litros) suele aumentar el porcentaje de residuos sanitarios

no específicos (con la excepción de los contenedores de 30 y 60 litros procedentes de laboratorios de análisis clínicos donde el 100 % y casi el 82 % de los residuos contenidos respectivamente corresponden a la definición de RBE), mientras que los más pequeños (1,2 y 4 litros) contienen casi en su totalidad RBE, fundamentalmente punzantes.

No hemos encontrado en la bibliografía consultada datos referentes a la catalogación de los residuos biosanitarios en términos de especificidad, por lo que resulta difícil establecer una discusión comparativa al respecto.

Respecto a la caracterización de estos residuos, tras realizar un análisis de varianza considerando como factores de variación: el tipo de centro (especialidad), el propio centro en sí, el volumen de los contenedores, y la frecuencia de recogida, apreciamos que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0001$ ) en los porcentajes en peso de los RBE frente a los residuos sanitarios no específicos en función del tipo de centro cuyos residuos estudiemos. (Tabla 2).

Si nos fijamos en la composición del grupo b) (Residuos sanitarios inespecíficos), observamos que al estar integrados por algodón, gasas, guantes, papel, envoltorios, envases, fundas de plástico, etc, se encuadrarían



según la normativa a la que nos referíamos anteriormente, dentro del grupo de los residuos sanitarios no específicos, es decir aquellos que sólo supondrían un riesgo intracentro y que por tanto sólo requieren condiciones especiales de gestión en el interior de los centros sanitarios, pudiendo depositarse fuera de estos como los RSU (residuos sólidos urbanos) o los RBAU (residuos biosanitarios asimilables a urbanos) con la salvedad de que no pueden destinarse al reciclado.

La presencia de estos otros residuos en contenedores para RBE (residuos biosanitarios especiales) no está, por lo tanto justificada, ya que incrementan de manera innecesaria los costes de gestión para el productor; Hemos podido comprobar que por regla general estos residuos sanitarios inespecíficos representan proporcionalmente a su peso un gran volumen, ocupando un espacio considerable, que debería estar ocupado con RBE, siendo causa del aumento de los costes de gestión.

Es por esto por lo que nos parece imprescindible la educación del personal sanitario para la correcta segregación de los residuos en origen.

## **6.2 Análisis cuantitativo de la flora bacteriana y fúngica de las muestras.**

En las tablas 14 a 19 se expresan los resultados obtenidos en el estudio de distribución de distintos grupos microbianos investigados. Estos resultados se expresan en forma de logaritmos decimales de las unidades formadoras de colonias por gramo de residuo.

Indicamos en las tablas las medias aritméticas de los recuentos totales así como otros parámetros de estadística descriptiva indicativas de las tendencias de dispersión de las muestras como son la desviación típica muestral, los valores mínimo y máximo y los cuartiles 1 y 3 para cada grupo, al objeto de conocer la distribución de la carga microbiana en estos residuos.

**Tabla 14. Concentraciones promedio de gérmenes totales en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro (logaritmos decimales de las ufc/gr residuo)**

| <b>Tipo de centro</b>         | <b>Bacterias totales</b> | <b>Desviación típica</b> | <b>Valor máx</b> | <b>Valor mín</b> | <b>Cuartil 1</b> | <b>Cuartil 3</b> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Policlínico</b>            | 8,08                     | 8,26                     | 8,62             | 0                | 3,84             | 6,20             |
| <b>Ginecológico</b>           | 5,76                     | 5,92                     | 6,37             | 0                | 0                | 5,86             |
| <b>Podológico</b>             | 7,11                     | 7,41                     | 7,96             | 0                | 0                | 6,32             |
| <b>Oftalmológico</b>          | 3,09                     | 3,13                     | 3,49             | 0                | 0                | 3,39             |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>          | 6,28                     | 6,26                     | 6,61             | 0                | 3,28             | 6,56             |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>          | 4,68                     | 4,87                     | 5,30             | 0                | 1,52             | 4,99             |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>          | 4,36                     | 4,19                     | 4,58             | 0                | 3,62             | 4,57             |
| <b>Lab.A.Clin.</b>            | 6,97                     | 7,12                     | 7,55             | 0                | 0                | 7,36             |
| <b>Alergológico</b>           | 6,91                     | 7,11                     | 7,62             | 0                | 6,47             | 6,61             |
| <b>Mutua accid. Laborales</b> | 7,08                     | 7,34                     | 7,79             | 0                | 0                | 6,64             |

En la tabla 14 figuran los recuentos medios de bacterias totales aerobias, expresados en forma de logaritmos decimales de las unidades formadoras de colonias por gramo de residuo analizado.

Como podemos observar, estos oscilaron entre 3.09 obtenidas en las consultas de oftalmología y 8.08 obtenidos en centros policlínicos, pasando por recuentos de 4.68 y 4.36 en residencias geriátricas y servicios médicos de empresa, respectivamente.

En las clínicas ginecológicas obtuvimos recuentos medios de 5.76, seguidas en orden creciente por las clínicas de alergología, las podológicas y los laboratorios de análisis clínicos con recuentos de 6.91, 7.11 y 7.96  $\log_{10}$  ufc/gr residuo respectivamente.

**Tabla 15. Concentraciones promedio de estafilococos en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro (logaritmo decimal de las ufc/gr residuo)**

| <b>Tipo de centro</b>         | <b>Estafilococos</b> | <b>Desviación típica</b> | <b>Valor máx</b> | <b>Valor Mín</b> | <b>Cuartil 1</b> | <b>Cuartil 3</b> |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Policlínico</b>            | 4,86                 | 5,54                     | 6,35             | 0                | 0                | 3,35             |
| <b>Ginecológico</b>           | 2,64                 | 2,95                     | 3,47             | 0                | 0                | 2,76             |
| <b>Podológico</b>             | 3,76                 | 4,08                     | 4,61             | 0                | 0                | 3,53             |
| <b>Oftalmológico</b>          | 3,17                 | 3,21                     | 3,56             | 0                | 0                | 3,50             |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>          | 2,83                 | 2,61                     | 3,49             | 0                | 1,89             | 3,01             |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>          | 3,01                 | 3,17                     | 3,66             | 0                | 0                | 3,20             |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>          | 2,52                 | 2,08                     | 2,65             | 0                | 2,51             | 2,59             |
| <b>Lab.A.Clin.</b>            | 4,64                 | 4,94                     | 5,41             | 0                | 0                | 4,39             |
| <b>Alergológico</b>           | 3,27                 | 3,06                     | 4,46             | 0                | 3,01             | 3,63             |
| <b>Mutua accid. Laborales</b> | 4,29                 | 4,44                     | 4,90             | 0                | 0                | 4,69             |

En la tabla nº 15 se representan los recuentos de estafilococos que oscilaron entre valores de  $2-3 \log_{10}$  ufc/gr de residuo analizado en los centros que presentaron menores concentraciones, hasta recuentos del orden de  $4 \log_{10}$  ufc/gr de residuo en centros policlínicos, podológicos, mutuas de accidentes laborales y laboratorios de análisis clínicos.

En cuanto a *S.aureus* se identificó en 5 tipos de centros: Policlínicos, podológicos, oftalmológicos, servicios médicos de residencias geriátricas y servicios médicos de empresa, con recuentos comprendidos entre 2.29 y 2.17 log<sub>10</sub> ufc/gr de residuo respectivamente.

**Tabla 16. Concentraciones promedio de enterococos en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro (expresadas en logaritmos decimales de las ufc/gr residuo)**

| <b>Tipo de centro</b>         | <b>Enterococos</b> | <b>Desviación típica</b> | <b>Valor máx</b> | <b>Valor Mín</b> | <b>Cuartil 1</b> | <b>Cuartil 3</b> |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Policlínico</b>            | 3,93               | 4,61                     | 5,40             | 0                | 0                | 3,28             |
| <b>Ginecológico</b>           | 2,83               | 3,20                     | 3,75             | 0                | 0                | 0                |
| <b>Podológico</b>             | 3,77               | 3,94                     | 4,53             | 0                | 0                | 3,98             |
| <b>Oftalmológico</b>          | 0                  | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>          | 0                  | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>          | 0                  | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>          | 0                  | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Lab.A.Clin.</b>            | 2,73               | 2,98                     | 3,49             | 0                | 0                | 2,94             |
| <b>Alergológico</b>           | 1,86               | 1,59                     | 2,18             | 0                | 1,81             | 1,91             |
| <b>Mutua accid. Laborales</b> | 2,56               | 3,04                     | 3,65             | 0                | 0                | 0                |

En el caso de los enterococos (tabla 16) nos encontramos con que no hubo crecimiento en las muestras procedentes de 4 de los 10 tipos de centros, a

saber, oftalmológicos, servicios médicos de residencias geriátricas, de empresa y de colegios. En el resto de los centros se obtuvieron recuentos de entre 2.53 y 4.96 log<sub>10</sub> ufc/gr de residuo, excepto las clínicas alergológicas que mostraron recuentos inferiores (1.86).

**Tabla 17. Concentraciones promedio de enterobacterias en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro (logaritmos decimales de las ufc/gr residuo)**

| <b>Tipo de centro</b>             | <b>Enterobac<br/>terias</b> | <b>Desviación<br/>típica</b> | <b>Valor<br/>máx</b> | <b>Valor<br/>Mín</b> | <b>Cuartil<br/>1</b> | <b>Cuartil<br/>3</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Policlínico</b>                | 3.85                        | 4.28                         | 4.99                 | 0                    | 0                    | 3.40                 |
| <b>Ginecológico</b>               | 4,81                        | 5,09                         | 5,61                 | 0                    | 0                    | 4,38                 |
| <b>Podológico</b>                 | 4,43                        | 5,26                         | 5,81                 | 0                    | 0                    | 4,28                 |
| <b>Oftalmológico</b>              | 0                           | 0                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>              | 0                           | 0                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>              | 0                           | 0                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>              | 0                           | 0                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| <b>Lab.A.Clin.</b>                | 4,11                        | 4,32                         | 4,83                 | 0                    | 0                    | 4,48                 |
| <b>Alergológico</b>               | 2,53                        | 2,64                         | 3,17                 | 2.06                 | 2,18                 | 2,37                 |
| <b>Mutua accid.<br/>Laborales</b> | 0                           | 0                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |

En cuanto a las enterobacterias (tabla 17) los mayores recuentos de este grupo bacteriano se dieron en residuos de centros ginecológicos,

podológicos y laboratorios de análisis clínicos con rangos de  $4 \log_{10}$  ufc/gr residuo, seguidos por los centros policlínicos y alergológicos con recuentos respectivamente de 2.62 y 2.53.

No hubo crecimiento en las muestras procedentes servicios médicos de colegios, residencia geriátricas, empresas, mutuas de accidentes laborales y centros oftalmológicos.



**Tabla 18. Concentraciones promedio de *Pseudomonas spp.* en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro ( $\log_{10}$  ufc/gr residuo).**

| <b>Tipo de centro</b>         | <b><i>Pseudomonas spp.</i></b> | <b>Desviación típica</b> | <b>Valor máx</b> | <b>Valor Mín</b> | <b>Cuartil 1</b> | <b>Cuartil 3</b> |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Policlínico</b>            | 4,23                           | 4,57                     | 5,20             | 0                | 0                | 4,19             |
| <b>Ginecológico</b>           | 3,28                           | 3,69                     | 4,31             | 0                | 0                | 0                |
| <b>Podológico</b>             | 1,60                           | 2,43                     | 3,28             | 0                | 0                | 0                |
| <b>Oftalmológico</b>          | 0                              | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>          | 0                              | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>          | 0                              | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>          | 2,62                           | 2,18                     | 2,73             | 0                | 2,59             | 2,71             |
| <b>Lab.A.Clin.</b>            | 2,86                           | 3,13                     | 3,73             | 0                | 0                | 2,92             |
| <b>Alergológico</b>           | 4,51                           | 4,37                     | 4,77             | 0                | 4,67             | 4,69             |
| <b>Mutua accid. Laborales</b> | 4,68                           | 5,08                     | 5,72             | 0                | 0                | 4,69             |

En el caso particular de las pseudomonas (tabla 18) vemos que los recuentos medios oscilaron entre ausencia de crecimiento en los centros oftalmológicos, servicios médicos de colegios y de residencias geriátricas y recuentos del orden de más de 4 en mutuas de accidentes laborales, centros alérgicos y policlínicos.

Los centros ginecológicos, servicios médicos de empresa, laboratorios de análisis clínicos y clínicas podológicas presentaron recuentos de 3.28, 2.62, 2.86 y 1.60  $\log_{10}$  ufc/gr residuo, respectivamente.

**Tabla 19. Concentraciones promedio de hongos y levaduras en RBE procedentes de pequeños productores, clasificados según el tipo de centro ( $\log_{10}$  ufc/gr residuo)**

| <b>Tipo de centro</b>         | <b>Hongos y levaduras</b> | <b>Desviación típica</b> | <b>Valor máx</b> | <b>Valor Mín</b> | <b>Cuartil 1</b> | <b>Cuartil 3</b> |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Policlínico</b>            | 4,23                      | 5,56                     | 6,20             | 0                | 0                | 5,46             |
| <b>Ginecológico</b>           | 3,73                      | 4,06                     | 4,57             | 0                | 0                | 3,47             |
| <b>Podológico</b>             | 4,39                      | 4,86                     | 5,54             | 0                | 0                | 3,20             |
| <b>Oftalmológico</b>          | 0                         | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Col.</b>          | 0                         | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Ger.</b>          | 0                         | 0                        | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Serv.Méd.Empr</b>          | 2,23                      | 2,07                     | 2,52             | 0                | 1,80             | 2,40             |
| <b>Lab.A.Clin.</b>            | 3,96                      | 4,11                     | 4,56             | 0                | 0                | 4,34             |
| <b>Alergológico</b>           | 4,24                      | 4,42                     | 4,93             | 0                | 3,92             | 3,96             |
| <b>Mutua accid. Laborales</b> | 4,92                      | 5,45                     | 6,08             | 0                | 0                | 2,94             |

Los mayores promedios de recuentos de hongos y levaduras (tabla 8) los presentaron las mutuas de accidentes laborales ( 4.92), seguidos por los centros podológicos, policlínicos y alergológicos todos ellos con recuentos

comprendidos en el rango de  $4 \log_{10}$  ufc/residuo. Los centros ginecológicos y laboratorios de análisis clínicos y servicios médicos de empresa dieron recuentos de 3.96 y 2.23, respectivamente, mientras que las muestras procedentes de centros oftalmológicos, servicios médicos de colegios y residencias geriátricas no presentaron crecimiento fúngico.

