

**Identificación y detección de la actividad antimicrobiana de cepas de bacterias aisladas de la Zona Exclusiva Económica al sur de Cuba.**  
**Identification and antimicrobial activity of bacterial strains isolated from the Southern Economic Exclusive Zone of Cuba.**

Lugioyo, G.M.\*, Cabrera, D.\*, Miravet, M.E.\*, Núñez, R.\*, Delgado, Y.\*, Cabrera, H.\*\* y Martí, J.\*\*

\* Instituto de Oceanología, CITMA. Ave 1ra # 18406 e/184 y 186, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: [calvarez@infomed.sld.cu](mailto:calvarez@infomed.sld.cu)

\*\* Facultad de Biología, Universidad de la Habana. 25 entre J e I, Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: [marti@fbio.uh.cu](mailto:marti@fbio.uh.cu)

### Resumen

En el presente trabajo se reporta el aislamiento e identificación de 45 cepas de bacterias marinas heterótrofas procedentes de las aguas de la Zona Exclusiva Económica al sur de Cuba, colectadas durante tres cruceros efectuados entre 1989 y 1991. Se determinó la actividad antimicrobiana mediante el método de difusión en placa empleando el medio de cultivo agar nutriente, y bloques de agar con los cultivos a evaluar. Se identificaron 24 especies y de ellas 9 fueron nuevos reportes para las aguas cubanas. El mayor porcentaje correspondió a las bacterias Gram-positivas y dentro de ellas los bacilos esporulados fueron los más representados con un 67%. Los géneros *Arthrobacter*, *Halorubrum* y *Lactobacillus* constituyen nuevos reportes para las aguas cubanas. La cantidad de cepas con actividad antibacteriana resultó mayor que con actividad antifúngica. Los bacilos G(+) presentaron una mayor actividad antimicrobiana y dentro de ellos el género *Bacillus*. Las cepas S 261 (*B. subtilis*) y la S 299 (*B. firmus*) fueron capaces de inhibir 4 de las cepas reveladoras ensayadas.

### Abstract

In this paper, we report the isolation and identification of 45 marine bacterial strains from waters of the Southern Economic Exclusive Zone of Cuba collected during three cruises carried out between 1989 and 1991. The antimicrobial activity was determined by the diffusion plate method using Nutrient agar and agar blocks with the cultures to study. As result, 24 species were identified and 9 resulted new reports for Cuban waters. The highest percentage was obtained for Gram-positive bacteria, particularly spore-forming bacteria (67 %). *Arthrobacter*, *Halorubrum* and *Lactobacillus* genus were new reports for oceanic waters. Antibacterial activity was more represented than antifungal activity among the tested strains. Gram-positive bacteria showed high antimicrobial activity in particular *Bacillus* genus. S 261 (*B. subtilis*) and S 299 (*B. firmus*) strains inhibited 4 of the sensitive strains assayed.

### Palabras claves

Bacterias heterótrofas, diversidad, actividad antimicrobiana, aguas oceánicas, Cuba.

### Key words

Heterotrophic bacteria, diversity, antimicrobial activity, ocean water, Cuba.

### Introducción

En los últimos años se ha hecho evidente la importancia del estudio de la microbiota marina para comprender su papel en los procesos biológicos que ocurren en el océano (Sherr y Sherr, 2000); por lo cual se han realizado múltiples investigaciones encaminadas principalmente hacia la caracterización de los microorganismos marinos. En general, la clasificación taxonómica de las bacterias marinas es un aspecto importante en las investigaciones sobre ecología estructural, al igual que la detección de la producción de sustancias bioactivas.

En Cuba, las investigaciones realizadas han reportado aislamientos de bacterias en las aguas y los sedimentos de la plataforma insular (Miravet y col., 1983; Lugiyo y col., 1987; Lugiyo y Rodríguez, 1988; Miravet y col., 1992; Coya, 1999 y Miravet y col., 2000) y en aguas oceánicas adyacentes (Mendoza, 1997; Cárdenas, 1998; Pérez y col., 2001).

También se han desarrollado investigaciones dirigidas a la búsqueda de sustancias de interés biotecnológico a partir de bacterias aisladas del medio marino. En este campo los estudios se han dirigido principalmente hacia la detección de microorganismos marinos degradadores de hidrocarburos (Joseph y col., 1994), productores de sustancias antimicrobianas, proteasas, intercalantes de ADN (Pérez, 1998), glicoproteínas extracelulares con actividad antitumoral (Miravet y col., en prensa), tensioactivos (Joseph y col., 1993; Ortiz, 1998), entre otras.

El objetivo del presente trabajo fue la identificación y la detección de actividad antimicrobiana de cepas de bacterias aisladas de aguas oceánicas al sur de Cuba.

