



con Fecha Mayo 21/13
(rojo nado)

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO
GUAYAQUIL

INFORME DE TRABAJO DE CAMPO EN LA EXPEDICION A
LA ANTARTIDA

Expedición:XVII Expedición

Nombre del Proyecto:"MICROORGANISMOS ANTARTICOS:
AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN, PRESERVACIÓN Y EVALUACIÓN
DE SU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO"

Lugar:Isla Greenwich, Antártida

Participante:Msc. Abel Rosado Ruiz-Apodaca. ESPOL-CIBE

15 de Febrero de 2013

NOMBRE DEL PROYECTO: Microorganismos antárticos: aislamiento, identificación, preservación y evaluación de su potencial biotecnológico.

INVESTIGADOR: MSc. Abel Rosado Ruiz-Apodaca. ESPOL-CIBE

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO/COMPONENTE.

La Antártida es el continente con las condiciones climáticas más severas de nuestro planeta. Esa dureza ambiental limita notablemente la diversidad de seres vivos que encontramos en los ecosistemas antárticos en comparación con los de latitudes más bajas. Sin embargo, los ecosistemas antárticos, en la medida en que presentan agua libre, suponen una oportunidad para la vida que encuentra en ellos unos oasis en un desierto helado. A pesar de que generalmente los lagos antárticos presentan una densa cubierta de hielo, la primavera y el verano austral permiten reducir la dureza de las restricciones abióticas, y facilitan el desarrollo de comunidades planctónicas y bentónicas microbianas, que incluyen bacterias autótrofas y heterótrofas, protistas (fotosintéticos, mixótrofos o heterótrofos), y, en los lagos de condiciones climáticas menos restrictivas, metazooplancton, generalmente copépodos, que en algunos casos pueden ejercer un importante papel en el control de las redes tróficas planctónicas. Por otro lado, los biofilms microbianos, principalmente formados por cianobacterias, constituyen la comunidad béntica más característica en los lagos y zonas encharcables de la Antártida.

Las redes tróficas en lagos antárticos son de baja complejidad, fundamentalmente microbianas (Ellis-Evans, 1996; Wynn-Williams, 1996; Laybourn-Parry et al., 2001), carecen de depredadores vertebrados, y en ellos el metazooplancton, cuando está presente, asume el papel de nivel trófico superior, actuando como consumidor no sólo de fitoplancton sino también de protozoos flagelados y ciliados. Así, buena parte de la transferencia energética en la comunidad pelágica puede darse a través de lo que en sistemas templados se ha llamado bucle microbiano (Azam et al., 1983, Roberts et al., 1999). Los hongos y bacterias son los seres vivos más abundantes en la Tierra, encontrándose en cualquier ambiente, incluyendo aquellos que presentan condiciones extremas (Nies, 2000).

Además de los mecanismos de protección y adaptación frente a la falta de nutrientes o las condiciones adversas, los microorganismos están facultados para realizar una extensa gama de reacciones metabólicas que les permiten adaptarse a muchas fuentes de nutrición. Esta versatilidad hace posible que puedan transformar una gran variedad de sustratos, entre los que se encuentran compuestos químicos orgánicos e inorgánicos y sean responsables de diversos procesos biogeoquímicos y fermentativos de elevado interés (Drake et al, 1997; Zumft, 1997).

Uno de los primeros reportes de la existencia de microorganismos capaces de crecer a temperaturas bajo cero fue realizado por Farrell y Rose en 1967. Desde entonces, numerosos proyectos de investigación acerca de esta nueva microbiota se han llevado a cabo, con un especial interés en los microorganismos psicrófilos, verdaderos extremófilos, que no solo crecen a bajas temperaturas, sino que también son capaces de superar factores ambientales limitantes, como la escasa disponibilidad de nutrientes (Feller&Gerday, 2003).