### **6.1.1 Análisis de las tendencias de dispersión de los recuentos.**

En los gráficos 2 a 8 se comparan los resultados cuantitativos obtenidos por tipo de centro, indicando las tendencias de dispersión de los mismos, mediante los valores máximo y mínimo y los cuartiles 1 y 3. Asimismo se representa la media aritmética de los recuentos, quedando patente, como veremos a continuación su imprecisión como parámetro indicativo de resultados.


En el gráfico 9 se representa la comparación global de las cargas microbianas de los residuos de los diferentes tipos de centro estudiados.

Interpretación de los símbolos:

**X** : Representa el logaritmo decimal de la media aritmética de los recuentos microbianos.

) : Corresponde al cuartil 3.

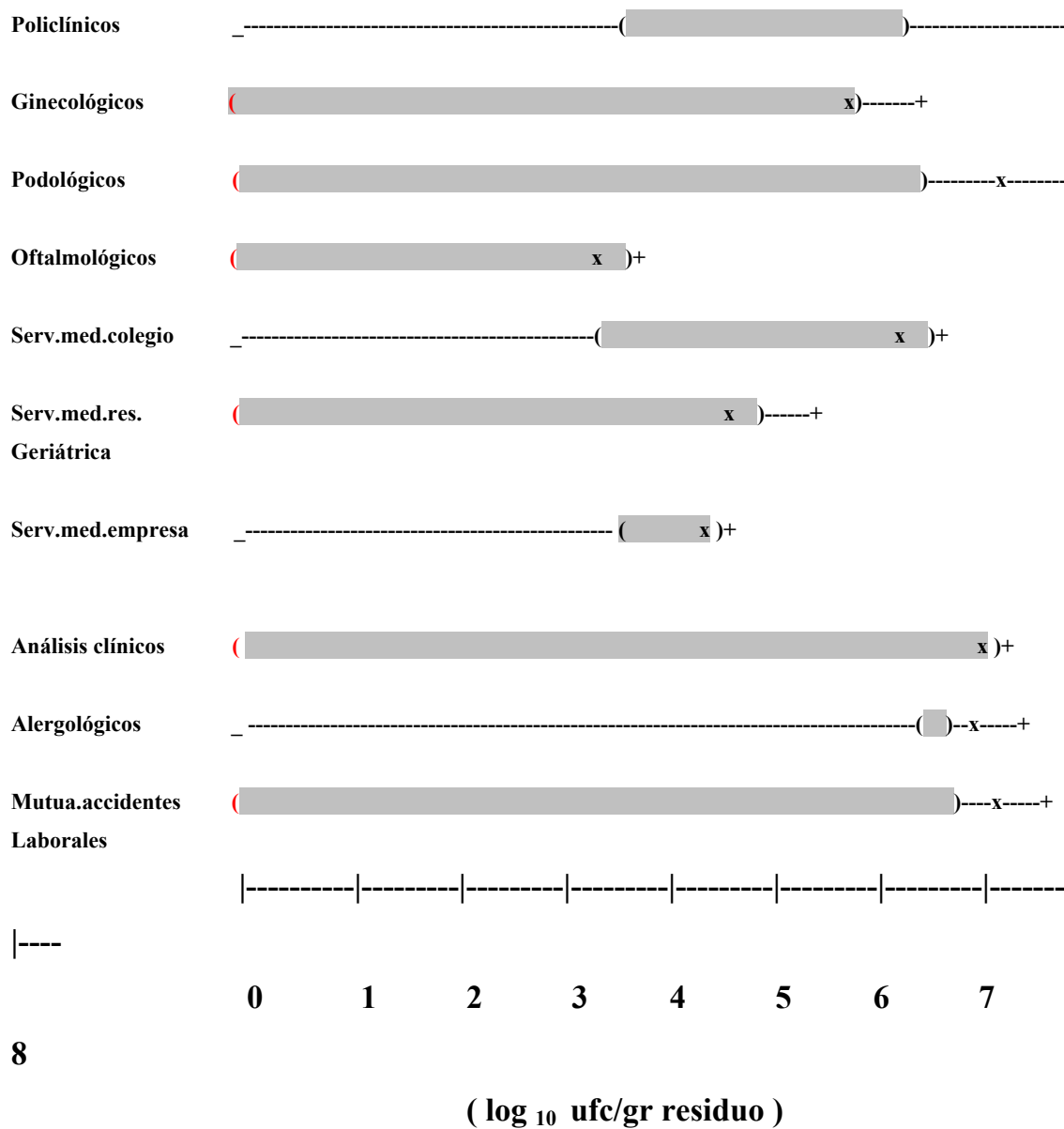
( : Corresponde al cuartil 1. Cuando este coincide con el valor mínimo se indica con el color rojo ( ( ).

(  ): El espacio sombreado entre paréntesis simboliza el recorrido intercuartílico, por tanto incluye el 50% de las medidas.

+ : Representa el valor máximo.

\_ : Simboliza el valor mínimo.

En el gráfico 2 se muestra la distribución de las tendencias de dispersión de los recuentos de aerobios totales en los distintos tipos de centros cuyos residuos se han analizado.



**Gráfico 2. Concentraciones de aerobios totales en los diferentes centros productores. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

Como podemos comprobar caracteriza en general a este tipo de residuos (los RBE) una gran dispersión en los resultados de sus recuentos, es decir,

se encuentran dentro un rango muy amplio, tanto para el campo intercuartílico, como para la envergadura entre los valores mínimo y máximo.

Así los centros policlínicos, presentan unos valores mínimo y máximo de 0 (esto es, ausencia de crecimiento en todas las diluciones) y  $8.62 \log_{10}$  ufc/g, respectivamente; situándose los cuartiles 1 y 3 entre 3.81 y 6.20. La media aritmética de los recuentos, con un valor de 8.08 se encuentra muy por encima del cuartil 3, más próxima al valor máximo, lo que revela que no es un buen parámetro para describir los resultados.

Los centros ginecológicos presentan un recorrido intercuartílico aun mayor, del orden de 6 unidades logarítmicas coincidiendo con el valor cero (como ocurrirá en la mayoría de los casos) el valor mínimo y el cuartil 1. La media aritmética (5.76) se sitúa casi a la altura del cuartil 3 y el valor máximo alcanza la cifra de  $6.37 \log_{10}$  ufc/g residuo.

Para las clínicas podológicas encontramos unos valores mínimo y máximo muy distantes (0 y 7.96), coincidiendo nuevamente el cuartil 1 con el valor mínimo que es cero. La media aritmética (7.11), vuelve a situarse por encima del cuartil 3 cuyo valor es de  $6.32 \log_{10}$  ufc/g residuo.

Los residuos de las clínicas oftalmológicas presentan las menores cargas microbianas del grupo, con un valor máximo de 3.49  $\log_{10}$  ufc/g residuo. El recorrido intercuartílico va desde 0 a 3.39; esta vez la media aritmética con un valor de 3.09 está incluida en dicho recorrido.

Los servicios médicos de colegios presentaron unos valores mínimo y máximo de 0 y 6.61. En esta ocasión el cuartil 1 es 3.28 y el cuartil 3 está en 6.56. La media obtenida fue de 6.28, esto es, dentro del intercuartil, aunque en el límite superior y cercana al valor máximo.

Los residuos procedentes servicios médicos de residencias geriátricas muestran un rango entre mínimo y máximo que oscila entre 0 y 5.30, coincidiendo de nuevo el cuartil 1 con el mínimo y con una media aritmética (4.68) que se aproxima mucho al cuartil 3 sin superarlo.

Son sin embargo, los residuos de servicios médicos de empresa junto con los de centros alergológicos, y policlínicos los que muestran resultados menos dispersos. Así los cuartiles 1 y 3 se sitúan respectivamente en valores de 3.62 y 4.57  $\log$  ufc/g residuo. Con una media aritmética de 4.36 y valores máximo y mínimo de 5.30 y 0.

Por su parte los laboratorios de análisis clínicos muestran las mayores cargas totales, con el mayor recorrido intercuartílico del grupo desde el cuartil 1 (0) hasta un valor de 7.36 para el cuartil 3. Los valores mínimo y máximo fueron 0 y 7.55, con una media aritmética nuevamente en el límite superior del intercuartil.

Las clínicas de alergología, presentan como se puede apreciar por su escaso recorrido intercuartílico, unos resultados bastante homogéneos. Con unos valores mínimo de 0 y máximo de 7.62 log ufc/g residuo, el 50% de las medidas se encuentran en el rango de 6.4-6.7 log ufc/g residuo. La media aritmética vuelve a situarse por encima del cuartil 3.

Tras los laboratorios de análisis clínicos, los residuos de mutuas de accidentes laborales son las que dan mayores resultados, aunque también con un gran rango de dispersión; desde el mínimo (0) a un valor máximo de 7.79, pasando por el cuartil 3 que se situa en 6.64. y una media aritmética de 7.08.

En resumen, se presenta una gran dispersión en los resultados de los recuentos totales, excepto en los centros alergológicos, servicios médicos

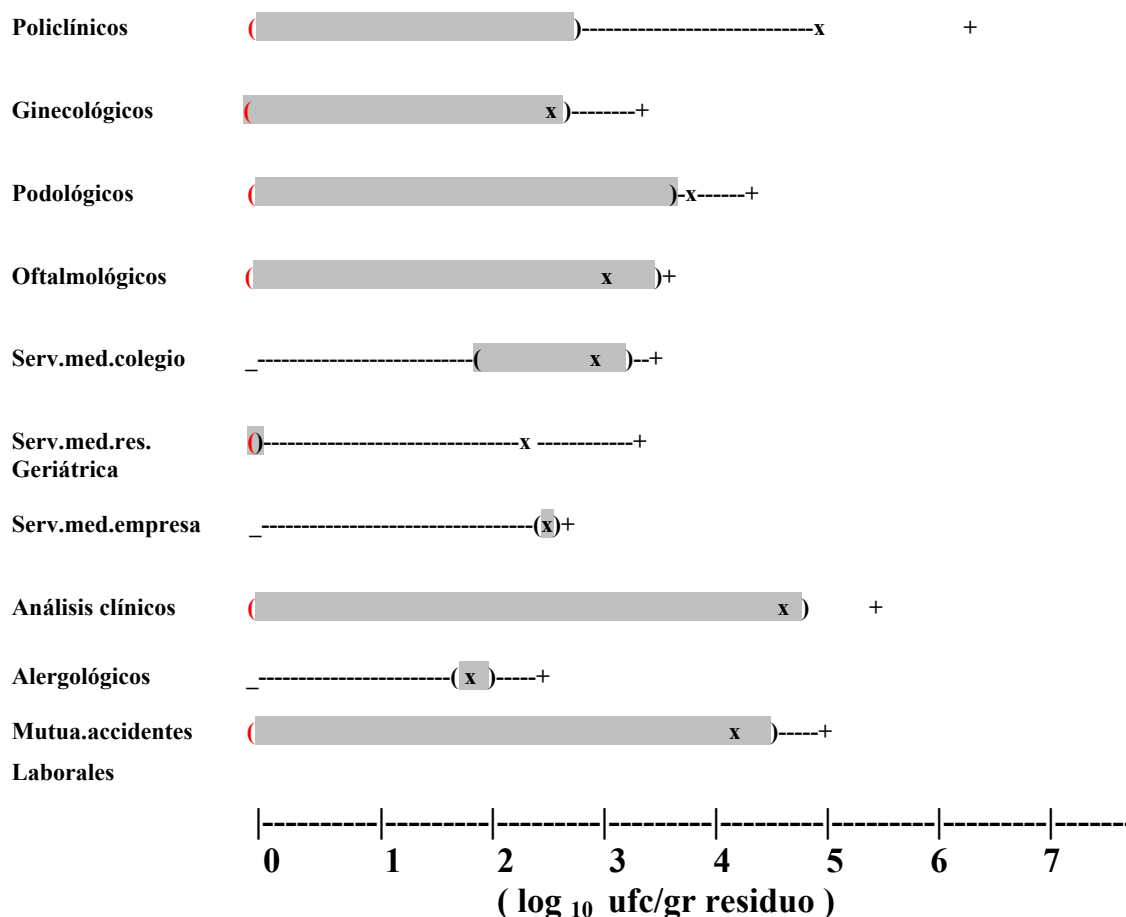


de empresa y de colegios y centros policlínicos, que presentan una tendencia bastante homogénea.

Los residuos que presentan mayores recuentos totales son los generados por laboratorios de análisis clínicos, seguidos por mutuas de accidentes laborales, centros alergológicos, y servicios médicos de colegios; a continuación siguen los centros podológicos, policlínicos y ginecológicos, presentando los menores resultados las clínicas oftalmológicas, los servicios médicos de empresas y los de residencias geriátricas.

Al comparar estos resultados con los que ofrecían las medias aritméticas podemos ver que no coinciden ya que éstas concedían el mayor valor a los centros policlínicos, seguidas por centros podológicos. Por ello, no lo consideramos un indicador estadístico preciso.

En el gráfico 3 se muestran las tendencias de dispersión de las concentraciones de estafilococos observadas en los distintos centros.



**Gráfico 3. Concentraciones de *Staphylococcus spp.* en los residuos de los diferentes centros productores. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

La carga de estafilococos es sensiblemente menor en todos los grupos. Los centros policlínicos presentan el mayor recorrido entre los valores mínimo y máximo de este grupo (0 y 6.35 respectivamente); el cuartil 1 vuelve a coincidir con el mínimo y el cuartil 3 está en 2.91, presentando

una media aritmética muy alejada del intercuartil, y por supuesto superior a dicho cuartil.

Similar recorrido intercuartílico presentan los centros ginecológicos, con un valor mínimo coincidente con el cuartil 1 en 0, y el cuartil 3 en 2.77. Sin embargo, el valor máximo es considerablemente menor (3.47) con lo que la media aritmética se sitúa dentro del intercuartil en un valor de 2.65.

Los centros podológicos y los oftalmológicos presentan concentraciones similares de este grupo bacteriano, siendo ligeramente superiores las de los primeros con un valor máximo de 4.64  $\log_{10}$  ufc/g residuo, frente a 3.56 en los segundos. Como siempre el valor mínimo y el cuartil 1 coinciden en 0, situándose el cuartil 3 en 3.72 y 3.50 respectivamente. Las medias aritméticas se encuentran en el caso de los centros podológicos, como está siendo habitual, entre el cuartil 3 y el valor máximo a diferencia de los centros oftalmológicos donde encontramos que la media está incluida dentro del intercuartil aunque cercana al cuartil 3.

En los residuos de servicios médicos de colegios así como de centros alergológicos no se obtuvo crecimiento de estafilococos a partir de ninguna dilución.

Por su parte en un 70% de las muestras procedentes de residencias geriátricas, tampoco crecieron estafilococos, por lo que se obtiene el valor 0 para los cuartiles 1 y 3. El valor máximo fue de 3.39 y la media aritmética se sitúa en 2.39.