### **Materiales y Métodos**

Se colectaron muestras de agua durante tres cruceros efectuados entre 1989 y 1991a la Zona Exclusiva Económica al sur de Cuba. Las muestras se tomaron a nivel superficial, empleándose para ello botellas oceanográficas Nansen de 1,5 mL de capacidad.

Para el aislamiento de las bacterias, a cada muestra se le realizaron diluciones hasta  $10^{-1}$  con agua de mar estéril y se sembraron por diseminación en placas Petri (por triplicado), con medio Agar Marino 2216E para bacterias marinas heterótrofas (Oppenheimer y ZoBell, 1952). Las placas se incubaron a temperatura ambiente ( $\pm 28^{\circ}\text{C}$ ) y se contaron las colonias cada 24 horas durante 3 días. Las colonias más representativas fueron seleccionadas atendiendo al número y su frecuencia de aparición. Las colonias fueron aisladas por el método de agotamiento en el mismo medio de cultivo agarizado. Posteriormente se chequeó la pureza de los cultivos a través de la coloración de Gram (Harrigan y Mac Cance, 1968).

Se estudiaron las características morfológicas, culturales y tintoriales de las cepas aisladas de acuerdo con Harrigan y Mc Cance (1968), así como las características fisiológicas y bioquímicas de las cepas (Barrow y Feltham, 1993; Harrigan y Mac Cance, 1968; Krieg y Holt, 1986 y Sneath y col., 1984) Para la clasificación se utilizó el Manual de Bergey (Krieg y Holt, 1984 y Sneath y col., 1986).

La actividad antimicrobiana se determinó por el método de difusión en placa con el medio de cultivo agar marino 2216 E (Oppenheimer y ZoBell, 1952), empleando bloques de agar con los cultivos a evaluar. Se tomó como criterio de actividad la presencia de una zona de aclaramiento o halo de inhibición mayor de 1 cm (Pérez, 1998).

Para evaluar la capacidad antibacteriana se emplearon las cepas reveladoras siguientes: *Bacillus subtilis* ATCC 6633; *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y para la detección de bacterias productoras de sustancias antifúngicas las cepas: *Candida albicans* y *Aspergillus niger*. Se utilizaron los medios de cultivo Agar Nutriente, para el crecimiento de las bacterias y Medio Universal para levaduras y hongos, según Malik (1992).

Se realizaron fotografías a las preparaciones de las bacterias con una cámara digital MVC- FD83 y un sistema compuesto por: una micro computadora Acer Pentium III, un microscopio óptico trinocular Novex y una cámara de video en colores Sony tipo CCD-Iris Modelo SSC-C 370.

### **Resultados y Discusión**

Durante esta investigación fueron caracterizadas hasta el nivel de especies 45 cepas de bacterias heterótrofas aisladas de aguas superficiales de la Zona Exclusiva Económica (ZEE) al sur de Cuba.

De las 45 cepas bacterianas, 39 son bacterias Gram-positivas (87%), siendo las 6 restantes bacterias Gram- negativas (13%). En la Fig. 1 se muestra la distribución porcentual del total de aislamientos. Como se puede observar, el mayor porcentaje le corresponde a las bacterias Gram-positivas y dentro de ellas los bacilos esporulados son los más representados con 67%.

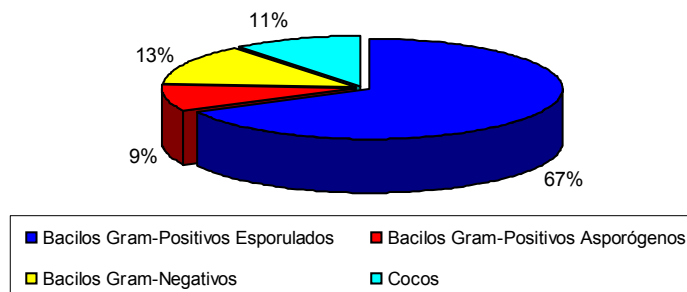


Fig.1 Distribución porcentual de las cepas aisladas por grupos microbianos.  
 Fig. 1 Percentage distribution of strains for microbial groups.

Estudios recientes plantean que del total de la microbiota marina, sólo una pequeña parte pertenecen a las bacterias cultivables (Sherr y Sherr, 2000) y en nuestro caso los aislamientos se realizaron sólo del grupo de las bacterias aerobias mesófilas cultivables.

Los resultados obtenidos en la caracterización de las cepas marinas aisladas arrojan que 31 cepas bacterianas pertenecen a la familia *Bacillaceae*, específicamente al género *Bacillus*; 5 cepas corresponden a la familia *Micrococcaceae*, de las cuales tres son del género *Planococcus* y dos del género *Micrococcus*; dos cepas pertenecen a la familia *Pseudomonadaceae*, y dentro de ésta, al género *Pseudomonas*; una cepa pertenece a la familia *Halobacteriaceae* género *Halorubrum*, una a la familia *Vibrionaceae*, en específico al género *Vibrio*. Del resto, una cepa pertenece al género *Alcaligenes*, dos al género *Arthrobacter*, una al género *Lactobacillus*, y una al género *Proteus* (Tabla 1).