Las bacterias marinas son por su naturaleza psicrotróficas y halotolerantes; poseen procesos metabólicos adaptados a bajas temperaturas y realizan sus actividades en altas concentraciones de sales, elevadas presiones hidrostáticas, pH alcalinos e incluso condiciones anóxicas. Bajo estas condiciones moderadamente «extremas» pueden producir una serie de metabolitos, entre ellas las enzimas extracelulares (Féller et al., 1996).

Entre las enzimas extracelulares producidas por bacterias marinas se incluyen amilasas, glucamilasas, glucosaisomerasas, pectinasas (Stanley & Stanley, 1986) y otras como agarasas, quitinasas, alginasas, lipasas, DNasas, esterases y proteasas (Fenical& Jensen, 1993; León et al., 2000). En la actualidad, las bacterias productoras de proteasas han adquirido especial relevancia, ya que pueden ser utilizadas en procesos productivos como la industria de los detergentes, alimentos y bebidas, así como la clarificación de cerveza fría y otras bebidas, ablandamiento de carnes rojas, industria del cuero, entre otras (Schmidt, 1981).

Asimismo, la tecnología enzimática microbiana ocupa un papel importante dentro de la biotecnología, específicamente en el sector alimentario, farmacéutico y salud. Alrededor del 65% de las enzimas que se producen industrialmente están de una u otra manera relacionadas con la industria alimentaria. Sólo las proteasas alcalinas empleadas en la industria de detergentes ocupan el 25% del total, las restantes corresponden a aplicaciones en las áreas farmacéuticas, industrial y analítica (Bárzana& López-Murguía, 1995).

Una de las alternativas viables para mejorar la eficiencia, reducir los costos y aumentar la disponibilidad de algunas enzimas de interés industrial, es el de buscar y seleccionar microorganismos con altas capacidades de producción a partir de ambientes marinos y terrestres. Asimismo, es de suma importancia evaluar sus condiciones óptimas de crecimiento, producción, actividades enzimáticas y caracterización fenotípica.

Los hongos son permanentes e importantes miembros de la biota de los ecosistemas, su estudio nos ayudan a comprender los roles que cumplen en los mismos; sus adaptaciones fisiológicas, distribución, e importancia económica (así como patógenos de plantas o animales), y su importancia ecológica como degradadores de materia orgánica (Moss, 2000). En la última década, la diversidad fúngica ha recibido especial atención debido al elevado número de especies de hongos existentes en el planeta y a la pequeña proporción de especies descritas hasta el momento. Además, el conocimiento de la diversidad fúngica es importante para el adecuado funcionamiento de los ecosistemas y de gran interés en la obtención de nuevos productos activos a partir de ambientes naturales (Hawksworth, *et al.*, 1995).

Los métodos tradicionales para estimación de biodiversidad han presentado fuertes limitaciones cuando se trata de microorganismos hiperdiversos, como por ejemplo, los hongos. Mientras que existe abundante información sobre la fisiología y taxonomía de macromicetos terrestres, prácticamente no la hay para micromicetos acuáticos. Estimados muy conservadores indican que sólo conocemos el 5% de la biodiversidad natural y que esa biodiversidad estará en sitios poco explorados, por ejemplo en sistemas acuáticos (Valderrama, *et al.* 2006).

A pesar de que el conocimiento sobre la conformación y funcionamiento de los diversos ecosistemas ha ido creciendo paralelamente a la realización de las sucesivas expediciones geográficas (iniciadas ya a principios del siglo XIX), éste continúa siendo escaso en determinadas áreas de la biología. Una de estas áreas deficitarias es la micología (Stchigel, 2007).

El continente Antártico presenta un rango de condiciones climáticas extremas y constituye uno de los medioambientes más severos de la Tierra. Constituye una de las áreas idóneas para la búsqueda de organismos adaptados a bajas temperaturas. Los organismos que viven en la Antártida (psicrófilos y psicrotolerantes), presentan adaptaciones en sus sistemas enzimáticos, en sus membranas y por tanto en sus genes, lo que representan un gran potencial biotecnológico (Kostadinova, 2009).