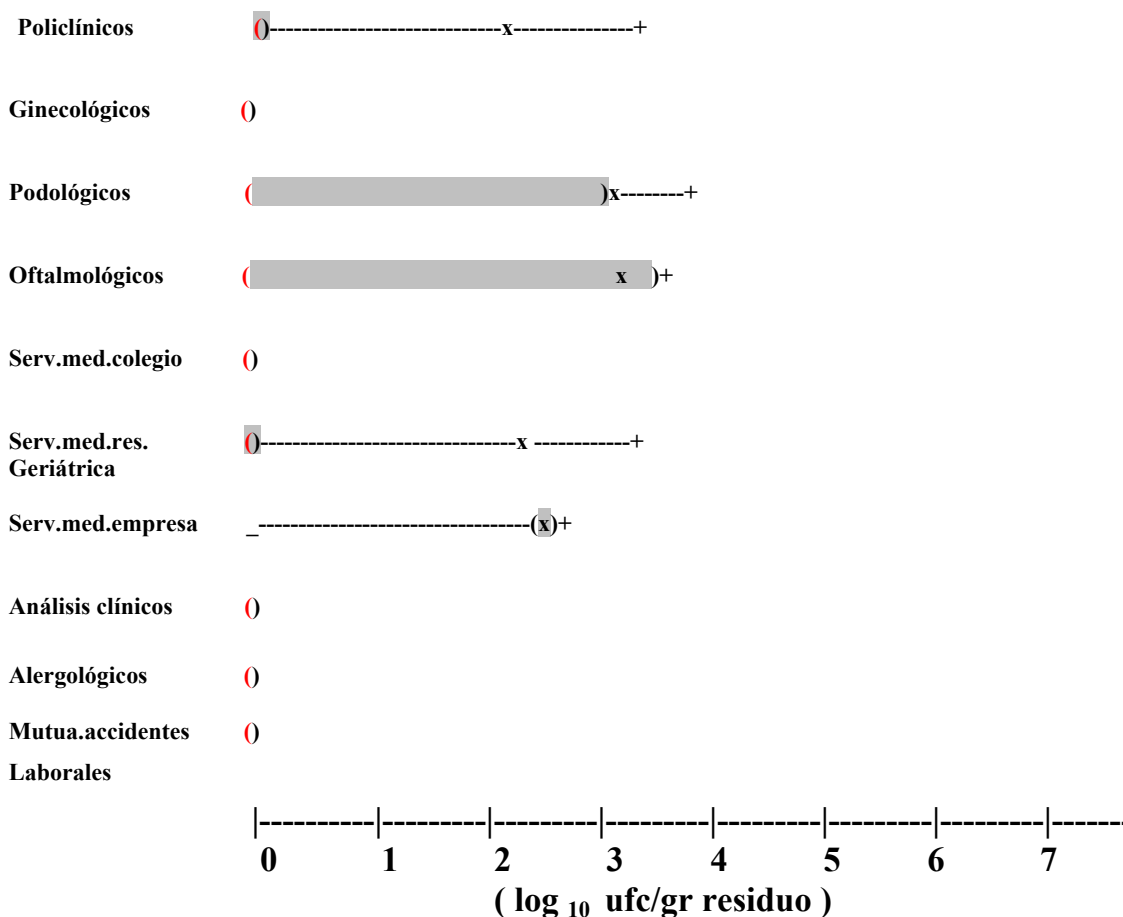
De nuevo los residuos de servicios médicos de empresa presentan los resultados más agrupados para este género, con un rango intercuartílico entre 2.50 (cuartil 1) y 2.59 (cuartil 3) y valores mínimo y máximo de 0 y 2.65. La media, como era de esperar, está comprendida en el recorrido intercuartílico con un valor de 2.52.

Finalmente, los centros que presentan mayores cargas vuelven a ser laboratorios de análisis clínicos y mutuas de accidentes laborales, con valores máximos de 5.41 y 4.90  $\log_{10}$  ufc/g residuo. Partiendo en ambos casos de valores mínimos 0 que coinciden con el primer cuartil, y situándose el cuartil 3 en 4.73 para los primeros y 4.58 para los segundos. En ambos casos las medias aritméticas (4.67 y 4.22) se encuentran en el rango intercuartílico.

Resumiendo, en el caso de los estafilococos las mayores cargas las presentan, como ocurriera con los recuentos de bacterias aerobias totales,

los laboratorios de análisis clínicos y las mutuas de accidentes laborales, si bien, como veremos a continuación no se identifica ningún estafilococo coagulas positivo en estos centros. Les siguen las clínicas podológicas y oftalmológicas junto con los servicios médicos de empresa, centros ginecológicos y servicios médicos geriátricos.

En el gráfico 4 se representa la distribución de las concentraciones de *S.aureus* obtenidas en los distintos tipos de centros.



**Gráfico 4. Concentraciones de *S. aureus* en los residuos de los diferentes centros productores estudiados. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

Como podemos comprobar en el gráfico, en el caso de *S. aureus* se produce un cambio en las tendencias de dispersión. Encontramos así, que en la mayor parte de los centros no hubo crecimiento de este microorganismo.

Sólo se aisló *S. aureus* a partir de residuos de centros policlínicos, en un 15% de las muestras, con lo que nuevamente coinciden el valor mínimo, con los cuartiles 1 y 3 en el valor 0. El valor máximo está en 3.53 y la media aritmética en 2.29. Resultados similares se obtienen en los residuos de residencias geriátricas, aunque los valores máximo y media aritmética son ligeramente inferiores, 3.39 y 2.39 respectivamente.

En residuos de centros ginecológicos, al igual que en los de servicios médicos de colegios, laboratorios de análisis clínicos, centros alergológicos y mutuas de accidentes laborales el 100% de las muestras resultó negativa para *S. aureus*.

Es en los residuos de clínicas oftalmológicas, seguidas de las podológicas donde se encuentran las mayores concentraciones de *S. aureus*, con unos valores máximos de 3.56 y 3.95  $\log_{10}$  ufc/g residuo. Los valores mínimos, como siempre, coinciden con el cuartil 1 en el valor 0. El cuartil 3 para cada tipo de residuo se sitúa en 3.50 y 3.01, respectivamente y las medias aritméticas están en 3.17 y 3.03, es decir dentro y fuera del rango intercuartílico respectivamente.

Los residuos de servicios médicos de empresa, vuelven a presentar los resultados más agrupados, por tanto su rango intercuartílico es mínimo, oscilando entre el cuartil 1 (2.50) y el cuartil 3 (2.59). Los valores máximo y mínimo están en 2.65 y 0, y la media aritmética lógicamente dentro del intercuartil se sitúa en 2.52.

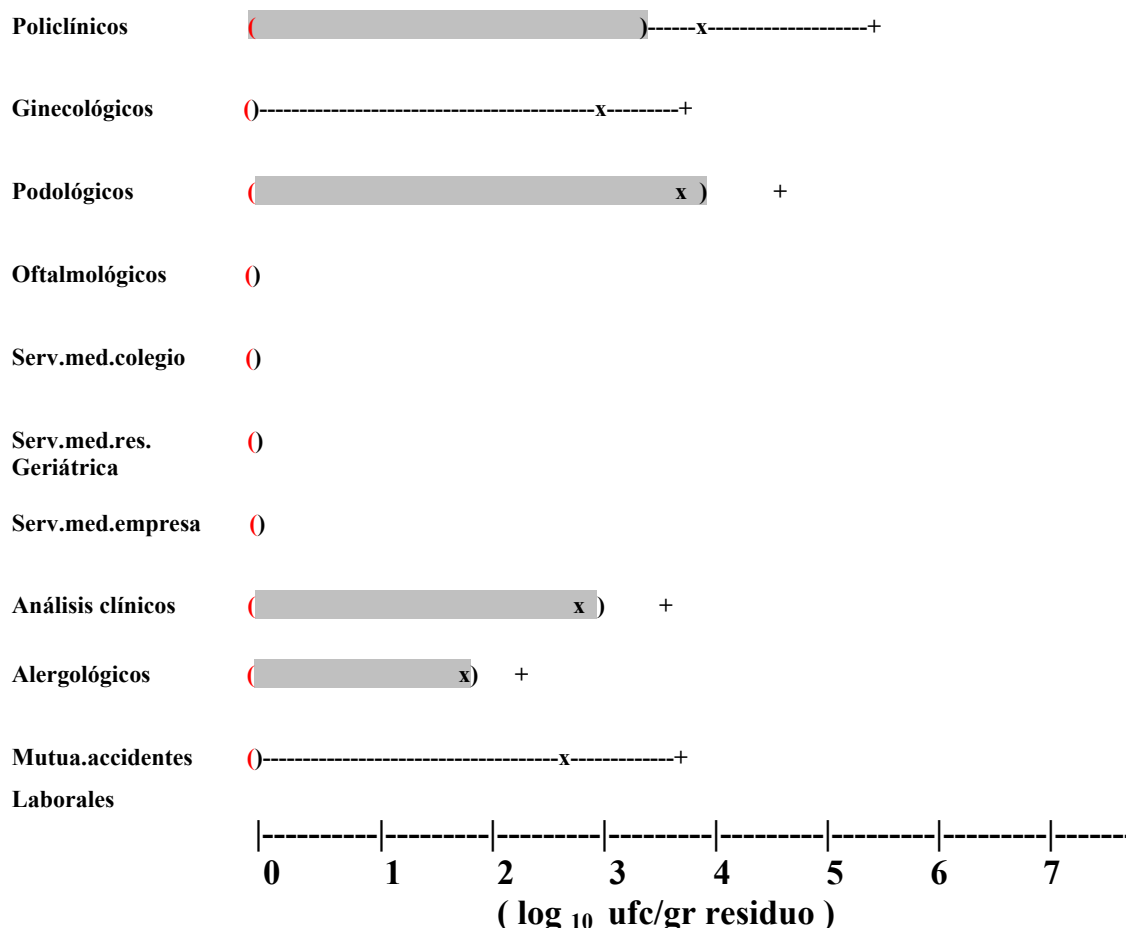
Por su parte sólo hubo crecimiento de *S. aureus* en el 10% de las muestras procedentes de residencias geriátricas, por lo que encontramos que tanto el valor mínimo como ambos cuartiles 1 y 3 coinciden en el valor 0. El valor máximo fue 3.39, situándose la media aritmética en 2.39.

En resumen, los residuos de centros oftalmológicos son los que muestran mayores concentraciones de *S. aureus*, siempre con rangos que no superan el valor  $4 \log_{10}$  ufc/g residuo, les siguen los de clínicas podológicas y servicios médicos de empresa y a considerable distancia los de residencias geriátricas y policlínicos. No se identificó *S. aureus* en el resto de centros.

Volvemos a hacer notar la discordancia entre estos resultados y los reflejados por las medias aritméticas que otorgan a los centros podológicos la primera posición en cuanto a carga para esta especie.



En el gráfico 5 se reflejan las tendencias de dispersión de las concentraciones de enterococos obtenidas en los residuos de cada tipo de centro.



**Gráfico 5. Concentraciones de enterococos en los residuos de los diferentes centros productores. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

Nuevamente los residuos de los centros policlínicos son los que presentan un mayor recorrido entre los valores mínimo y máximo situados en 0 y 5.40 log<sub>10</sub> ufc/g residuo, respectivamente. El valor del tercer cuartil está en

3.28 y la media aritmética como en otras ocasiones se encuentra entre este último valor y el valor máximo con un resultado de 3.93.

En los residuos de clínicas ginecológicas casi el 85% de las muestras dieron valor cero para este grupo de microorganismos, por lo que tanto el valor mínimo como los cuartiles 1 y 3 coinciden en dicho valor. El valor máximo fue de 3.75 situándose la media aritmética en 2.83. Resultados parecidos dieron los residuos de mutuas de accidentes laborales, con recuentos 0 en el 89% de las muestras. En este caso, el valor máximo está ligeramente por debajo del anterior (3.65), y lo mismo ocurre con la media aritmética, que se sitúa en un valor de 2.56.

Por su parte los residuos de clínicas podológicas muestran las mayores concentraciones de enterococos, con un rango intercuartílico amplio que oscila entre el valor 0 del primer cuartil y 3.98 del cuartil 3. Presentan el mayor recorrido entre los valores mínimo (0) y máximo (4.53), tras los residuos de policlínicos, situándose la media aritmética dentro del intercuartil, con un valor de 3.77.

Los laboratorios de análisis clínicos presentan un menor recorrido entre los valores mínimo y máximo, situados en 0 y 3.49. El cuartil 1 como siempre

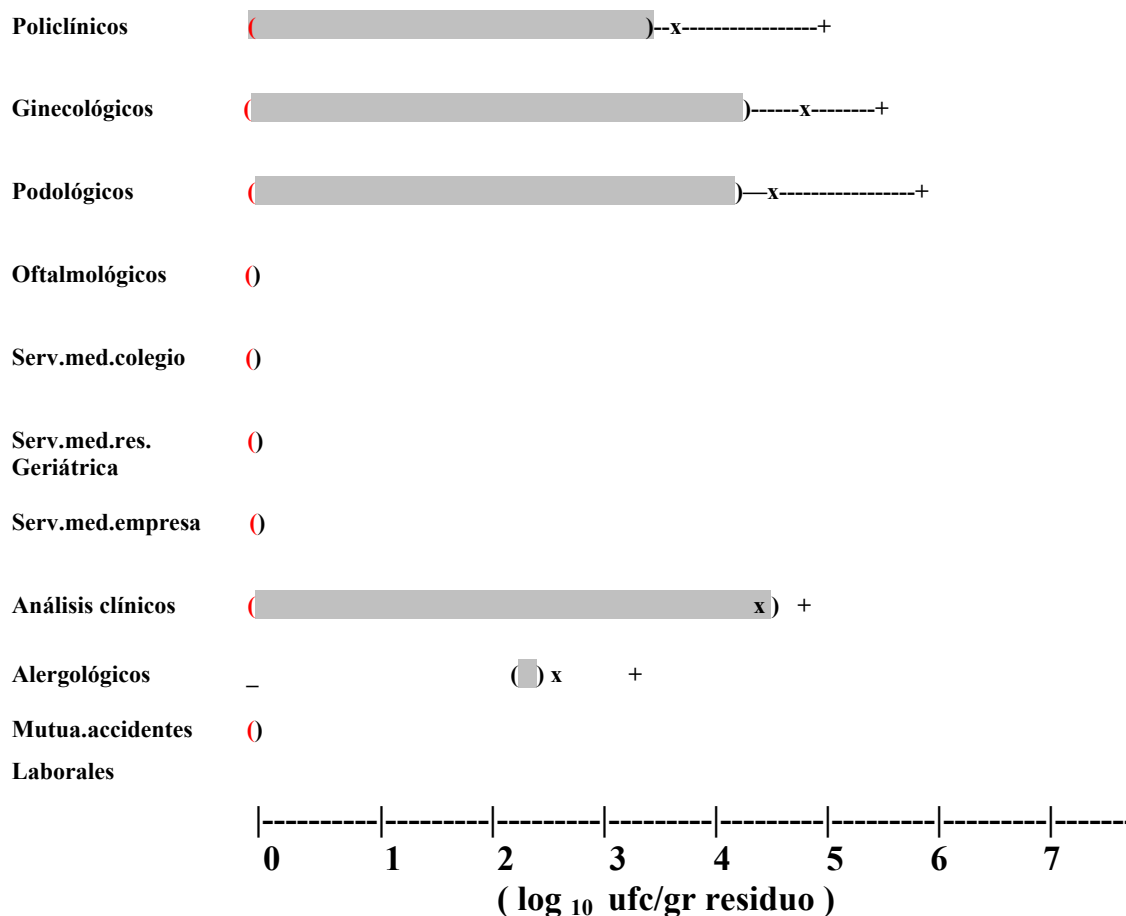
coincide con el valor mínimo, y el cuartil 3 está en 2.94. La media aritmética (2.73) vuelve a situarse dentro del rango intercuartílico.