El género *Bacillus* fue el que presentó mayor diversidad con 12 especies (Fig. 2, Tabla 1). De este género, las especies *B. badius*, *B. circulans*, *B. firmus*, *B. marinus*, *B. mycooides*, *B. polymyxa* y *B. pumilus* no habían sido reportadas anteriormente para aguas oceánicas.

Tabla 1. Identificación de las cepas bacterianas aisladas de las aguas oceánicas al sur de Cuba.

Table 1. Identification of bacterial strains isolated from Southern oceanic waters of Cuba.

| Número | Cepa | Clasificación   |
|--------|------|---|
| 1      | 108  | <i>Alcaligenes</i> sp Castellani and Chalmers 1919, 936 <sup>AL</sup>         |
| 2      | 173  | <i>Arthrobacter citreus</i> Sacks 1954, 342 <sup>AL</sup>                     |
| 3      | 105  | <i>Arthrobacter</i> sp. Conn and Dimmick 1947, 300 <sup>AL</sup>              |
| 4      | 94   | <i>Bacillus badius</i> Batchelor, 1919, 23. <sup>AL</sup>                     |
| 5      | 139  | <i>Bacillus brevis</i> Migula, 1900, 583. <sup>AL</sup>                       |
| 6      | 92   | <i>Bacillus cereus</i> Frankland y Frankland, 1887, 257. <sup>AL</sup>        |
| 7      | 212  | <i>Bacillus cereus</i> Frankland y Frankland, 1887, 257. <sup>AL</sup>        |
| 8      | 104  | <i>Bacillus circulans</i> Jordan, 1890, 821. <sup>AL</sup>                    |
| 9      | 217  | <i>Bacillus circulans</i> Jordan, 1890, 821. <sup>AL</sup>                    |
| 10     | 221  | <i>Bacillus circulans</i> Jordan, 1890, 821. <sup>AL</sup>                    |
| 11     | 242  | <i>Bacillus firmus</i> Bredemann y Werner in Werner, 1933, 446. <sup>AL</sup> |
| 12     | 247  | <i>Bacillus firmus</i> Bredemann y Werner in Werner, 1933, 446. <sup>AL</sup> |
| 13     | 299  | <i>Bacillus firmus</i> Bredemann y Werner in Werner, 1933, 446. <sup>AL</sup> |

|    |       |   |
|----|-------|---|
| 14 | CL-26 | <i>Bacillus firmus</i> Bredemann y Werner in Werner, 1933, 446. <sup>AL</sup>     |
| 15 | 89    | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 16 | 91    | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 17 | 110   | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 18 | 129   | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 19 | 180   | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 20 | 186   | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 21 | 312   | <i>Bacillus licheniformis</i> Chester, 1901, 287. <sup>AL</sup>                   |
| 22 | 170   | <i>Bacillus marinus</i> Rüger, 1983, 157. <sup>VP</sup>                           |
| 23 | 204   | <i>Bacillus mycooides</i> Flügge, 1886, 324. <sup>AL</sup>                        |
| 24 | 240   | <i>Bacillus mycooides</i> Flügge, 1886, 324. <sup>AL</sup>                        |
| 25 | 87    | <i>Bacillus polymyxa</i> Macé, 1889, 588. <sup>AL</sup>                           |
| 26 | 130   | <i>Bacillus pumilus</i> Meyer y Gottheil in Gottheil, 1901, 680. <sup>AL</sup>    |
| 27 | 132   | <i>Bacillus pumilus</i> Meyer y Gottheil in Gottheil, 1901, 680. <sup>AL</sup>    |
| 28 | 191   | <i>Bacillus pumilus</i> Meyer y Gottheil in Gottheil, 1901, 680. <sup>AL</sup>    |
| 29 | CI-24 | <i>Bacillus pumilus</i> Meyer y Gottheil in Gottheil, 1901, 680. <sup>AL</sup>    |
| 30 | 93    | <i>Bacillus</i> sp Cohn 1872, 174. <sup>AL</sup>                                  |
| 31 | 243   | <i>Bacillus</i> sp Cohn 1872, 174. <sup>AL</sup>                                  |
| 32 | CI-23 | <i>Bacillus</i> sp Cohn 1872, 174. <sup>AL</sup>                                  |
| 33 | CI-29 | <i>Bacillus</i> sp Cohn 1872, 174. <sup>AL</sup>                                  |
| 34 | 261   | <i>Bacillus subtilis</i> Cohn, 1872, 174. <sup>AL</sup>                           |
| 35 | 138   | <i>Halorubrum saccharovororum</i> McGenity y Grant (1996)                         |
| 36 | 284   | <i>Lactobacillus coryniformis</i> Abo-Elnaga and Kandler 1965a, 18. <sup>AL</sup> |
| 37 | 109   | <i>Micrococcus agilis</i> Ali-Cohen 1889, 36. <sup>AL</sup>                       |
| 38 | 169   | <i>Micrococcus luteus</i> Cohn 1872, 153. <sup>AL</sup>                           |
| 39 | 107   | <i>Planococcus halophilus</i> Novitsky and Kushner 1976, 53. <sup>AL</sup>        |
| 40 | 309   | <i>Planococcus halophilus</i> Novitsky and Kushner 1976, 53. <sup>AL</sup>        |
| 41 | CI-21 | <i>Planococcus halophilus</i> Novitsky and Kushner 1976, 53. <sup>AL</sup>        |
| 42 | 195   | <i>Proteus</i> sp Hauser 1885, 12. <sup>AL</sup>                                  |
| 43 | 96    | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Migula 1900, 884. <sup>AL</sup>                     |
| 44 | 215   | <i>Pseudomonas</i> sp Migula 1894, 237. <sup>AL</sup>                             |
| 45 | 241   | <i>Vibrio nereis</i> Baumann, Baumann, Mendel and Allen 1872, 426. <sup>AL</sup>  |
| 46 | 209   | No Identificada   |