En las regiones Ártica y Antártica la investigación ha sido principalmente orientada en la presencia de bacteria, archaeas y algas psicrófilas. Reportes científicos recientes muestran una presencia esporádica de diferentes hongos en la capa permafrost, suelo y hielo (Sonjak, 2006).

La búsqueda de hongos ha direccionado el descubrimiento del antibiótico más importante en el mundo, la penicilina. Comparados con los bacteriólogos, los micólogos están aún en su infancia, y esto es debido al desconocimiento de las funciones fúngicas y también al crecimiento lento de estos microorganismos.

En la actualidad se han llegado a identificar cepas de anteriores muestreos que se encuentran en el cepario del CIBE con un potencial biotecnológico muy prometedor y han sido sometidas a secuenciaciones con caracterizaciones bioquímicas y moleculares, las mismas que están en estudios de clasificación taxonómica.

2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO/CUMPLIMIENTO

- Estudiar las poblaciones microbiológicas de muestras recolectadas durante el verano antártico, para identificar los géneros y especies de bacterias aisladas y determinar el potencial biotecnológico: caracterización de metabolitos y actividad antimicrobiana.

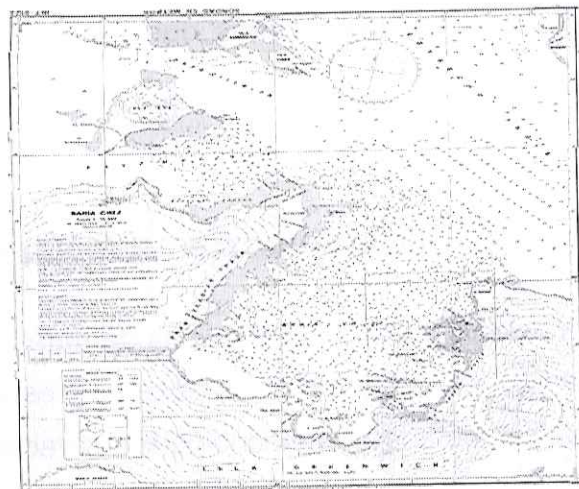
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO /CUMPLIMIENTOS

- Determinar las estaciones de muestreo en la Antártida así como su ubicación geográfica exacta.
- Identificar los géneros y especies de microorganismos aislados previamente mediante la descripción morfológica en diferentes medios de cultivo y la determinación de sus propiedades bioquímicas.
- Caracterizar la actividad metabólica de microorganismos aislados e identificados y establecer su potencial biotecnológico.
- Determinar las condiciones para el establecimiento de un banco de las cepas marinas aisladas del continente Antártico, mediante el análisis de diversas técnicas de conservación.

4. HIPÓTESIS DEL PROYECTO/COMPONENTE.-

H_A : Mediante el desarrollo de métodos de muestreos, aislamientos e identificación de microorganismos del continente Antártico, es posible complementar el banco de cepas y determinar su potencial biotecnológico.

5. ÁREA DE ESTUDIO.



6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO

FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
03 Feb.2013	Colecta de Muestras en Monte Puyango Muestra N° 177,178, 179, 180	Se realizaron 4 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas
04 Feb.2013	Colecta de Muestras en Río Culebra (Perfil) Muestra N°182,183,185,186, 187,188,189	Se realizaron 7 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas Las muestras de agua se conservaron en tubos de 14ml y el resto (500ml) se filtro a 45 μ m.
05 Feb.2013	Colecta de Muestras en Isla Roberts Muestra N° RP01, RP02, RP03	Se realizaron 3 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas
06 Feb.2013	Colecta de Muestras en Isla Torre Muestra N° 197,198,199,200,201,202, 203,204,205	Se realizaron 9 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas Las muestras de agua se las conservaron en tubos de 14ml