Le siguen los residuos de centro alergológicos, con un recorrido entre los valores mínimo y máximo (0 y 2.18) aun menor que los anteriores. El cuartil 3 se encuentra en 1.91 y la media aritmética ligeramente por debajo de este (1.86).

En el resto de centros todos los recuentos de enterococos dieron valor 0.

En definitiva los residuos que presentan las mayores cargas de enterococos son los de las clínicas podológicas; a estas le siguen centros policlínicos, laboratorios de análisis clínicos y centros alergológicos. Por su parte, en al menos el 75% de las muestras de residuos de clínicas ginecológicas y mutuas de accidentes laborales no se aislaron enterococos, subiendo este porcentaje al 100% en los restantes centros.

El gráfico 6 muestra la distribución de las concentraciones de enterobacterias aisladas a partir de los residuos estudiados.



**Gráfico 6. Concentraciones de enterobacterias en los residuos de los diferentes centros productores. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

En centro policlínicos, los resultados oscilan entre valores mínimos y máximos de 0 y 4.99 respectivamente, el cuartil 1 vuelve a ser igual que el valor mínimo, con un cuartil 3 situado en 3.40. Como ocurre

habitualmente la media con un valor de 3.85, se encuentra entre el cuartil 3 y el valor máximo.

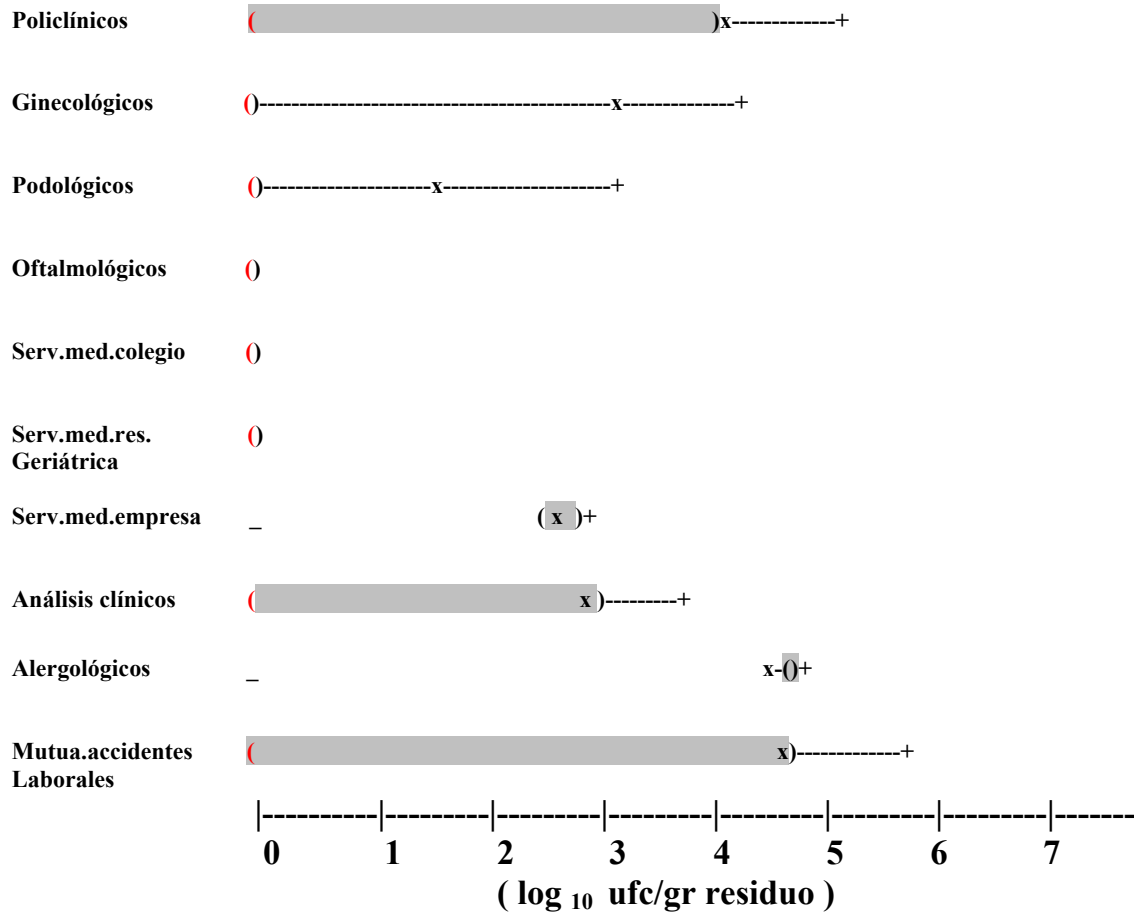
Como se puede apreciar los residuos ginecológicos muestran una tendencia similar a la de los centros podológicos y laboratorios de análisis clínicos por lo que analizaremos sus resultados conjuntamente. Los tres muestran amplios recorridos intercuartílicos que oscilan entre el cuartil 1 siempre con valor 0, coincidente con el valor mínimo, hasta el cuartil 3 situado en 4.38, 4.28 y 4.48 respectivamente. Los valores máximos también se encuentran muy próximos en los dos primeros 5.61, 5.81 y algo más alejados en el caso de los laboratorios (4.83); situándose las medias aritméticas en valores de 4.81, 4.43 y 4.41 respectivamente. Como vemos otra vez, los residuos de laboratorios de análisis clínicos, que son los que mayores cargas de enterobacterias presentan, muestran una media aritmética menor que los otros dos grupos.

En los residuos de centros alergológicos, se vuelven a apreciar los resultados menos dispersos, eso sí, en valor absoluto mucho menores que los anteriores, aunque se aislaron enterobacterias en el 93.3% de las muestras. Estos resultados oscilaron entre un valor mínimo de 2.06 y un máximo de 3.17  $\log_{10}$  ufc/g residuo.

El recorrido intercuartílico, muy estrecho, comienza en el cuartil 1 situado en 2.18, terminando en el cuartil 3 que tiene un valor de 2.37. La media aritmética se sitúa fuera del intercuartil, por encima del cuartil 3, como es habitual, debido al escaso tamaño de muestra, lo que condiciona que un sólo resultado más elevado que el resto, eleve significativamente la media.

En síntesis, encontramos nuevamente las mayores concentraciones, en este caso de enterobacterias, en los residuos de laboratorios de análisis clínicos, cargas que en valor absoluto nunca superan los  $5 \log_{10}$  ufc/g residuo, a estos centros les siguen las clínicas ginecológicas, podológicas, centros policlínicos y a más distancia y con resultados mucho más homogéneos, los centros alergológicos; no habiendo crecimiento de este grupo bacteriano en el resto de centros.

En el gráfico 7 podemos apreciar la distribución de las concentraciones de *Pseudomonas* . en los diferentes grupos de residuos.



**Gráfico 7. Concentraciones de *Pseudomonas spp.* en los residuos de los diferentes tipos de centro estudiados. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

Los residuos de centros policlínicos son por detrás de las mutuas de accidentes laborales los que presentan un mayor recorrido entre los valores

mínimo y máximo situados en 0 y 5.20 respectivamente. El rango intercuartílico, por su parte, oscila entre 0 y 4.19, situándose la media aritmética (4.23) por encima del cuartil 3, como ocurre frecuentemente.

En los residuos de clínicas ginecológicas un 85% de las muestras dan valor cero, por lo que coinciden en este valor tanto los cuartiles 1 y 3 como el valor mínimo; esto mismo ocurre en los residuos de centros podológicos, donde sólo hubo crecimiento del género *Pseudomonas* en un 2% de las muestras. En el caso de los primeros el valor máximo está en 4.31 con una media aritmética de 3.28, mientras que para los segundos estos valores están en 3.28 y 1.60 respectivamente.

Como en otras ocasiones los residuos que presentan los resultados más homogéneos son los de los centros alergológicos junto con los servicios médicos de empresa. Los primeros con un rango intercuartílico aun más estrecho y concentraciones mayores. De manera que en los residuos de centros alergológicos los cuartiles se sitúan en 4.67 y 4.70 respectivamente; con valores máximo y mínimo entre 0 y 4.77  $\log_{10}$  ufc/g residuo y una media aritmética de 4.51; mientras que para los servicios médicos de empresa encontramos rangos más amplios, pero menores en valor absoluto; de este modo tenemos que el rango intercuartílico oscila entre un



primer cuartil situado en 2.59 y el cuartil 3 que está en 2.71. Los valores mínimo y máximo se sitúan en 0 y 2.73 y la media aritmética alcanza un valor de 2.62 localizándose por tanto en el intercuartil.

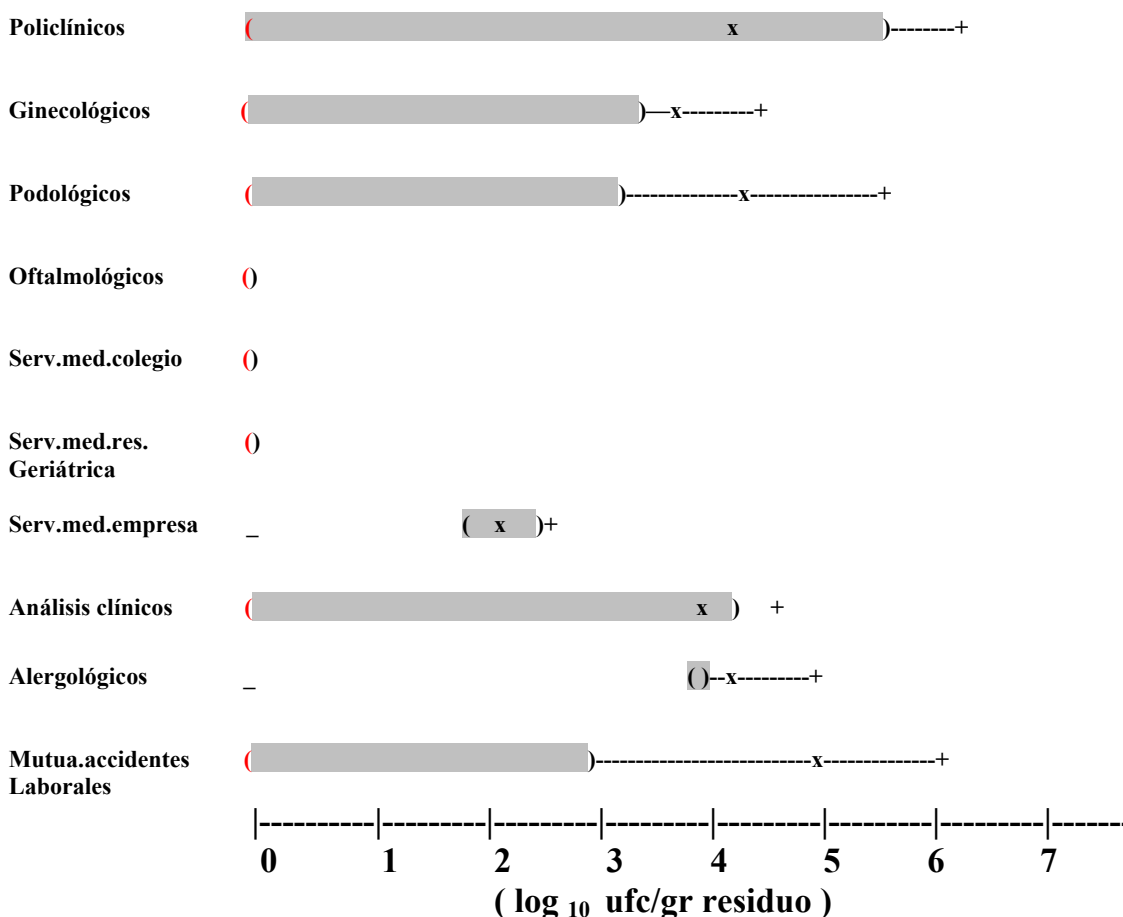
Los resultados obtenidos en residuos de laboratorios de análisis clínicos presentan una tendencia similar a los de los centros policlínicos aunque con valores cuantitativos menores; oscilando entre unos valores mínimo y máximo de 0 y 3.73 respectivamente. El cuartil 1 vuelve a coincidir con el mínimo, estando el cuartil 3 en 2.92 y la media aritmética en 2.86.

En cuanto a los residuos de las mutuas de accidentes laborales son los que presentan mayores resultados para *Pseudomonas spp.*, así como el mayor recorrido entre los valores mínimo y máximo (0 y 5.72). Los cuartiles 1 y 3 están en 0 y 4.69, situándose la media aritmética (4.68) en el límite superior del intercuartil pero aun por debajo del cuartil 3.

Resumiendo, dentro de la gran dispersión que muestran en general los resultados, los centros que presentan las mayores cargas de pseudomonas son las mutuas de accidentes laborales, seguidas por centros alergológicos, policlínicos, laboratorios de análisis clínicos, servicios médicos de empresa

y finalmente centros ginecológicos y podológicos. En los demás tipos de centros no hubo crecimiento de este género.

En el gráfico 8 se muestran las tendencia de dispersión de las concentraciones de hongos y levaduras obtenidas en los residuos de los diferentes centros objeto de nuestro estudio:



**Gráfico 7. Concentraciones de hongos y levaduras en los residuos de los diferentes tipos de centro estudiados. Evaluación de las tendencias de dispersión.**

En este grupo se produce un nuevo cambio de tendencia, ya que son los centros policlínicos los que muestran mayores concentraciones de hongos y levaduras, con un amplio recorrido entre los valores mínimo (0, valor este, que vuelve a coincidir con el cuartil 1) y máximo (6.20). El cuartil 3 se encuentra en 5.46 y la media aritmética en este caso con un valor de 4.23 se encuentra dentro del rango intercuartílico.