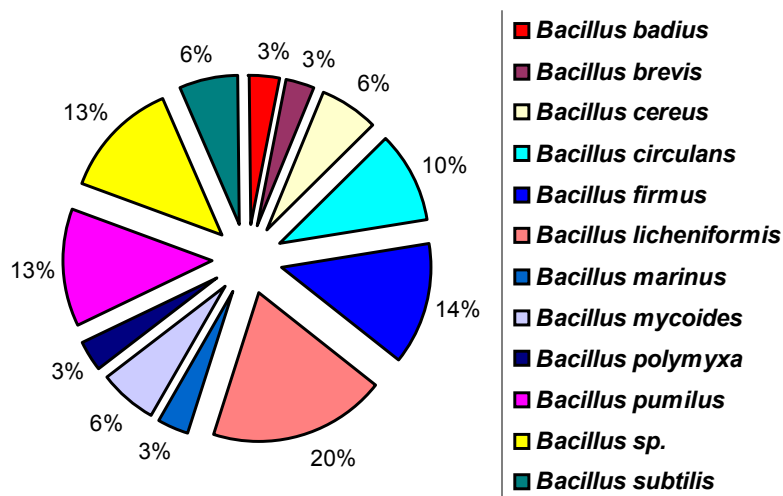


Fig. 2 Distribución porcentual de las especies del género *Bacillus*.  
 Fig. 2. Percentage distribution of species of *Bacillus* genus.

Debe destacarse que las especies más representadas fueron: *B. licheniformis* (6 cepas), seguidos de *B. firmus*, *B. pumilus* y *B. sp.* con 4 bacterias cada uno (Fig. 2).

En el caso de los bacilos Gram-positivos asporógenos se aislaron 4 cepas, dos de las cuales pertenecen al género *Arthrobacter* (actualmente *Pseudaminobacter*), especies *A. citreus* (*P. citreus*) y la otra a *A. sp.* (*P.sp.*), una a la especie *Lactobacillus coryniformis* (Tabla 1). La cuarta cepa no fue identificada.

Se aislaron un total de 5 cepas de cocos, todos gram-positivos. De ellas, 3 pertenecen al género *Planococcus* (especie *P. halophilus*) y dos a *Micrococcus* (especies, *M. agilis* y *M. luteus*) (Tabla 1).

Con relación a los microorganismos Gram-negativos, se identificaron 6 cepas, las cuales pertenecen a las especies: *Alcaligenes sp.*, *Halorubrum saccharovororum* (antes *Halobacterium saccharovororum*), *Proteus sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas sp.* y *Vibrio nereis* (Tabla 1). En la Fig. 3 se muestran algunas imágenes de bacterias aisladas de la ZEE al sur de Cuba.