07 Feb.2013	<p>Colecta de Muestras en Punta Ambato Muestra N° 206,207,208,209,210, 211,212,213,214,215</p>	<p>Se realizaron 10 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas. Las muestras de agua se las conservaron en tubos de 14ml.</p>
08 Feb.2013	<p>Colecta de Muestras en Isla Dee Muestra N° PLC1,PLC2,PLC3</p>	<p>Se realizaron 3 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas. Las muestras de agua se las conservaron en tubos de 14ml.</p>
09 Feb.2013	<p>Colecta de Muestras en Barrientos Muestra N° 217,218,219,220 221,222</p>	<p>Se realizaron 6 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas. Las muestras de agua se las conservaron en tubos de 14ml.</p>
11 Feb.2013	<p>Colecta de Muestras en Sector Alfa (Base del Glacial Quito) Muestra N° 225,226,227,228</p>	<p>Se realizaron 4 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas. Las muestras de agua se las conservaron en tubos de 14ml.</p>

<p>12 Feb.2013</p>	<p>Colecta de Muestras en Estación Científica PEVIMA Muestra N° 230,231</p>	<p>Se realizaron 4 puntos de muestreos, las muestras se conservaron en fundas ziplock. Rotuladas y georeferenciadas.</p>
---------------------------	--	--

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO / METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS DATOS.

Toma de muestras de suelos, sedimento y agua.

La metodología de muestreo de suelo y sedimentose desarrollo toma muestras por las área (a, b y c) y en las islas visitadas. En la recolección de cada una de ellas, se tomarán 4 réplicas, de una profundidad de 20 cm, dentro de un área de 1 m².

Dichas réplicas fueron mezcladas y tamizadas con un ojo de malla de 2 mm, para retirar piedras grandes. Entre 100-120 g del suelo obtenido se conservaron a bajas temperaturas (4°C) en fundas plásticas correctamente etiquetadas, con el punto georeferenciado de donde fueron tomadas.

En el caso de áreas que presentaron vegetación (musgos, líquenes y plantas vasculares) se muestreo además parte de la rizósfera, tomando muestras combinadas con vegetación y suelo, documentado con registro fotográfico cada una de la zona de estudio.

Las muestras de agua, fueron tomadas en cada uno de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio, donde se tomaron 1000 ml. de los cuales alrededor de 500 ml se colaron con un filtro estéril de 0,45µm por dos ocasiones para asegurarnos que todas las partículas microbiológicas presentes han sido eficientemente filtradas. Esta tarea se repitió con otros 500 ml de agua. Adicionalmente, se guardaron los últimos 14 ml de la muestra de agua en un envase estéril para la realización de estudios microbiológicos que comprenden el cultivo de la comunidad microbiana en el laboratorio del CIBE.

Aislamiento de Bacterias

Las muestras colectadas de suelo y sedimento fueron procesadas en el laboratorio de la estación científica PEVIMA realizando diluciones seriadas al décimo (10^{-1} , 10^{-2} ... 10^{-5}) utilizando como diluyente agua estéril destilada. Los aislamiento y el recuentos de bacterias se realizaron según la metodología indicada por León et al. (2000), sembrando alícuotas de 0,1 mL de las diluciones en Agar Nutritivo (AN) Amplio Spectrum, y PDA (Medio selectivo para hongos y levaduras) ajustado el valor de pH según lo recomendado.

Aislamiento de Hongos y Levaduras.

Se aislaron selectivamente los hongos marinos (Lignícolas, empleando paneles de madera colectados). Fueron analizados mediante el estereomicroscopio en busca de estructuras reproductivas (tanto de origen sexual como asexual). Una vez localizadas, dichas estructuras se sometieron a raspado directo y se transfirieron a un medio de montaje apropiado (agua, ácido láctico, reactivo de Melzer y azul de metileno 0.1 %) empleando agujas de disección. Sembrados en medio de PDA.