Siguen a los anteriores, en cuanto a concentraciones de hongos y levaduras, los residuos de los laboratorios de análisis clínicos, también con un gran recorrido entre los valores mínimo (0) y máximo (4.56) y una gran dispersión en los resultados. El cuartil 3 (4.34) se sitúa cerca del valor máximo, y la media aritmética con un valor de 3.96 vuelve a situarse dentro del intercuartil.

Los residuos de centros ginecológicos, podológicos y mutuas de accidentes laborales muestran una tendencia similar, con amplios recorridos intercuartílicos. Como siempre los valores mínimo y primer cuartil coinciden en 0, situándose el cuartil 3 en 3.47, 3.20 y 2.94 respectivamente. Sin embargo el valor máximo de las mutuas (6.08) es considerablemente superior al de las clínicas ginecológicas (4.57), y algo mayor que el de los centros podológicos (5.54), lo que deriva en un aumento relativo de la

media aritmética de las primeras. En todos los casos estas medias superan ampliamente el cuartil 3.

Los centros alergológicos y los servicios médicos de empresa presentan nuevamente los resultados más homogéneos. Los primeros con mayores concentraciones, sitúan su cuartil 3 en 3.96, con una media aritmética de 4.24 ubicada entre éste y el valor máximo (4.56). En cuanto a los servicios médicos de empresa, también coinciden sus valores mínimo y primer cuartil en el valor 0, mostrando como los anteriores un recorrido intercuartílico estrecho, si bien con valores absolutos menores; así el valor máximo se sitúa en 2.52  $\log_{10}$  ufc/g residuo, mientras que el cuartil 3 está en 2.40. En este caso la media se encuentra en el rango intercuartílico con un valor de 2.23.

En resumen las mayores poblaciones fúngicas se encuentran en las muestras procedentes de centros policlínicos, seguidas por los laboratorios de análisis clínicos y centros alergológicos. Estos últimos junto con los servicios médicos de empresa son de nuevo los que presentan el menor grado de dispersión en los resultados.

Menores cargas muestran los centros ginecológicos, podológicos, mutuas de accidentes laborales y servicios médicos de empresas.

En este caso tampoco las medias aritméticas, que señalaban a los residuos de las mutuas de accidentes laborales y centros podológicos como los de mayores concentraciones de hongos y levaduras, coinciden con los resultados que acabamos de exponer.

## **6.2 Análisis bacteriológico cualitativo de las muestras.**

Cuando se realizamos una distribución de frecuencias podemos deducir los siguientes aspectos:

De 293 muestras los microorganismos más frecuentemente aislados fueron: Estafilococos coagulasa negativos (44.4%); bacilos gram negativos (62 %), de los cuales sólo un 23.2% estaba representado por enterobacterias, un 18% por *Pseudomonas spp*, un 3% por *Pseudomonas aeruginosa* y un 20.8% por bacilos Gram negativos no pertenecientes a la Familia *Enterobacteriaceae*. Los Enterococos fueron aislados en el 25% de las muestras analizadas, y en un 47.2% de las mismas hubo crecimiento fúngico. Por su parte *S.aureus* se identificó en un 16% de las muestras.

La frecuencia y distribución microbiana de estas muestras se representa en la tabla 19:

| <b>Tipo de microorganismo</b>                | <b>Porcentaje de muestras donde se aislaron</b> |
|--|---|
| Número de muestras analizadas                | 293   |
| Staphylococcus aureus (*)                    | 16.%  |
| Staphylococcus coagulasa negativos           | 44.4%   |
| Enterococos                                  | 34.1%   |
| Enterobacterias                              | 23.2%   |
| Pseudomonas spp.                             | 18%   |
| Pseudomonas aeruginosa                       | 2.8 %   |
| Bacilos Gram negativos no enterobacteriaceas | 20.8 %  |
| Esporulados aerobios                         | 18 %  |
| Hongos y levaduras                           | 47.2 %  |
| Sin crecimiento                              | 22.2 %  |

**Tabla 19. Frecuencia y distribución de los microorganismos aislados en RBE de pequeños productores.**

Dentro de las de enterobacterias, los géneros más frecuentemente identificados en nuestro estudio fueron Enterobacter spp. (43 %), Proteus spp (51 %), E.coli ( 25 % ), Serratia spp (6 % ), y Klebsiella spp ( 7 % ).

En lo que respecta a los hongos y levaduras, del porcentaje de muestras donde hubo crecimiento fúngico, en un 72 % de las mismas se aislaron

hongos filamentosos, pertenecientes a los géneros *Penicillium* (56 %), *Aspergillus* ( 23 %) y *Rhizopus* ( 12 %); mientras que en un 31 % de dichas muestras se aislaron diferentes especies de levaduras. La frecuencia y distribución de los de mayor interés se indican en la tabla 20.

| Tipo de microorganismo           | % de muestras ( sobre el total de muestras analizadas) donde se aísla |
|----------------------------------|---|
| <i>Penicillium</i> spp.          | 42  |
| <i>Aspergillus</i> spp.          | 28  |
| <i>Rhizopus</i> spp.             | 12  |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i>  | 31  |
| <i>Trichosporon cutaneum</i> (*) | 5   |
| <i>Candida guilliermondi</i> (*) | 3   |
| <i>Candida albicans</i> (*)      | 11  |

Tabla 20. Frecuencia y distribución de hongos filamentosos y levaduras aisladas a partir de RBE de pequeños productores.

(\*) Muestras procedentes de 3 clínicas podológicas.

En la siguiente tabla exponemos la distribución de los porcentajes de frecuencias de aparición de los diferentes grupos microbianos estudiados.

|                      | <b>Policlínico<br/>(113 muestras)</b> | <b>Podológico<br/>(48)</b> | <b>Ginecológico<br/>(33)</b> | <b>Oftalmológico<br/>(15)</b> | <b>Serv.méd.<br/>colegios<br/>(15)</b> | <b>Serv.méd.<br/>residencias<br/>geriátricas<br/>(10)</b> | <b>Serv.med.<br/>empresa.<br/>(11)</b> | <b>Lab.Análisis<br/>clínicos<br/>(20)</b> | <b>Mutuas accid.<br/>laborales<br/>(19)</b> | <b>Alergológico<br/>(15)</b> |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|---|--|---|---|------------------------------|
| Staph.aureus (*)     | 17(15%)                               | 13(27.1%)                  | -                            | 7(46.7%)                      | -                                      | 1(10%)  | 9(81.8%)                               | -   | -   | -                            |
| Staphylococcus spp.  | 53(46.9%)                             | 25(52.1%)                  | 10(30.3%)                    | -                             | 7(46.7%)                               | 3(30%)  | -                                      | 7(35%)                                    | 7(36.8%)                                    | 10(66.7%)                    |
| Enterococos          | 49(43.4%)                             | 34(70.8%)                  | 5(15.1%)                     | -                             | -                                      | -   | -                                      | 6(30%)                                    | 2(10.5%)                                    | 13(86.6%)                    |
| Enterobacterias      | 50(44.2%)                             | -                          | 5(15.1%)                     | -                             | -                                      | -   | -                                      | 6(30%)                                    | -   | 14(93.3%)                    |
| Pseudomonas spp.     | 23(22.%)                              | 1(2%)                      | 5(15.1%)                     | -                             | -                                      | 1(10%)  | 10(90.9%)                              | 6(30%)                                    | 8(42.1%)                                    | 11(73.3%)                    |
| Hongos y levaduras   | 83(73.4%)                             | 25(52.1%)                  | 23(69.7%)                    | -                             | -                                      | -   | 11(100%)                               | 7(35%)                                    | 8(42.1%)                                    | 14(93.3%)                    |
| Esporulados aerobios | 15(11.4%)                             | -                          | -                            | 1(6.7%)                       | 1(6.7%)                                | -   | 1(6.7%)                                | -   | -   | -                            |
| Sin carga microbiana | 16(14.2%)                             | 13(27.1%)                  | 16(48.5%)                    | 8(53.33%)                     | -                                      | 3(30%)  | 1(9.1%)                                | 6(30%)                                    | 10(52.6%)                                   | -                            |

**Tabla 21.Frecuencias de aparición de los distintos grupos microbianos estudiados. (\*) S.aureus se identificó en el 15% de las muestras de residuos procedentes de centros policlínicos.**



Como podemos observar, en nuestras condiciones de estudio un porcentaje considerable de los residuos analizados (22 %) no presentó crecimiento microbiano. Estos resultados son ligeramente inferiores a los obtenidos por otros autores consultados (Althaus et al.,1983; Kalnowski et al.,1983; Möse et al.,1985)

Möse et al (1985), estudiando residuos hospitalarios a los que clasificó en tres categorías ( (a) blandos, (b) duros y (c) similares a los domésticos ) y donde en un 32 %, 33 %, y 29 % respectivamente no comprobó crecimiento microbiano. Se supone que esto es debido a la presencia de material inhibidor en este tipo de residuos.

Los recuentos totales medios que hemos obtenido en nuestro estudio ( Tabla 3 ), expresados en forma exponencial ascienden a  $5.2 \cdot 10^7$  ufc/gr residuo, siendo estos resultados paralelos a los obtenidos por Daschner (1991) en residuos de consultas privadas de dermatología, pediatría y odontología, y ligeramente superiores a los obtenidos por Jager et al (1989), que trabajando sobre residuos hospitalarios de distintas dependencias de un hospital grande y otro pequeño, obtiene recuentos medios que oscilan entre  $29 \cdot 10^3$  y  $18 \cdot 10^6$  ufc/gr residuo.

Este autor también hace referencia a la gran variabilidad y dispersión de los datos en todos los parámetros de carácter cuantitativo estudiados. Esta variabilidad está en gran medida motivada por la heterogenicidad en la composición de este tipo de residuos a la que hacíamos referencia anteriormente.

Hemos comprobado como era de esperar que los mayores recuentos se obtienen en los contenedores con mayor porcentaje de residuos no catalogados como RBE, el motivo es que, por regla general son los que albergan mayor contenido en humedad y materia orgánica, (material de curas, vendas, apósitos, guantes de látex, algodón...).

En cuanto al género *Stafilococcus* spp los recuentos medios obtenidos (Tabla 4), fueron desde ausencia de crecimiento en alguno tipos de centro como los oftalmológicos, hasta rangos de  $10^4$  en centros como los podológicos.

No hemos encontrado en la bibliografía consultada datos comparativos sobre este grupo bacteriano.

La frecuencia de aparición de estafilococos (Tabla 8 ) en estos residuos fue del 44.4 %, de los cuales en un 16 % de las muestras se identificó *S.aureus*, porcentaje este último idéntico al hallado por Möse et al. (1989) sobre 390 muestras y algo inferior al 22 % obtenido por Letelier (2001) trabajando sobre 95 muestras de residuos biosanitarios especiales.

Möse confiere cierta especificidad a los estafilococos coagulasa positivos con respecto a los residuos hospitalarios puesto que en su estudio no consigue aislarlos a partir de RSU, al igual que Kalnowski et al. (1983) y Althaus et al. (1983) tampoco pudieron demostrar la presencia de estafilococos patógenos en residuos domésticos (si bien el tamaño de muestra de RSU era muy pequeño ( $n=23$ )). Además considera que el porcentaje hallado en los residuos hospitalarios es suficientemente alto como para concederle cierta especificidad.

Sin embargo, Letelier (2001) aísla *S.aureus* en un 65.2 % de las muestras ( $n=46$ ) de RSU analizadas.

Para los enterococos (Tabla 5 ) los recuentos medios obtenidos ( $3.3 \cdot 10^3$ ) nuevamente son menores a los obtenidos por Letelier (2001) ( $8.5 \cdot 10^5$  ufc/gr residuo), así como a los obtenidos por Trost et al. (1985) y muy similares a los obtenidos por Jager et al.(1989) en algunas de las

dependencias hospitalarias estudiadas, aunque obtiene recuentos superiores, del orden de hasta 3 unidades exponenciales, en otras.

En cuanto a la frecuencia de aparición (34.1 %), ésta es sensiblemente superior a la obtenida por Möse et al.,1985 (6-10 %) e inferior a las observadas por Letelier (2001) (48.4 %) y Jager et al. (1989) (61.2 %). Coincidiendo con estos autores en el sentido de que la presencia de los enterococos es siempre mayor que la de S.aureus.

Llama la atención la escasa presencia de enterobacterias (Tablas 6 y 8 ) en estos residuos (22.6 %) con respecto a los resultados obtenidos en otros trabajos (Möse et al 1985; Trost et al. 1985 y Jager et al. 1989). probablemente esto esté influido por el escaso grado de humedad de tales productos, la climatología cálida y seca de nuestra región, y el prolongado tiempo de almacenamiento en los contenedores, ( recordemos que la frecuencia de recogida de estos oscilaba entre 1 y 6 meses.)

Por el contrario en los trabajos anteriormente citados las muestras se tomaban directamente de las salas donde se generaban durante las horas de mayor volumen de trabajo; esto es, en el momento de su procesamiento, eran muestras con una antigüedad máxima de 24 horas desde su depósito.

La frecuencia media de aparición de *Pseudomonas spp* en nuestro trabajo ( 18 % ), contrasta con los valores encontrados por Jager et al (1989), ( 62.5 % y 73.2 % en residuos de hospital pequeño y grande respectivamente ).

De este 18 % un 3 % correspondió a *P.aeruginosa* (Tabla 8), porcentaje similar al obtenido por Daschner (1991) en residuos generados en clínicas ginecológicas y odontológicas e inferior a los resultados que obtienen Trost et al. 1985, trabajando sobre residuos de clínicas de otras especialidades.

Möse et al. (1985) observó la presencia de esta especie en un 11 % de las muestras de residuos procedentes de quirófanos y en el 7 % de las procedentes del servicio de dermatología del hospital universitario de Graz, en el que llevó a cabo el estudio que tomamos como referencia.

Detectamos esporulados aerobios en un 18 % de las muestras estudiadas ( Tabla 8 ), básicamente procedentes de centros policlínicos, oftalmológicos y servicios médicos de colegios, porcentaje algunos puntos por debajo del 26 % detectado por Möse et al.(1985) en residuos hospitalarios y similar al obtenido por Kalnowski et al. (1983) en residuos de 2 hospitales.

En cuanto a hongos y levaduras ( Tabla 7 ) hemos obtenido unos recuentos medios ( $94 \cdot 10^3$ ) que son ligeramente superiores a los hallados por Jager et al. (1989) en los residuos de ambos tipos de hospital (grande y pequeño).