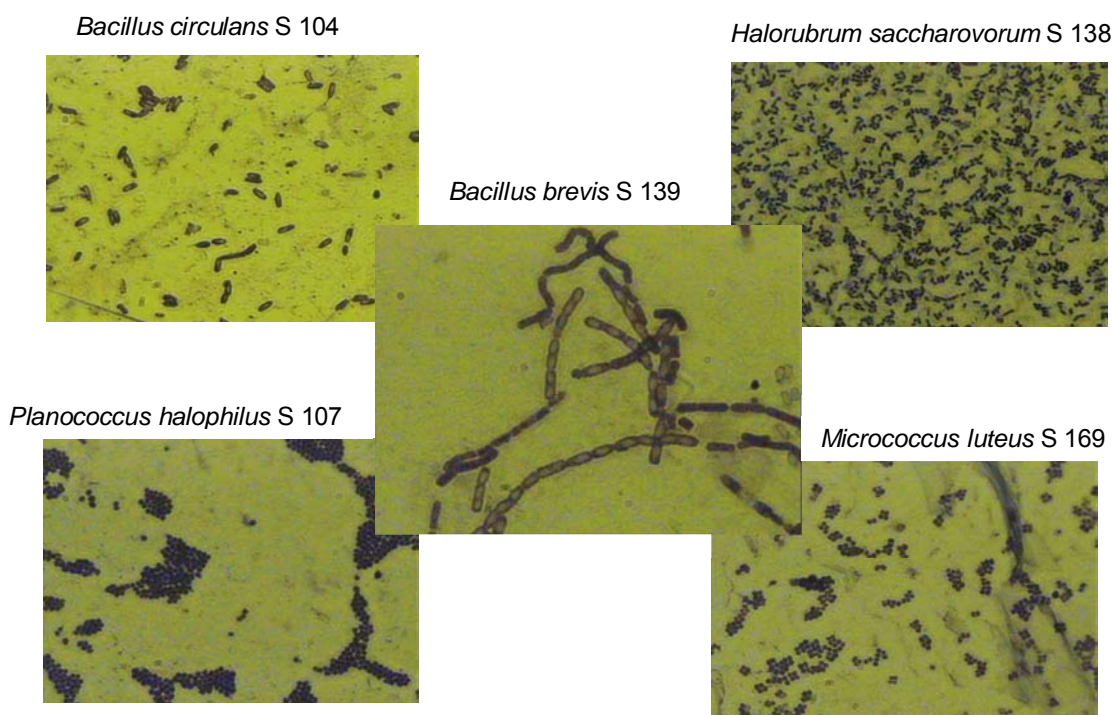


Fig. 3. Algunas imágenes de especies de bacterias aisladas de las aguas oceánicas al sur de Cuba. (Aumento: 1260 x).

Fig. 3 Some images of bacterial species isolated from Southern oceanic waters of Cuba.

Los resultados de la identificación de las cepas bacterianas aisladas de la ZEE al sur de Cuba, concuerdan con los obtenidos por Mendoza (1997) y Pérez y col. (2001) en la ZEE al norte de Cuba, y por Coya (1999) en la plataforma Suroriental, quienes obtuvieron mayores porcentajes de bacterias Gram-positivas.

Aunque la abundancia relativa de los géneros encontrados en la ZEE al sur difiere de otros reportes para Cuba, en general, la existencia de los mismos ha sido informada en aguas y sedimentos de algunas zonas de la plataforma insular por otros autores (Miravet y col., 1983; Lugioyo y col., 1987; Lugioyo y Rodríguez, 1988; Miravet y col., 1992, Miravet y col., 2000) y en aguas oceánicas adyacentes (Mendoza, 1997, Pérez y col., 2001), con la excepción de *Arthrobacter*, *Halorubrum* y *Lactobacillus* que en ninguno de las publicaciones anteriores han sido notificados, por lo que son nuevos registros para las aguas cubanas.

Es de señalar que las especies *Bacillus circulans*, *B. firmus*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *Halorubrum saccharovorum* (antes *Halobacterium saccharovorum*), *Lactobacillus coryniformis*, *Micrococcus luteus*, *Pseudaminobacter citreus* (antes *Arthrobacter*) y *Vibrio nereis* han sido reportadas por primera vez para las aguas oceánicas de Cuba, pero no han sido informadas para las zonas de plataforma cubana, por lo que constituyen nuevos reportes para Cuba.

Como resultado de esta investigación se obtuvo que la diversidad de especies encontrada en la ZEE al sur es amplia, ya que se identificaron 24 especies y de ellas 9 fueron nuevos reportes para las aguas de Cuba.

El descubrimiento de nuevas especies de microorganismos posibilita incrementar el conocimiento de la diversidad microbiana, además de la posibilidad de obtención de metabolitos novedosos para uso biotecnológico. Por otro lado, los patrones de distribución de la diversidad microbiana pueden ser empleados en el monitoreo de la calidad de las aguas y en la predicción de los cambios ambientales (U.S. National Science Foundation, 1995).

#### Detección de sustancias antimicrobianas

De las 41 cepas evaluadas, el 22% fue capaz de inhibir el crecimiento de al menos una de las cepas reveladoras ensayadas, 13% inhibió a 2 de ellas, 9% inhibió el crecimiento de 3 cepas reveladoras y 7% a 4 de las cepas sensibles. El resto de las cepas (49%) no presentó actividad antimicrobiana ( Fig.4).