8.- DATOS OBTENIDOS (Incluir una tabla con los datos/parámetros medidos y/o muestras recopiladas con las respectivas georeferencias)

Estación de Muestreo	Muestras	GPS	Coordenadas		Características
			S	W	
Isla Dee	PLC 1	GPS 160	62° 25' 20,3"	59° 47'03,1"	Musgo y Mat Org
	PLC 2	GPS 161	62° 25' 22,8"	59° 47'01,5"	Laguna de Deshielo
	PLC 3	GPS 161	62° 25' 22,8"	59° 47'01,5"	Sedimento
Barrientos	217	GPS 135	62° 24'25,5"	59° 44' 40,1"	Sedimento de Playa
	218	GPS 138	62° 24' 22,2"	59° 44' 47,0"	Musgo y Mat Org

	219	GPS 140	62° 24' 26,3"	59° 44' 30,3"	Sedimento Algas
	220	GPS 141	62° 24' 26,5"	59° 45' 48,2	Sedimento Playa
	221	GPS 142	62° 24' 34,3"	59° 45' 32,2"	Sedimento Playa
	222	GPS 143	62° 24' 19,7"	59° 44' 31,8"	Sedimento Playa
Isla Torres	197	GPS 145	62° 24' 39,2"	59° 43' 48,4"	Musgo y Mat Org
	198	GPS 146	62° 24' 46,5"	59° 43' 48,0"	Laguna Deshielo
	199	GPS 146	62° 24' 46,5"	59° 43' 48,0"	Sedimento
	200	GPS 147	62° 24' 48,9"	59° 43' 41,6"	Musgo y Mat Org
	201	GPS 148	62° 24' 52,3"	59° 43' 21,6"	Laguna Deshielo
	202	GPS 148	62° 24' 52,3"	59° 43' 21,6"	Sedimento
	203	GPS 149	62° 24' 39,2"	59° 43' 56,5"	Sedimento
	204	GPS 150	62° 24' 44,1"	59° 44' 06,8"	Laguna Deshielo
	205	GPS 150	62° 24' 44,1"	59° 44' 06,8"	Sedimento Morrena
	205A	GPS 151	62° 24' 44,7"	59° 44' 09,0"	Agua Playa litoral
Punta Ambato	206	GPS 153	62° 26' 32,3"	59° 47' 27,7"	Agua Laguna
	207	GPS 153	62° 26' 32,3"	59° 47' 27,7"	Sedimento
	208	GPS 154	62° 26' 32,2"	59° 47' 30,2"	Agua Playa
	209	GPS 154	62° 26' 32,2"	59° 47' 30,2"	Sedimento
	210	GPS 155	62° 26' 36,1"	59° 47' 14,3"	Musgo y Mat Org
	211	GPS 156	62° 26' 35,8"	59° 47' 15,3"	Agua Laguna
	212	GPS 156	62° 26' 35,8"	59° 47' 15,3"	Biofilm
	213	GPS 157	62° 26' 40,0"	59° 47' 06,2"	Río Deshielo

Río Culebra	182	GPS 165	62° 26' 59,8"	59° 43' 32,3"	Agua Desembocadura
	182A	GPS 165	62° 26' 59,8"	59° 43' 32,3"	Sedimento
	183	GPS 167	62° 26' 51,4"	59° 43' 37,1"	Agua Laguna
	185	GPS 167	62° 26' 51,4"	59° 43' 37,1"	Sedimento
	185A	GPS 170	62° 26' 52,0"	59° 43' 44,2"	Agua Laguna
	186	GPS 170	62° 26' 52,0"	59° 43' 44,2"	Sedimento
	187	GPS 170	62° 26' 52,0"	59° 43' 44,2"	Sedimento
	188	GPS 170	62° 26' 52,0"	59° 43' 44,2"	Sedimento