Letelier (2001), por su parte, realiza recuentos exclusivamente de levaduras obteniendo medias de  $61 \cdot 10^3$  ufc/gr residuo en RBE y de  $4 \cdot 10^6$  ufc/gr residuo en RSU.

En lo que respecta a su frecuencia de aparición, en nuestro trabajo hemos detectado hongos y/o levaduras en un 47.2 % de las muestras analizadas.

En este sentido, encontramos importantes diferencias en los resultados obtenidos por distintos autores; así a Möse et al. (1985) sólo detectan crecimiento fúngico en un 6 % de las muestras analizadas tanto de residuos hospitalarios como de RSU; sin embargo Letelier (2001) publica una frecuencia de aislamiento de hongos y/o levaduras del 76.3 % en RBE y del 95.8 % en RSU.

En ninguna de las muestras procesadas se ha aislado *L.monocitogenes* ni esporulados anaerobios, pese a buscarlos sistemáticamente.

#### **6.4 Resultados comparativos entre RBE y RSU.**

Como ya hemos referido hemos detectado un amplio porcentaje de muestras en las que no hubo crecimiento microbiano, mientras que según todos los estudios que hemos consultados sobre análisis microbiológico de RSU, el 100 % de las muestras de RSU analizadas presentaron crecimiento microbiano. (Móse et al., 1985; Trost et al. 1985; Jager et al., 1989; Letelier 2001).

De igual modo Kalnowski et al. (1983) y Althaus et al.(1983) coinciden en encontrar un mayor espectro microbiano en residuos hospitalarios pero la concentración microbiana es siempre mayor en RSU.

Esta menor concentración de microorganismos en residuos biosanitarios, probablemente se deba a que contienen en muchos casos restos de antibióticos y desinfectantes, así como a la mínima proporción de materia orgánica y por ende de humedad que contienen .

Se realizó la transformación logarítmica de los resultados obtenidos para garantizar su independencia y poder comparar estadísticamente las cargas

microbianas totales de las muestras de cada tipo de centro y respecto a los recuentos obtenidos por Letelier (2001) en residuos sólidos urbanos.

Hemos establecido una comparación entre las concentraciones de gérmenes obtenidas a partir de los residuos procedentes de cada uno de los tipos de centros que han formado parte de nuestro estudio y los datos obtenidos por Letelier (2001) analizando 46 muestras de RSU , mediante el coeficiente de error según los test de rango de Wilcoxon, Mann y Whitney, partiendo de una ordenación por rango.( tabla 10).



|                  | POLI | PODO | GINE | MUTUA<br>ACC.LAB. | OFTAL | SMCOL | SMRG | SME | A.CLIN | ALERG | RSU |
|------------------|------|------|------|-------------------|-------|-------|------|-----|--------|-------|-----|
| POLI             |      | n.s  | n.s  | n.s               | ***   | n.s   | ***  | n.s | n.s    | n.s   | **  |
| PODO             |      |      | n.s  | n.s               | ***   | n.s   | ***  | n.s | n.s    | n.s   | **  |
| GINE             |      |      |      | n.s               | ***   | n.s   | n.s  | n.s | n.s    | n.s   | *** |
| MUTUA<br>ACC.LAB |      |      |      |                   |       | n.s   | ***  | n.s | n.s    | n.s   | **  |
| OFTA             |      |      |      |                   |       | ***   | n.s  | n.s | ***    | ***   | *** |
| SMCOL            |      |      |      |                   |       |       | ***  | *** | n.s    | n.s   | *** |
| SMRG             |      |      |      |                   |       |       |      | n.s | ***    | ***   | *** |
| SME              |      |      |      |                   |       |       |      |     | ***    | ***   | *** |
| A.CLIN           |      |      |      |                   |       |       |      |     |        | n.s   | **  |
| ALERG            |      |      |      |                   |       |       |      |     |        |       | *** |
| RSU              |      |      |      |                   |       |       |      |     |        |       |     |

**Tabla 10. Comparación de las concentraciones bacterianas totales en RBE de pequeños productores y RSU.**

Como podemos apreciar encontramos diferencias significativas y altamente significativas entre ambos tipos de residuos (RBE y RSU), resultados coincidentes con los trabajos de Althaus et al. (1983) y Jager et al.(1989). En ningún caso los residuos biosanitarios, cualquiera que sea su procedencia, han presentado concentraciones microbianas superiores a las

de los residuos sólidos urbanos, siendo en algunos tipos de centros estas concentraciones muy inferiores a las de los RSU (o incluso ausentes).

En muchos casos los gérmenes que se encuentran son saprofitos de la piel, tracto intestinal y mucosas de personas sanas, tales como *S.aureus*, *P.aeruginosa*, y *E.coli*. y como comprobamos en los RBE se hallan en cantidades menores que en otros residuos que no reciben ningún tratamiento de esterilización o desinfección.

En definitiva, pensamos que una de las principales medidas para eliminar tanto el riesgo de infección de estos residuos, como evitar un sobre coste en su gestión es, en primer lugar llevar a cabo una correcta segregación de los mismos en el interior de los centros. Todo el material que no se encuadra en la definición de RBE (gasas, algodones, guantes, envoltorios...), no debe depositarse en estos contenedores. Deduciéndose además que buena parte de estos residuos ( el material no punzante ni cortante) por su bajo potencial infeccioso y la dificultad para crear una puerta de entrada al organismo, podría depositarse junto con las basuras domésticas, contribuyendo de este modo a reducir los costes de gestión, así como el impacto medioambiental derivado del tratamiento de estos residuos.

Hay que tener en cuenta sin embargo, que la presencia de agentes infecciosos específicos en este tipo de residuos (tanto en RBE como RBAU), sí determina en el propio centro la contemplación de ciertas normas a la hora de recoger, almacenar y transportar los residuos, ya que podrían suponer un riesgo de infección para pacientes inmunodeprimidos, o para el propio personal del centro, de igual modo que ocurriría si tuvieran que manipular RSU.

Por su parte, el riesgo asociado al material cortante o punzante, ( por su capacidad para crear puerta de entrada al organismo ), fuera del centro sanitario, es prácticamente inexistente siempre que los residuos vayan en contenedores imperforables, cerrados herméticamente y bien identificados.



## 7.- CONCLUSIONES



1.- Existe una gran variabilidad en la calidad de los residuos generados en cada tipo de centro estudiado, de manera que en algunos hasta el 90% corresponde a residuos que no se pueden catalogar como RBE (Centros de medicina estética), frente a otros centros que generan casi un 100% de RBE (Laboratorios de análisis clínicos).

2.- En algunos de los centros estudiados, ( centros de medicina estética y clínicas podológicas ) el mayor porcentaje de residuos depositados en sus contenedores para recogida selectiva de residuos biosanitarios especiales, no corresponden a esta calificación, es un hecho por lo tanto, la falta de optimización en la utilización de estos contenedores, lo que conlleva un sobrecoste en la gestión de los mencionados residuos.

3.-En términos generales, el volumen del contenedor influye significativamente en la calidad de los residuos contenidos, de manera que en los contenedores de mayor capacidad (30 y 60 litros) aumenta significativamente el porcentaje de residuos sanitarios inespecíficos.

4.- La formación y concienciación del personal sanitario es fundamental para lograr una gestión adecuada de estos residuos, que debe empezar con una correcta segregación de los mismos.

5.- En los residuos analizados destaca la escasa presencia de microorganismos potencialmente patógenos. Así encontramos *Staphylococcus aureus* en un 16% de las muestras, *Pseudomonas aeruginosa* en el 3%, enterococos en un 34.1% y enterobacterias en el 23.2%. Asimismo no se han aislado patógenos estrictos como especies de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus anthracis* o clostridios sulfito reductores) en ninguna de las muestras analizadas.

6.- En nuestro estudio los residuos que mostraron una mayor carga microbiana global fueron los generados por laboratorios de análisis clínicos, mutuas de accidentes laborales y centros alergológicos. Los menos contaminados procedieron de clínicas oftalmológicas .

7.- En general, tanto los recuentos microbianos totales, como los de los grupos potencialmente patógenos individualmente estudiados en los residuos sanitarios analizados en este trabajo, han sido inferiores a los obtenidos por los autores consultados trabajando tanto sobre residuos sanitarios de pequeños productores como sobre residuos domésticos (RSU).



8.- Desde el punto de vista higiénico, un tratamiento de esterilización de estos residuos, no estaría justificado a menos que se aplicaran las mismas consideraciones a los residuos sólidos urbanos. Podrían depositarse, por lo tanto, junto a los residuos biosanitarios asimilables a urbanos.

9.- Un tratamiento de esterilización debería quedar reservado para los residuos que verdaderamente se encuadran en la definición de RBE propuesta por el proyecto CLINHOS (Feliú et al. 1993).



## 10.- BIBLIOGRAFÍA



- **ADSC News.** (1991) Waste tracking system working well. J Dent Child. **58**: 89-90.
  
- **Alberte A.B.** (1990) Ecología bacteriana en un hospital general. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
  
- **Althaus H., Sauerland M., Schrammeck E.** (1983) Hygienische Aspekte bei der Abfallbeseitigung. Zbl Bakt Mikr Hyg I Abt Orig B. **178**: 1-29.
  
- **Anónimo** ( 2001 ) Procesos de eliminación de residuos sanitarios. Girsra 2001 <http://www.girsa.net>.
  
- **Anónimo.** (1998) Perspectiva internacional sobre gestión de residuos peligrosos. Edición de 1998. ISWA. Revista Residuos **35**: 55.
  
- **Anónimo.** (1998) Consideraciones de interés en la gestión interna de residuos sanitarios. Revista Residuos **35**: 53-54.

- **Anonymous** (2000) Watch out for theft from sharps containers on medication carts. *Hosp Secur Saf Manage*. Jan; **20**(9):10-11
  
- **Anonymous** (1999) Managing hospital waste. *Health devices (U.S)*. May-Jun; **28**(5-6): 232
  
- **Anyinam C.** (1994) Managing biomedical biowaste in Ontario: a regional approach. *Hosp Top*. **72**: 22-27.
  
- **Aparicio M.J** (1998) Consideraciones en torno a una correcta gestión de residuos sanitarios. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “Residuos Sanitarios”. *Expourense*. (113-123).
  
- **Arcos P.I., Bances D.** ( 1994) La gestión de los residuos sanitarios. Oviedo. Consejería de Sanidad y Servicios sociales.
  
- **Arcos P.I., Gonzalez R.** (1991) Residuos sanitarios y hospitalarios: un problema a corto plazo. *Todo Hospital*. **77**: p57.

- **Bartolomé A.** (1997) Prácticas y problemática en el tratamiento de los residuos sólidos en las clínicas privadas. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **Battersby A., Feilden R., Nelson C.** ( 1999) Sterilizable syringes: excessive risk or cost-effective option ? Bull World Health Organ. **77** (10):812-819.
  
- **Belén M.D.** (2001) Gestión de residuos sanitarios. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
  
- **Belkin N.L.** (1998) Classifying waste by reducing its generation. Infect Control Hosp Epidem. Mar; **19** (3): 154.
  
- **Bennet N.M.** ( 1991) Terminology of medical/ hospital waste: infectious or contaminated. Med J Aust. **155** (7): 504.
  
- **Birchard K.** (2002) Out of sight, out of mind... the medical waste problem. The Lancet. Jan. Vol **359**: 56.

- **Birnbaum D.** (1993) Medical waste. *Infect Control Hosp Epidemiol.* **14**: 7-8.
  
- **Bisson C.L, McRae G, Shaner H.G** (1993) Ounce of prevention: waste reduction strategies for health care facilities. Illinois, ASHES; 214.
  
- **Blenkharn J.I.** (1995) The disposal of clinical waste. *J Hosp Infect.* **30** (Suppl): 514-520.
  
- **Blenkharn J.I., Oakland D.** (1989) Emission of viable bacteria in the exhaust flue gases from a hospital incinerator. *J Hosp Infect.* **14**: 73-78.
  
- **Bolt A., De Jong A.P., Aitio A.** (1993) Ambient air dioxin measurement in the Netherlands. *Chemosphere* **27**, 1-3. 73-81
  
- **Brion J.R.** (1992) Manejo de los residuos infecciosos y otros residuos hospitalarios. Buenos Aires; CEAMSE 18 p.



- **Bueno J.L., Sastre H., Lavín.** (1997) Contaminación e ingeniería ambiental. Oviedo FICYT.
  
- **Calvo A.** (1994) Esterilización: la solución para los residuos sanitarios contaminados. Residuos: Revista técnica. **3:** p 64.
  
- **Canadian Standards Association.** (1992) Guidelines for the management of biomedical waste in Canada. Manitoba; CCME xiv, **44** p
  
- **Cantahede A.** (1994) Hospital waste management. Lima; CEPIS 91 p.
  
- **Carpenter D.O., Cikrt M., Suk W.A.** (1999) Hazardous wastes in Eastern and Central Europe: Technology and health effects. Environmental health perspectives Vol **107** (4) 249-250.
  
- **Carrillo M.D.** (1997) La política ambiental con respecto a los residuos hospitalarios. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.

- **Carroll A.** (1996) Where should the waste go ? Comm Nurse (england) Oct **2(9)** 40.
  
- **Casaday J.E.** (1991) On the track of medical waste. Will a national mdical policy wash up on the beach?. Text Rent **75** (3): 52-54.
  
- **Castrey M.** (2000) Trash master. High tech plans help you control waste. Health Facil Manage. Aug **13** (8): 38-42.
  
- **Castro-Acuña N., Celada M.L., Prado M.I., Soto M.D., Mourelle A.** (1999) Revista Residuos **49** Bilbao.
  
- **Centers for Disease Control.** (1987) Recommendations for prevention of HIV transmission in healthcare settings. CDC.
  
- **Chadzynki L.** (1991) Medical waste act requires physician compliance. Mich Med; **90** (7): 41-47.
  
- **Coad A.** (1994) Manging medical wastes in developing countries.Ginebra; WHO/PEP/RUD/94.1 33 p

- **Collins C.H.** (2000) Fugitive discharges and waste disposal. *Br J Biomed Sci.* **57**(4): 339-341.
- **Collins C.H.** (1991) Treatment and disposal of clinical and laboratory waste. *Med Lab Sci.* **48**: 324-331.
- **Collins C.H., Kennedy D.A.** (1992) The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. *J Appl Bacteriol.* **73** (1): 1-6.
- **Coronel B., Duroselle P., Behr H., Moskovtchenko J.F., Freney J.** (2002) In situ decontamination of medical waste using oxidative agents: a 16 month study in a polyvalent intensive care unit. *J Hosp Infect.* Mar; **50**(3): 207-212.
- **Costa M.J.** (1994) Evaluación de la gestión de residuos clínicos hospitalarios en el hospital universitario de Puerto Real (Cádiz). Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.
- **Cross L.** (1990) *Infectious waste management.* Lancaster: Technomic Publishing Company Inc.