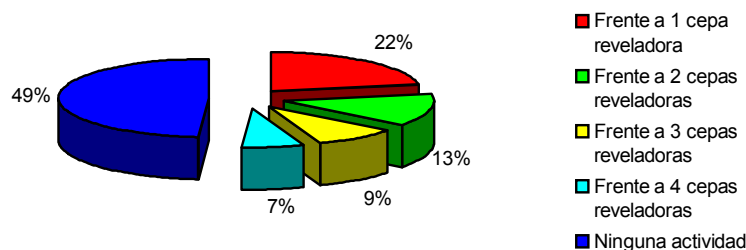


Fig. 4 Distribución porcentual de la actividad antimicrobiana del total de cepas evaluadas.  
Fig. 4 Percentage distribution of total antimicrobial activity of strains assayed.

La actividad antibacteriana resultó mayor que la actividad antifúngica. Del total de cepas evaluadas, 16 cultivos inhibieron el crecimiento de una o varias cepas reveladoras bacterianas, y 8 cepas (20 %) presentaron actividad antifúngica, lo cual coincide con lo informado por otros autores (Mendoza, 1997; Cárdenas, 1998; Pérez, 1998 y Coya, 1999). Es importante señalar que el número de trabajos encontrados en la literatura son en su mayoría relacionados con la detección de bacterias productoras de sustancias antibacterianas (Dopazo y col., 1988; Fábregas y col., 1991; Lodeiros y col., 1991). Sin embargo, pocos estudios se han realizado para la detección de bacterias marinas con actividad antifúngica (Fábregas y col., 1991; Pérez, 1998).

Los bacilos Gram-positivos fueron los que presentaron mayor actividad antimicrobiana frente a los microorganismos estudiados, lo que parece estar relacionado con la composición de la pared celular (Nair y Simidu, 1987). El género *Bacillus* fue el que presentó mayor espectro de actividad ante las cepas reveladoras ensayadas lo que coincide con lo informado por Baam y col. (1966). En los estudios de Cárdenas (1998), Pérez (1998) y Coya (1999) también los bacilos Gram-positivos esporógenos resultaron los mayores productores de sustancias antimicrobianas. De hecho, el género *Bacillus* constituye uno de los grupos de microorganismos de alto potencial biomédico (Fenical y Jensen, 1993).

De las cepas reveladoras empleadas en este estudio, *Bacillus subtilis* fue el microorganismo más sensible a las sustancias antimicrobianas producidas por las bacterias marinas aisladas de las aguas oceánicas al sur, ya que el 23 % de las cepas evaluadas presentaron actividad.

De las bacterias aisladas de la ZEE al sur de Cuba, se obtuvo que, al menos de las actividades ensayadas, las cepas S-261 (*Bacillus subtilis*), la S-299, perteneciente a la especie *B. firmus* y S-96 (*P. aeruginosa*) fueron las que mayor actividad antimicrobiana presentaron del total de cepas evaluadas. *Bacillus subtilis* S-261, presentó el mayor espectro de actividad, ya que fue capaz de inhibir, tanto a las cepas reveladoras de bacterias como a las de levadura y hongo. En el orden les siguen las cepas S-107, S-191 y S-204, pertenecientes a las especies *Planococcus halophilus*, *Bacillus pumilus* y *Bacillus mycoides*, respectivamente, que presentaron actividad frente a 3 cepas reveladoras.

Nair y Simidu en 1987 realizaron una investigación donde evaluaron 726 bacterias aisladas de agua, sedimento, fitoplancton y zooplancton de las Bahías de Suruga, Sagami y Tokio, y de corales y esponjas colectadas de las costas de Taiwan, en Japón, donde encontraron que 37 bacterias (5%) mostraron capacidad antibacteriana contra *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 o *Staphylococcus aureus* P209.

En la Zona Exclusiva Económica al Norte de Cuba de 25 bacterias aisladas de aguas superficiales, 3 (12%), presentaron actividad antimicrobiana frente al menos una de las cepas sensibles empleadas: *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger* (Mendoza, 1997). Por su parte, Cárdenas (1998) encontró que de 11 bacterias aisladas de aguas superficiales de la Zona Exclusiva Económica al Norte de Cuba en febrero de 1997, el 100% presentaron actividad antimicrobiana frente al menos una de las 10 cepas sensibles empleadas.