Transepto Glaciar Quito/ Punta Orión	225	GPS 114	62° 27' 03,2"	59° 45' 35,5"	Sedimento
	225A	GPS 115	62° 27' 04,0"	59° 45' 30,2"	Agua Playa
	226	GPS 115	62° 27' 04,0"	59° 45' 30,2"	Sedimento
	226A	GPS 125	62° 26' 52,4"	59° 44' 34,3"	Agua Playa
	227	GPS 125	62° 26' 52,4"	59° 44' 34,3"	Sedimento
	227A	GPS 127	62° 26' 51,6"	59° 44' 32,9"	Agua Playa
	228	GPS 127	62° 26' 51,6"	59° 44' 32,9"	Sedimento
	230	GPS 130	62° 26' 50,9"	59° 44' 30,7"	Sedimento
	231	GPS 175	62° 26' 42,8"	59° 44' 02,3"	Sedimento

9.- TRABAJOS PENDIENTES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Recursos Humanos
1	Establecimiento de las estaciones de muestreo	Octubre - 2012	Diciembre-2012	2
2	Colecta y traslado de microorganismos del continente Antártico	Enero 2013	Febrero-2013	1
3	Aislamiento y cultivo de microorganismos marinos y terrestres del continente Antártico	Marzo -2013	Mayo -2013	2
4	Evaluación taxonómica y pruebas biotecnológicas de los microorganismos aislados del continente Antártico	Junio-2013	Octubre-2013	4
5	Establecimiento de un banco de cepas del continente Antártico	Octubre -2013	Diciembre - 2013	4

10.- CONCLUSIONES

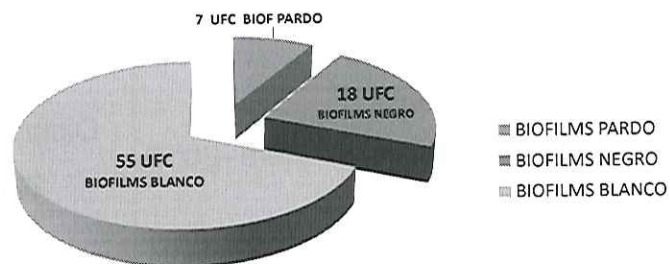
- Se establecieron 9 zonas de muestreo, cada una con varias estaciones.

Zona de Muestreo

1. Isla Greenwich
2. Isla Barrientos
3. Isla Torres
4. Isla Dee
5. Punta Ambato
6. Puyango
7. Río Culebra
8. Isla Roberts
9. Glaciar Quito.

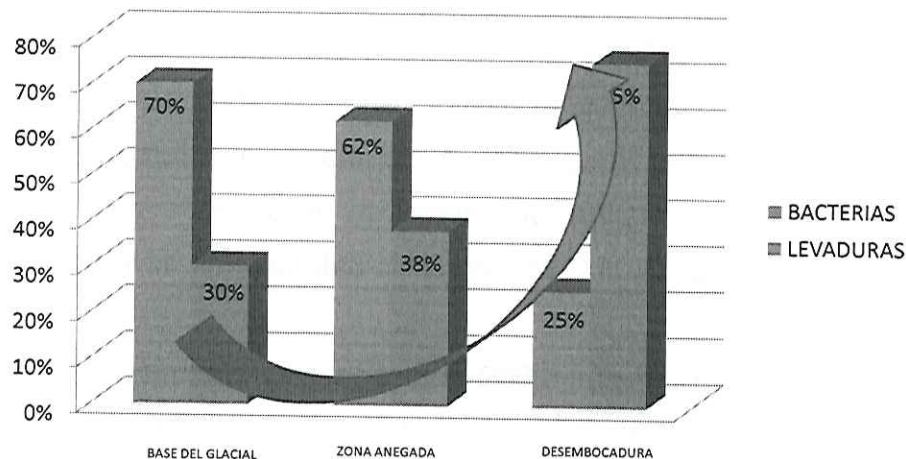
- . Se cuantifico la cantidad de UFC en tres diferentes tipos de biofilms