- **Crow S.** (1996) Dissolving the problem of infectious medical waste. *Infect Control Hosp Epidemiol.* **17** (7): 434-437.
  
- **Daschner F.D.** ( 1989 ) Infectious waste management. Will science, common sense and cost-benefit prevail?. *Infect Control Hyg Epidemiol.* **10**: p 440.
  
- **Daschner F.D., Dettenkofer M.** (1997) Protecting the patient and the environment. New aspects and challenges in hospital infection control. *J Hosp Infect.* **36**: 7-15.
  
- **De Andrés R., Nájera R.** (1996) Algunos aspectos de la exposición ocupacional a VIH en la atención a la salud en el mundo. “Accidentes Biológicos en profesionales sanitarios”. (Ed. V.Monge Jodrá) Madrid: MISACO-INSALUD. Pag. 16.
  
- **De Jesús E.X** (2001) Waste not, want not. *Mater Manag Health Care.* Aug; **10** (8): 16-19.
  
- **Delpech A.** (2000) Waste management as a part of self-care: an in hospital training. *Rech Soins Infirm.* Mar; (60): 67-85.

- **Di Domenica J., Zoppi A.R., Franco A., Songia D., Pedreira G.** (1994) Manejo de los residuos hospitalarios. Buenos Aires; Laboratorios Phoenix; 64 p.
  
- **Diznoff E.** (1999) Trash talk: burned and buried medical waste threatens Atlanta's environmental health. *J Med Assoc Ga.* **88** (4): 9-12.
  
- **Dominguez M.** (1998) Residuos sanitarios: concepto, tipos y experiencias. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (9-10).
  
- **Dommerville J.** (1989) Beaches studded with needles, booby gauze. *Am Med News.* Pag 45.
  
- **Dunham B.** (1998) Medical waste incinerators – Applying the new rule to veterinary clinics. *J Am Vet Med Assoc* **212** (4): 482.
  
- **Duputie S., Farrington N.** (2002) The road to a greener hospital. *Ir Med J.* Mar; **95** (3): 75-77.

- **Environmental Protection Agency** (1997) New hospital/medical/infectious waste incinerators: promulgated subpart Ec new source performance standards.
  
- **Environmental Protection Agency** (1997) Standards of performance for new stationary sources and emissions guidelines for existing sources: hospital/medical/infectious waste incinerators, final rule. 15 Sept 1997. Federal register. **62** (178):48347-48391.
  
- **Environmental Protection Agency.** (1997) Existing hospital/medical/infectious waste incinerators: promulgated subpart Ce emission guidelines.  
<http://www.epa.gov/ttnuatw/factsns.html>
  
- **Escaf M., Shurtleff R.N.** (1996) A program for reducing biomedical waste: the Wellesley Hospital experience. *Can J Infect Control* **11**: 7-11.
  
- **European Commission.** (1996) Priority Waste Streams Healthcare Waste. Proposal from the Project Group to the

European Commission for an Information Document.  
Summary. Bruselas 9/1/96.

- **Eveillard M., Sarnel C., Fourniat C., Rivoal F.** (2001)  
Bacteriological validation of a new apparatus for disinfection  
of hospital waste at the point of disposal. *Infect Control Hosp  
Epidemiol.* **22** (2): 94-98.
  
- **Federation of Swedish County Councils.** (1993) Medical  
waste: a planning guide. Stockholm; FSCC; 36 p.
  
- **Feliú A.** (1994) La gestión actual de los residuos sanitarios:  
alternativas. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Vol.2  
Pag 213.
  
- **Feliú A., Monfort I., Viladomiú M.** (1993) Gestión  
avanzada de los residuos biosanitarios. *Todo Hospital.* **97**: 14-  
25.
  
- **Fernández Ramos S.** (1993) La política comunitaria sobre  
residuos: aspectos jurídicos generales. *RDAm*, num 11. Pag  
130.

- **Fernández Fernández S.** (1992) El tratamiento de los residuos hospitalarios. *RETEMA* **28**: 52-56.
- **Fernández Lapuerta F.** La incineración como solución al problema de los residuos hospitalarios. *RETEMA* **33**: 75-80.
- **Ferraz M.C., Cardoso J.I., Pontes S.L.** (2000) Concentration of atmospheric pollutants in the gaseous emissions of medical waste incinerators. *J Air Waste Manag Assoc. Jan*; **50**(1): 131-136.
- **Ferreira J.a., Tambellini A.T., Da Silva C.L., Guimaraes M.A.** (1999) Hepatitis B morbidity in municipal and hospital waste collection workers in Rio de Janeiro. *Infec Control Hosp Epidem. Sep*; **20** (9): 591-592.
- **Flores E., Blanco B., Terroba M.C.** (2001) El problema ambiental de los residuos peligrosos en el entorno municipal.
- **Formaggia D.** (1996) Resíduos de serviços de saúde. *Rev limpeza pública.* **43**: 9-16.



- **Francis M.C., Metoyer L.A., Kaye A.D.** (1997) Exclusion of non infectious medical waste from the contaminated waste stream. *Infect Control Hosp Epidem.* **18**: 656-658.
  
- **Francisco J.J.** (1997) La política sanitaria con respecto a los residuos hospitalarios. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **Frawley A.** (1997) EPA standards in the management of hospital waste in the USA. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **FUNGESMA.** (1997) Libro Blanco sobre la ordenación de la gestión de los residuos sanitarios. FUNGESMA.
  
- **Gallagher T., McConckey G.** (1998) The disposal of healthcare risk/clinical waste in the island of Ireland. *Health Estate* **52** (9): 6-11.

- **Garcia R.** (1999) Effective cost reduction strategies in the management of regulated medical waste. *Am J Infect Control.* **27** (2): 165-175.
  
- **Garvin M.L.** (1999) Medical waste management: the problem and the solutions. *Handbook of modern hospital safety.* Boca Raton (FL): Lewis Publishers.
  
- **Garvin M.L.** (1999) Medical waste: the problem and the solutions. *Handbook of modern hospital safety.* Boca Raton (FL): Lewis Publishers.
  
- **Gené N.** (1998) Tratamiento de residuos clínicos. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “Residuos Sanitarios”. Expourense. (133-140).
  
- **Gerdhart E.** (1992) La gestión de residuos hospitalarios en Dinamarca. *Revista Residuos.* **5**: 40-43.
  
- **Gestal J.J.** (1998) Papel de los servicios de medicina preventiva en la gestión de los residuos sanitarios. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “Residuos Sanitarios”. Expourense. (183-190).

- **Girolt, E.** (1993 ) Impact sanitaire et gestion des déchets hospitaliers. Médecine et Hygiène; **51** 1793-1794.
  
- **Gobernado M., Baguena J., Berlanga M., Tinas J.** ( 1997) La ozonización: nueva técnica para la esterilización de residuos sanitarios.
  
- **Gonzalez J.L.** (1995) Gestión de residuos biosanitarios y citotóxicos. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional Comunidad CAM.
  
- **GREENPEACE.** (1991) Jugando con fuego: incineración de residuos peligrosos. Madrid.
  
- **Hageman J.P.** ( 2002 ) Handling, storage, treatment and disposal of mixed wastes at medical facilities and academic institutions. Health Phys **82** (5 Suppl): S66-76.
  
- **Hagen D.L., Al-Humaidi F., Blake M.A.** (2001) Infectious waste survey in a Saudi Arabian hospital: an important quality improvement tool. Am J Infec Control. Jun; **29** (3): 198-202.

- **Hancock T.** (2002) Be good as gold—Buy green. *Hosp Q.* Spring; **5** (3): 10-12.
  
- **Hasselrus F.** (1994) Environmental acceptability of medical waste incineration in the United States. *ISWA Times.* **1**: 12-16.
  
- **Hershkowitz A.** (1990) Without a trace: handling medical waste safely. *Technology Review.* Aug-Sep; 36-42.
  
- **Hill H.** (1999) Safe handling and disposal of laboratory animal waste. *Occup Med.* Apr-Jun; **14**(2): 449-468.
  
- **Hoensch N.A., Pearce C.** (2002) Medical waste production and disposal arising from renal replacement therapy. *Adv Ren Replace Ther.* Jan; **9**(1): 57-62.
  
- **Hoffman P.N., Hanley M.J.** (1994) Assessment of microwave-based clinical waste decontamination unit. *J Appl Bacteriol.* **77** (6): 607-612.

- **Holliday M.G., Ford M., Burrell P., Gould F.K.** (2000)  
Heat disinfection of clinical waste: microbiological assessment and monitoring of effectiveness. *Br J Biomed Sci.* **57**(2): 107-113.
  
- **Holliday M.G., Ford M., Burrell P., Gould F.K.** (2000)  
Fugitive discharges and waste disposal: the discussion continues. *Br J Biomed Sci.* **57**(4): 341-342.
  
- **Humphreys H., Murphy H.** (2000) Safe disposal of waste, not a waste of resources. *Ir Med J. Sep;* **93**(6): 168-169.
  
- **Hylton H.** (1991) Sorting out medical waste. *Healthtexas.* Aug; **47** (2):16-17, 19-20.
  
- **Ibañez R., Andres A., Viguri J.R., Ortiz I., Irabien J.A.** (2000) Characterization and management of incinerator wastes. *J Hazard Mater.* Dec; **79** (3): 215-227.

- **Idris A., Saed K.** ( 2002) Characteristics of slag produced from incinerated hospital waste. *J Hazard Mater* **93** (2): 201-208.
  
- **INSALUD.** (1992) Manual de gestión interna para gestión de residuos de centros sanitarios. Madrid INSALUD, Serie: Atención especializada.
  
- **Institut Cerdá.** (1989) Presentación del Proyecto CLINHOS: Diseño y promoción de un sistema integrado para la gestión de residuos hospitalarios. Barcelona. Institut Cerdá. 1989.
  
- **Iribarren P., Bellido E.** (1997) Diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos hospitalarios en el Perú. *Ing Sanit Ambiental.* **13**: 8-13.
  
- **Jager E., Xander L., Rüden H.** (1989) Mitteilung: Mikrobiologische Untersuchungen von Abfällen verschiedener Disziplines eines Gross und eines Kleinkrankenhauses im Vergleich zu Haushaltsabfällen . *Zbl Hyg.* **188**: 343-364.

- **Jagger J ., Perry J.** (1999) Shield staff from occupational exposure. *Nurs Manage (U.S)*. Jun; **30**(6): 53-55.
- **Jagger J ., Perry J.** (1999) Averting needle sticks. *Nursing (U.S)* Aug; **29**(8): 28.
- **Johnson K.R., Braden C.R.** (2000) Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from medical waste. *JAMA*. Oct; **284**(13): 1702-1702.
- **Kaiser B., Egan P.D., Shaner H.** (2001) Solutions to health care waste: life-cycle thinking and “green” purchasing. *Environ Health Perspect*. Mar; **109** (3): 205-207.
- **Kalnowski C., Wiegand H., Ruden H.** ( 1983) The microbiological contamination of hospital waste. *Zbl Bakt Mikr Hyg B*. **178**: 364-376.
- **Kaye A.D.** (1998) Reply to Belkin’s letter “Classifying waste by reducing its generation”. *Infect Control Hosp Epidem*. Mar; **19** (3): 154-155.

- **Keene J.H.** ( 1991) Medical waste: a minimal hazard. *Infect Control Hosp Epidem.* Nov; **12** (11): 682-685.
  
- **Keene J.H.** (1997) A review of Biohazardous Waste: Risk, assesment, Policy and Management. *Infect Control Hosp Epidem.* **18**: 530.
  
- **Kishore J.,** Goel P., Sagar B., Joshi T.K. (2000) Awareness about biomedical waste management and infection control among the dentist of a teaching hospital in New Delhi. *Ind J Den Res.* Oct-Dec; **11** (4):157-161.
  
- **Klansing P., Harding A.K.** (1998) Medical waste treatment and disposal methods used by hospitals in Oregon, Washington and Idaho. *J Air Waste Manag Assoc.* **48** (6): 516-526.
  
- **Klaus B.** (1994) Bounds of separate collectio in medical institutions. *Waste Magazine*; **3**: 19-24.



- **Kuo H.W., Shu S.L., Wu C.C., Lai J.S.** (1999) Characteristics of medical waste in Taiwan. *Water Air and Soil Pollution* **114** (3-4): 413-421.
  
- **Lauer J.L., Battles D.R., Vesley D.** ( 1982) Decontaminating infectious waste by autoclaving. *Appl Environ Microbiol.* **44** (3): 690-694.
  
- **Lee L.D.** (1992) Waste mangement for healthcare facilities. Chicago; Am Hosp Assoc. xii 211 p.
  
- **Leggat P.A., Chwanadisai S.** (2001) Occupational hygiene practices of dentists in southern Thailand. *Int Dent J.* Feb; **51**(1): 11-16.
  
- **Letelier F. S.** (1998) Gestión integral de residuos sanitarios generados en hospitales y centros afines. Comparación microbiológica entre residuos sanitarios y residuos sólidos urbanos. Universidad Politécnica de Madrid.

- **Levendis Y.A., Atal A., Carlson J.B., Quintana M.D.** (2001) PAH and soot emissions from burning components of medical waste: examination/surgical gloves and cotton pads. *Chemosphere*. Feb-Mar; **42** (5-7): 775-783.
  
- **Li C.S., Jenq F.T.** ( 1993) Physical and chemical composition of hospital waste. *Infec Control Hosp Epidem.* Mar; **14** (3): 145-150.
  
- **Liberti L., Tursi A., Constantino N., Ferrara L., Unzo G.** (1994) Optimization of infectious hospital waste management in Italy: Part I: Wastes production and characterization study. *Waste Managment and research: J Int Solid Wastes Pub Cleansing Assoc.* **12** (5): 373-385.
  
- **Liceras D.** (1998) Residuos sanitarios. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (141-150).
  
- **Lipscomb J., Rosenstock L.** (1997) Healthcare workers: protecting those who protect our health. *Infect Control Hosp Epidemiol.* **6**: 397-402.

- **Malloy, M.G.** (1994) Medical waste issues growing focused. *Waste Age*; **25 (7)**: 103-112 .
  
- **Martinez de Muniaín. E.V.** (1997) Los residuos hospitalarios en el Código Penal. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **Martin-Retortillo S.** (1997) Ordenación jurídica de los residuos sanitarios. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **Mato R., Kaseva M.E.** (1999) Critical review of industrial and medical waste practices in Dar es Salaam City. *Resources Conservation and Recycling*. **25 (3-4)**: 271-287.
  