Por su parte, Pérez (1998) encontró que de 335 cepas aisladas de fuentes marinas cubanas, pertenecientes a la Colección de Bacterias Marinas (CBM) del Instituto de Oceanología, 185 (55%) mostraron algún tipo de actividad antimicrobiana frente a *Bacillus subtilis* ATCC 6633; *Escherichia coli* ATCC 8739; *Candida albicans* ATCC 10231 y *Aspergillus niger*. Coya (1999), informó que 24 cepas de las 46 evaluadas, fueron capaces de inhibir el crecimiento de al menos una de las cepas reveladoras ensayadas.

Las bacterias Gram-positivas representan una fuente potencial de sustancias antibióticas como se puede constatar en esta y otras investigaciones, que pudieran resultar incluso nuevas con relación a las producidas por las bacterias terrestres, por estar expuestas a otras condiciones ambientales (Fenical y Jensen, 1993).

El descubrimiento y aislamiento de bacterias marinas productoras de sustancias antimicrobianas ha dado definitivamente importancia al fenómeno de antagonismo microbiano en el medio marino. Este hecho pudiera indicar que las bacterias marinas juegan un papel determinante en el carácter autodepurador que se le ha adjudicado al mar, como ya han sugerido y comprobado otros investigadores (Pushkar, 1979). Por otro lado, los metabolitos secundarios entre los que se encuentran los antibióticos, tienen una función protectora en el medio ambiente. Las bacterias en defensa propia desarrollan la capacidad de producir sustancias que eliminan o inhiben el crecimiento de otros microorganismos. Tales sustancias producidas de forma natural juegan un papel ecológico importante en el ecosistema marino.

Tomando en consideración la creciente resistencia de los microorganismos causantes de enfermedades infecciosas a los antibióticos comerciales comúnmente empleados (Goins y col., 1983), se impone la necesidad de búsqueda de nuevos antibióticos y con ello la exploración de ambientes tradicionalmente no explotados para tales fines, como lo es precisamente el medio marino.

## Conclusiones

1. Se aislaron 45 cepas de bacterias aisladas de la ZEE al sur de Cuba, pertenecientes a los géneros: *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Halobacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Planococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas* y *Vibrio*.
2. Las nuevas especies encontradas para las aguas oceánicas al sur fueron: *Bacillus circulans*, *B. firmus*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *Halorubrum saccharovororum* (antes *Halobacterium saccharovororum*), *Lactobacillus coryniformis*, *Micrococcus luteus*, *Pseudaminobacter citreus* (antes *Arthrobacter*) y *Vibrio nereis*.
3. La actividad antibacteriana de las cepas aisladas resultó mas frecuente que la actividad antifúngica, siendo los bacilos esporulados Gram-positivos los que presentaron mayor actividad antimicrobiana. Las cepas S 261 (*B. subtilis*) y la S 299 (*B. firmus*) fueron capaces de inhibir 4 de las cepas reveladoras ensayadas.

## Bibliografía

- § Baam, R. B.; Gandhi, N. M. y Freitas, Y.M. 1966. Antibiotic activity of marine microorganisms. *Helogolander wiss. Meeresunters.* 13(1-29). 181-187.
- § Barrow, G.I. y Feltham, R.K.A. 1993. Cowan and Steel's Manual for the identification of medical bacteria. (Third Edition). Cambridge University Press. 331 p.
- § Cárdenas, D. 1998. Bacterioplancton de las aguas oceánicas al norte de Cuba en la época de invierno: distribución y taxonomía. Tesis para optar por el Título de Licenciado en Microbiología. Facultad de Biología.
- § Coya, L. 1999. Bacterioplancton del archipiélago "Los Jardines de la Reina" al sur de Cuba, en la época de verano: distribución, taxonomía y actividad antimicrobiana. Tesis para optar por el Título de Licenciado en Microbiología. Facultad de Biología.
- § Dopazo, C. P.; Lemos, M. C.; Lodeiros, C.; Bolinches, J.; Barja, J. L. y Toranzo, A. D. 1988. Inhibitory activity of antibiotic producing marine bacteria against fish pathogens. *J. Appl. Bacteriol.* 65:97-101.
- § Fábregas, J.; Muñoz, A.; Otero, A.; Barja, J. L. y Romaris, M. 1991. A Preliminary Study on antimicrobial activities of some bacteria isolated from marine environment. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 57(7):1377-1382.
- § Fenical, W. y Jensen P.R. 1993. Marine Microorganisms: A New Biomedical Resource. En: *Marine Biotechnology*, D.H. Attaway y O.R. Zaborsky (eds.). Plenum Press, New York. pp 419-455.
- § Goins, J. B.; Price, S. B. y Fluornoy, D. J. 1983. *IRCS Med. Sci.* 11:585. Citado por: Fábregas, J.; Muñoz, A.; Otero, A.; Barja, J. L. y Romaris, M. (1991). A Preliminary Study on antimicrobial activities of some bacteria isolated from marine environment. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 57(7):1377-1382.
- § Harrigan, W.F. y Mc.Cance, M.E. 1968. *Métodos de laboratorios en Microbiología*. Ed. Academia León, España. 264 pp.
- § Joseph, I. N.; Capó, M. C.; Bellota, M.; Ramos, I. y Fuentes, M. 1994. Aislamiento y selección de microorganismos degradadores de hidrocarburos en la plataforma cubana. *Ciencias Biológicas.* 27: 137- 148.
- § Joseph, I.N.; Capó, M.C.; Bellota, M.; Rodríguez, F. y Fiol, A. 1993. Producción de biosurfactantes por bacterias marinas degradadoras de hidrocarburos. *Avicennia.* 0: 34-42.
- § Kreig, N.R. y Holt, J.G. 1984. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.* Vol. 1. Ed. Williams and Willkins, Baltimore, London, 1 - 964.
- § Lodeiros, C.; Campos, V. y Marín, N. 1991. Producción de antibióticos por la flora asociada a monocultivos microalgales de utilidad en acuicultura. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales. La Salle. Tomo I.(135-135):* 213-223.