CUANTIFICACIÓN DE UFC POR BIOFILMS



. Se determinó y comparo la cantidad de UFC en un perfil de estratificación del Río culebra

ESTRATIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS EN UFC. RÍO CULEBRA



11. RECOMENDACIONES

Con la construcción del modulo cuatro destinado a la ubicación de los laboratorios de investigación y previamente diseñado entre las partes interesadas y el personal de investigadores, se recomienda que exista en el área de microbiología una puerta hermética para el aislamiento de la zona y poder garantizar la bioseguridad del laboratorio. Se recomienda que la lavandería cambie de lugar ya que las vibraciones que generan las maquinas afectan indirectamente en el laboratorio más específicamente en la calibración de los equipos y en la observación al microscopio

12. BIBLIOGRAFIA

1. Aisyah, S. 2008. Biodiversity of Soil Microfungi in Polar Ecosystem. Institute of Biological Sciences - University Malaya.
2. Bárzana, E. y López-Murguía. 1995. La Tecnología Enzimática. En: Biotecnología Alimentaria, pp. 103-123. Limusa, México D.F.

3. Drake H, Daniel S, Küsel K, Matthies C, Kuhner C, Braus-Stromeier S. (1997). Acetogenic bacteria: what are the in situ consequences of their diverse metabolic versatilities? *Biofactors*. Vol. 6. (1): 13 - 24. PMID 9233536
4. Feller, G.; E. Narinx, J. A. Arpingny, M. Haleb, E. Baise, S. Genicot and Ch. Gerday. 1996. Enzymes from psychrophilic organism. *FEMS Microbiol. Rev.* 18: 189-202.
5. Feller, G. and Gerday, C. (2003). Psychrophilic enzymes: hot topics in cold adaptation. *Nat. Rev. Microbiol.*, Vol. 1, p. 200.
6. Fenical, W. and PR. Jensen. 1993. Marine microorganisms: a new biomedical resource. In: *Marine Biotechnology. Pharmaceutical and Bioactive Natural Products*. Ed. D. H. Attaway, O.R. Zaborsky. New York Plenum Press, 1:419-457.
7. Kostadinova, N. *et al.*, 2009. Isolation and Identification of filamentous fungi from Island Livingston, Antártica. The Stephan Angeloff Institute of Microbiology - Bulgarian Academy of Sciences. Bulgaria.
8. León, J.; F. Pellón, V. Unda, J. David, C. Anaya, y V. Mendoza. 2000. Producción de enzimas extracelulares por bacterias aisladas de invertebrados marinos. *Rev. Peru. Biol.* 7(2): 202-210.
9. Moss, S. 2000. *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge University.
10. Nies D. (2000). Heavy metal – resistant bacteria as extremophiles: molecular physiology and Biotechnology use of *Ralstonia* sp. CH4. *Extremophiles* 4: 77 – 82.
11. Schmidt, H. 1981. *Avances en ciencias y tecnología de los alimentos*. Alfabeta Impresora, Santiago de Chile.
12. Sonjak, S. & Gunde-Cimerman, N. 2006. Fungal biodiversity in Antarctic environment. *Microbes Workshop - Abstracts*.
13. Stanley, I. T. & P. M. Stanley. 1986. Potential commercial applications in aquatic microbiology. *Microb. Ecol.*, 12: 79-100.
14. Stchigel, A. 2007. Nuevos reportes de hongos de origen marino para la Antártida. Unitat de Microbiologia - Facultat de Medicina i Ciències de la Salut - Universitat Rovira i Virgili-Sant Llorenç.
15. Valderrama, B. *et al.*, 2006. Biodiversidad de hongos acuáticos en México: Un enfoque metagenómico. Instituto de Biotecnología - UNAM - México.

13. Fecha de Presentación:15 de Febrero de 2013