- **Matsumoto S.** (2000) Proper disposal of medical wastes: the appropriate management of medical waste in laboratory. *Rinsho Byori*. May; Suppl 112: 39-46.

- **McKillen M.** (1999) Health and safety management in veterinary practices. The management and disposal of hazardous waste. *Irish Vet J* **52** (4): 228-229.
- **Messelbeck J., Sutherland L.** (2000) Applying environmental product design to biomedical products research. *Environ Health Perspect.* **108** (Suppl 6) 997-1002.
- **Miller M.** (1997) Canadian standardization in the area of hospital waste management solid and liquid waste. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
- **Monge V.** (1997) Prácticas y problemática en el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.

- **Moritz J.M.** ( 1995) Current legislation governing clinical waste disposal. *J Hosp Infect.* **30** (Suppl): 521-533.
  
- **Möse J.R., Reinthaler F.** (1985) Mikrobiologische Untersuchungen zur Kontamination von Krankenhausabfällen und Haushaltsmüll. *Zbl Bakt Mikr Hyg I Abt Orig B.* **181**: 98-110.
  
- **Muñoz J.M** ( 1996) La gestión de la eliminación de residuos hospitalarios. La experiencia del Hospital Ramón y Cajal. Primer Seminario de Residuos Hospitalarios. Madrid 5 Nov 1996.
  
- **Naudin-Rouselle P., Vallejo C.** ( 1997) Medical waste disposal in private practice. Survey among a sample of general practitioners in Haute Vienne. *Cent Hosp Reg Univ Limoges. Sante Publique (France)* Sept. **9** (3): 267-284.
  
- **Navarro R .** ( 2000) Gestión de residuos sanitarios. *Diariomedico.com* (23/10/00).

- **Oh J.E., Lee K.T., Lee L.W., Chang Y.S.** (1999) Evaluation of PCDD/Fs from various korean incinerators. *Chemosphere*. **38** (9): 2097-2108.
- **Okada J., Ito K.** (2000) Present status of nosocomial infections and biohazard of clinical waste. *Rinsho Byori*. May; Suppl 112: 6-14.
- **OMS** (1996) Handbook on healthcare waste management: a guide for developing countries. Ginebra; OMS 219 p.
- **Oparin P.S., Rusakov N.V.** (2001) Present time problems of medical waste. *Gig Sanit*. Jan-Feb; (1): 36-37.
- **Ortiz, M** (1999) La gestión de los residuos tóxicos y peligrosos en la industria farmacéutica y la salud pública. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá.
- **Paepke O., Ball M., Lis A., Aitio A.** (1993) Potencial occupational of municipal waste incinerator workers with PCDD/PCDF. *Chemosphere* **27**, 1-3. 203-209.

- **Palao G.** (1998) La responsabilidad civil por daños al medio ambiente. Valencia. Tirant lo Blanch. 1998.
- **Palenik C.J., Burke F.J., Bose M., Altweis M.L.** Sterilization of slide sheath anesthetic injection systems placed within sharps containers. J Indiana dent Assoc. **76** (1): 45-50.
- **Pantaleón F.** (1995) Responsabilidad médica y responsabilidad de la Administración. Madrid: Cuadernos Civitas.
- **Parncutt J.** (2002) What are the regulations regarding disposal of bodies and biological waste. Aust Vet J Apr; **80** (4): 199.
- **Pedrajas F.** (1998) Servicios empresariales de gestión de residuos sanitarios : envasado, recogida y tratamientos. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (125-132).

- **Phillip R., Pond K., Rees G.** (1997) Research and the problems of litter and medical wastes on the U.K coastline. *Br J Clin Prac* **51**: 164-168.
  
- **Phillips G.** (1999) Microbiological aspects of clinical waste. *J Hosp Infect.* **41**: 1-6.
  
- **Ponka A.** (1996) Recommendations for the management of wastes from healthcare facilities in Helsinki. *Waste Management and Research.* Num **2**.
  
- **Pratt R.J., Pellowe C.** (2001) The epic project: developing national evidence-based guidelines for preventing health associated infections. *J Hosp Infec.* Jan; **47** ( 3 suppl) 82.
  
- Proyecto CLINHOS: Diseño y promoción de un sistema integrado para la gestión de residuos hospitalarios. Barcelona. Institut Cerdá. 1992.



- **Quintas J.C.** (1998) Importancia y riesgos de los residuos sanitarios. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (23-45).
  
- **Rau E.H., Alaimo R.J., Ashbrook P.C.** ( 2000) Minimization and management of wastes from biomedical research. Environ Health Perspect. **108** (Suppl 6) 953-977.
  
- **Recatala F.** (1994) Tratamiento de desperdicios médicos. Informe de regulaciones y técnica. RETEMA: Revista Técnica de Medio Ambiente. **3**: 34-40.
  
- **Reinhardt U.E.** (2002) Does U.S tax-financed health spending really incur waste? Health Aff (Milwood) Jul-Aug; **21** (4): 99-100.
  
- **Reinhardt, P.A., Gordon J.A.** (1991) Occupational safety for waste management. Infect med waste management. Chelsea, Lewis Publishers 185-195.

- **Reinhardt, P.A., Gordon J.A.** (1991) Training staff and waste handlers. Infect med waste management. Chelsea, Lewis Publishers 221-229.
  
- **Reinthal F.F.** (1999) Comparative investigations of airborne culturable microorganisms in selected waste treatment facilities and in neighbouring residential areas. Zentralbl. Hyg. Umweltmed. Vol 202, 1: 1-17.
  
- **Revenga H.** (1996) Gestión de los residuos sanitarios en Burgos. Medio Ambiente: Retema; 9 (54) 41-44 Oct.
  
- **Richard V.S., Karthik R., Mathai E., Chandy G.M.** (2001) A practical method of disposing sharps in India. Nat Med J India. Jul-Aug; 14 (4): 252.
  
- **Rodriguez L.** (1998) Residuos biosanitarios: Importancia y riesgos. Apuntes históricos. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (11-21).

- **Rodriguez V.J.** (2000) Residuos sanitarios.  
[http://teleline.terra.es/personal/forma\\_xxi/cono11.htm](http://teleline.terra.es/personal/forma_xxi/cono11.htm)
  
- **Rot A.** (1995) Management of infectious health care waste: book 1-guide. Copenhagen; ISWA 68 p.
  
- **Rounds C.** (1998) A product focused waste management model: materials management and waste minimization. Environ Manag Healthc Facil. Maryland: DK Wagner; Pg 23.
  
- **Rowat S.C.** (1999) Incinerator toxic emissions: a brief summary of human health effects with a note on regulatory control. Med Hypotheses. **52**: 389-396 .
  
- **Rushbrook, P.** (1999) Healthcare wastes: A World Health Organization perspective on waste treatment and disposal options. J.CIWEM, 1999, **13**, April: 137-140.
  
- **Rutala W.A.** (1996) Disinfection and sterilization of patient care items. Infect Control Hosp Epidemiol. **17** (6):377-384 .

- **Rutala W.A., Weber D.J.** (1991) Infectious waste: mismatch between Science and Policy. *The New England Journal of Medicine*. **325** (8): 578-582.
  
- **Rutala W.A., Mayhall C.G.** (1992) Medical waste. *Infect Control Hosp Epidem. Sep*; **13**(9): 507-509.
  
- **Rutala W.A., Mayhall C.G.** (1994) Dentistry and the environment. Medical waste: a society for hospital epidemiology of America (SHEA) position paper. *Penn Dent J. (Phila) Jul-Aug*; **61** (4): 13-21.
  
  
- **Rutala W.A., Odette R.L., Samsa G.P.** (1989) Management of infectious waste by U.S hospitals. *JAMA* **262**: 1635-1640.
  
  
- **Rutala W.A., Stiegel M.M., Sarubbi F.A.** (1992) Decontamination of laboratory microbiological waste by steam sterilization. *Appl Environ Microbiol.* **43** 1311-1316.

- **Salkin I.F., Krisiunas E., Morris P.R.** (1998) Biohazardous waste: risk assesment, policy and management. Infect Control Hosp Epidem. Mar; **19** (3): 155-157.
- **Samek L.** (1994) Disposing of hazardous waste. An update on waste management studies. Ont Dent. (Canada) Sep; **71** (7): 19-20.
- **Sánchez-Biedma P.** (1994) Residuos Hospitalarios (I). Centro de Salud. **9**: 733-742.
- **Sanjuan A.** (1996) Los residuos hospitalarios: un grave problema medioambiental. Primer Seminario de Residuos Hospitalarios ( Madrid, 5 Nov 1996). Pg 5.
- **Sattler B.** (2002) Enviromental health in the healthcare setting. Am Nurse Mar-Apr; **34**(2): 25-38.
- **Savino A.A.** (1996) Diagnóstico de la situación de los residuos sólidos municipales y peligrosos en la República Argentina. Buenos Aires CEAMSE **33**.

- **Saw D.C.** (1993) Training package en clinical waste management. Kuala Lumpur; PEPAS, 111p.
- **Schaefer M.E.** (1991) Hazardous waste management. Dent Clin North Am **35**: 383-390.
- **Scott G.M., Jones G.H.** (1990) Emission of viable bacteria in the exhaust flue from a waste incinerator. J Hosp Infect. **16**: 183-184.
- **Seisman P.A., Parker B.M** ( 1998) Sharps disposal in the operating room: Current clinical practices and costs. Anesthesia y Analgesia. **28** (3): 634-636.
- **Serrano, M.O.** (2001) La gestión de residuos sanitarios. Tesis doctoral. Edit. Comares 2001.
- **Shaner H.** ( 1999) Hospital waste. Nurs Stand. Jun; **13**(40): 16.

- **Shaner H.** (1999) Healthcare waste and the environment. Am J Nurs (U.S) Sep **99**(9): 73.
  
- **Shishoo S., Sah B., Chandra H.** (1997) Hospital waste management. J Indian Med Assoc Vol 95 N° 9.
  
- **Sibbald B** (2000) Crackdown on hospital incinerator emissions coming soon. [www.cma.ca/cmaj/cmaj\\_today/2000/11\\_10.htm](http://www.cma.ca/cmaj/cmaj_today/2000/11_10.htm)
  
- **Smith M.** (1992) Waste not. Hospital reduce, recycle and manage waste. Healthtexas. **48** (7): 10-14.
  
- **Stanmore B.R.** ( 2002) Modelig the formation of PCDD/F in solid waste incinerators. Chemosphere May **47** (6): 565-573.
  
- **Stark A.M.** (1998) Disposal options for infectious medical waste generated during home-based dental care. Spec Care Dentist. **18** (5): 207-213.
  
- **Subasic D., Kucar D.S., Pekas S.S.** (1998) International report: Development of a hazardous waste management

system: the case of Croatia. *Waste Management and Research*.  
**16(5)**: 495-500.

- **Thornton J., McCally M., Orris P., Weinberg J.** (1996) Hospitals and plastics dioxin prevention and medical waste incinerators. *Publ Health Repertory*. **4**: 299-306.
- **Tolvanen O.K., Hanninen-K.I., Veijanen A., Villberg K.** (1998) Occupational hygiene in biowaste composting. *Waste Manage Research*. Dec; **16(6)** 525-540.
- **Treasure, E.T., Treasure P** (1997) An investigation of the disposal of hazardous wastes from New Zealand dental practices. *Comm. Dent Oral Epidemiol* **25**: 328-331.
- **Tsai C.T., Lai J.S., Lin S.T.** (1998) Quantification of pathogenic microorganisms in the sludge from treated hospital waste-water. *J Appl Microbiol*. **85(1)**: 171-176.
- **Tsai., C.T., Lin S.T** (1999) Disinfection of hospital waste sludge using hypochlorite and chlorine dioxide. *Appl Microbiol*. May; **86 (5)**: 827-833.



- **Turnberg W.L, Frost F.** (1990) Survey of occupational exposure of waste industry workers to infectious waste in Washington State. *Am J Public Health.*, **80**: 1262-1264.
  
- **Turnberg W.L.** (1996) *Biohazardous Waste: Risk, assesment, Policy and Management.* New York: John Wiley and Sons, Inc.
  
- **University of Medicine and Dentistry of New Jersey.** (1997) Protocol for disposal of items defined as regulated medical waste in UMDNJ-RWJMS laborator.Piscataway UMD <http://www2.umdj.edu/eohssweb/rmwguide.htm>
  
- **Urbanowicz G.R** ( 1998) Medical waste autoclaves: not just a lot of hot air. *Prof Dev Ser ( Chic Ill).* Apr: 4-24.
  
- **Uriel B.** (1998) Importancia y riesgos de los residuos sanitarios. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. *Expourense.* (47-54).

- **Vanchieri C.** (1998) Medical waste: burning issues. Hosp Health Netw. (U.S). **72** (5): 38.
  
- **Vazquez F.L.** (1998) Residuos sanitarios: concepto, tipos y experiencias. 1<sup>as</sup> Jornadas Técnicas “ Residuos Sanitarios”. Expourense. (55-65).
  
- **Vercouteren Z.** (1997) The views of the industry and the environmental issues of the european healthcare industry. Reunión Internacional sobre Residuos Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.
  
- **Vesco E., Morera G., Magnin E., Bantar C.** (2002) Recomendaciones prácticas de bioseguridad e higiene. [http://www.britanialab.com.ar/bioseg\\_r.html](http://www.britanialab.com.ar/bioseg_r.html)
  
- **Wagner K.** (1998) Enviromental management in healthcare facilities. Philadelphia: WB Saunders.

- **Wasserman D.** (1999) A decade of change in clinical waste treatment and disposal in Scotland. Health Estate. Dec; **53**(10): 6-8, 10-12.
  
- **Waste Management España S.A.** (1995) Estudio preliminar de un sistema de gestión de residuos hospitalarios contaminados para la región de Galicia (documento interno).
  
- **Watanabe N.** (2000) Present state of the medical waste disposal industry. Self regulation and of the industry for future. Rinsho Byori. May; Suppl 112: 47-52.
  
- **Weber L.J.** (2000) Medical waste and healthcare ethics. Health Prog. Jan-Feb; **81**(1): 26-28.
  
- **Weir E.** (2002) Hospitals and the environment. Can Med Assoc J. **166** (3).
  
- **Wielenga K.** (1997) The future of the healthcare waste in the European Union. Reunión Internacional sobre Residuos

Sanitarios “ Hacia la Unificación de la Gestión de los Residuos Sanitarios” Marzo 1997. Fungesma.

- **Woodman R.** (1996) Clinical waste from UK hospitals dumped on open land. The Lancet. Vol 347 Mar 16.
  
- **Zaki A.N., Campbell J.R.** (1997) Infectious waste management and laboratory design criteria. Am ind Hyg Assoc J. **58**: 800-808.