- § Lugioyo, M.; Miravet, M.E. y Rodríguez, F. 1987. Caracterización de las comunidades de bacterias heterótrofas en la región SW de la plataforma de Cuba. *Rep.Inv.*52: 1-17.
- § Lugioyo, M. y Rodríguez, F. 1988. Aislamiento e identificación de bacterias del sedimento de la costa Norte de Ciudad de la Habana. *Rep.Inv.* 4: 1-10.
- § Malik, K.A. 1992.- Some universal media for the isolation, growth and purity check of broad spectrum of microorganisms. En: Technical Information for Culture Collections in Developing Countries. K.A. Malik (ed.). UNESCO/WFCC, pp.36-40.
- § Mendoza, Y. 1997. Bacterioplancton de aguas oceánicas al Norte de Cuba: Distribución espacial. Tesis para optar por el Título de Licenciado en Microbiología. Facultad de Biología,
- § Miravet, M.E.; Lugioyo, G.M. y Rodríguez, F. 1983. Influencia de la contaminación orgánica sobre las poblaciones bacterianas heterótrofas en Santa Cruz del Norte. *Cienc.Biol.* 10: 103:116.
- § Miravet, M.E.; Lugioyo, G.M.; Rodríguez, F. y Bellota, M. 1992. Bacterias marinas aisladas del Golfo de Batabanó, SW de Cuba. *Rep.Inv.* 11:1-11.
- § Miravet, M.E.; Moreta, N. y Fernández, L.E. (EN PRENSA).- Método para la detección de agentes antitumorales potenciales de bajo PM mediante la estimulación de la bioluminiscencia en *Photobacterium leiognathi*.
- § Miravet, M.E.; Lugioyo, G.M. y Joseph, N. 2000. Diversidad de bacterias marinas heterótrofas en la plataforma occidental cubana. *Rev.Elect.Instituto de Oceanología, Cuba*, # 0: 1-3.
- § Nair, S. y Simidu, U. 1987. Distribution and significance of heterotrophic marine bacteria with antibacterial activity. *Appl.Environ Microbiol.* Vol 53 (12): 2957-2962.
- § Oppenheimer, C.H. y ZoBell, C. E. 1952. Maintenance of marine bacteria. *J.Mar. Res.* 11: 10-18.
- § Ortiz, E. 1998. Obtención de un biotensioactivo para la estimulación de pozos de petróleo. Tesis Maestría, 72 p. Fac. Biol. UH, Cuba.
- § Pérez, G. 1998. Colección de Bacterias Marinas: Detección de cepas con actividad antimicrobiana. Tesis para optar por el Título de Maestro en Ciencias Biológicas, Mención en Ecología Microbiana. Facultad de Biología. Universidad de La Habana. Cuba.
- § Pérez, G., Lugioyo, G.M. y Cárdenas, D. 2001. Identificación de bacterias aisladas de aguas oceánicas cubanas y sus capacidades antimicrobianas. *Rev.Elect.Instituto de Oceanología, Cuba*, # 0.
- § Pushkar, N.K. 1979. Potential biomedical de la mer. *Impact.*29 (2): 127-140.
- § Sherr, E. y Sherr, B. 2000. Marine microbes: an overview. En: *Microbial Ecology of the Oceans*. Ed. D.L. Kirchman, Wiley-Liss, New York. 13-46.
- § Sneath, H.A.; Mair, N.S.; Sharpe, M.E. y Holt, J.G. 1986.- *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 2: 999-1418.
- § U.S. National Science Foundation. 1995. Priorities of Microbial Biodiversity Research. Summary And Recommendations. Report of a workshop organized by the Center for Microbial Ecology At Michigan State University. 1-8 pp.