



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**“EFICIENCIA DEL MUESTREO ETNOFARMACOLÓGICO EN LA
DETECCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS A PARTIR DE
ORGANISMOS MARINOS UTILIZADOS EN LA MEDICINA
TRADICIONAL COMCÁAC”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**OCEANÓLOGO
PRESENTA:**

NEMER EDUARDO NARCHI NARCHI

Ensenada, Baja California, Diciembre de 2003

RESUMEN

La química de productos naturales de origen marino (QPNM) comienza a considerarse una disciplina formal en la década de los 50. Su edad es relativamente joven comparada con otras ciencias, y no es sino hasta los 90 en que se forman grupos interdisciplinarios consagrados al descubrimiento de nuevos fármacos provenientes del mar, empezando así, la QPNM a comportarse como una disciplina madura. Estos nuevos grupos interdisciplinarios están generalmente conformados por farmacólogos, químicos moleculares, bioquímicos y biólogos celulares, por lo que las ciencias sociales no han podido incidir de manera directa en el campo, como lo harían los etnofarmacólogos con la herbolaria en la contraparte terrestre. Incluso se ha descartado la existencia de una historia etnomédica en el ambiente marino, en parte por la gran dificultad para coleccionar los organismos en un medio acuoso. El objetivo del presente trabajo, fue valorar la eficiencia del criterio de bioprospección etnofarmacológica en la detección de compuestos bioactivos a partir de organismos marinos utilizados por la etnia Comcaac (Seri), comparando su nivel de actividad antimicrobiana en contra de muestras obtenidas con base en una bioprospección aleatoria (preferida dentro de la Química de Productos Naturales Marinos por encima del muestreo etnofarmacológico) efectuada en la cueva "La lobera", ubicada en la parte exterior de Punta Banda, Baja California. A lo largo del periodo de estudio, se logró el registro de veinticuatro organismos marinos utilizados en la medicina tradicional de la etnia. El 68% de estos organismos se encuentra representado por invertebrados, 20% por vertebrados, 4% por *rodophyceas*, 4% por *zosteraceas* y el 4% restante por *tracheophyceas*. Los diecinueve usos medicinales dados a estos organismos son muy diversos y su modo de administración se divide en cuatro grupos (cataplasma, ingestión del organismo crudo, decocción e ingestión del organismo, lavado del área infectada y ungüento). Además, se ubicaron cuatro áreas de colecta preferentes para la etnia dentro del territorio Comcaac. Los datos registrados se ubicaron en mapas. Por otro lado, la actividad biológica de doce de estos organismos fue evaluada en contra de *Artemia salina*, caracterizándose dos como muy activos, siete como activos, uno como moderadamente activo, uno con actividad no significativa y por ultimo uno cuya actividad no pudo ser determinada. En cuanto a los resultados del ensayo antimicrobiano, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar la superior eficiencia por parte de alguno de los dos criterios de bioprospección. No obstante, la vigencia en el uso de estos organismos por parte de la etnia señala al muestreo etnofarmacológico como una herramienta útil en la práctica de la QPNM.

**"EFICIENCIA DEL MUESTREO ETNOFARMACOLÓGICO EN LA
DETECCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS A PARTIR DE ORGANISMOS
MARINOS UTILIZADOS EN LA MEDICINA TRADICIONAL COMCÁAC"**

TESIS

QUE PRESENTA:

NEMER EDUARDO NARCHI NARCHI

Aprobada por:


Presidente del Jurado
M. C. Juan Antonio Fernández Apango


Sinodal Propietario
Dra. Elizabeth Ponce Rivas


Sinodal Propietario
Antrop. Michael A. Wilken Robertson

"Creo que todos somos parte del Espíritu de Dios y el Espíritu de Dios habita dentro de todo lo que vive. Para comprender el concepto del Camino del Nativo Americano es preciso volver a definir la palabra Medicina. Medicina es cualquier cosa que mejora tu conexión con el Espíritu de Dios, con el Gran Misterio de la vida y con toda la vida."

Lin Ekstam

"Para todos la luz, para todos todo"

Emiliano Zapata

"Que, así, el hombre mantenga lo que de niño prometió"

Hölderlin

DEDICATORIA

A todo aquel que luche por preservar la diversidad cultural, biológica e ideológica.

A los niños Comcáac, por la grandeza de su juguetona hospitalidad.

A Alfredo "Fanfas" Meléndez Caram, uno de mis más grandes y mi primer maestro.

A mi héroe más grande. Chido, Mamá, te amo.

A mi Buda de honradez. Vientos, te quiero, Pa'.

A mi ejemplo perfecto de lucha. Te adoro, Flaca.

A Mi tia Vicky. Nadie después de ti ha tocado el mar con esa intensidad.

A mis abuelos, Benito y Miguel, pues de sus leyendas se forjó mi sueño.

A mis abuelas. Olga y Matilde, cuando el amor se forra de tesón es mas imponente.

A Ernesto Guevara de la Cerna.

Al Gral. en Jefe del ejército libertador del sur, Emiliano Zapata Salazar.

A Monsieur Jacques-Yves Cousteau

A Rodolfo Guzmán Huerta, distinguido tulancinguense.

A Rodolfo Villarreal Hernández, tu sabes que pex...

A Alia, Yamil y Rafa, pues son mis Porthos, Aramis y D'Artagnan.

A Enrique Moreno, aunque se raje.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en demasía a la comunidad Comcáac de Punta Chueca, por su hospitalidad, paciencia, apoyo, y por compartir su conocimiento, el cual considero un tesoro.

A mi amigo M.C. Juan Antonio Fernández Apango por su tiempo y paciencia durante la dirección de esta tesis.

Al Antrop. Michael Wilken, por su amistad, por el marcado enriquecimiento que dio a mi visión de este trabajo, por sus valiosas aportaciones a este documento y porque admiro su trabajo.

A la Dra. Elizabeth Ponce Rivas, por darme la oportunidad de incluirla en este comité ya que sus comentarios fueron el complemento perfecto de los alcances sociales del trabajo, por su apoyo.

A Xavier Moreno, excelente amigo, guía, traductor y ser humano (maxoquepe iamig).

A Luis y Dolores Moreno, por su hospitalidad casi maternal.

A Mary Beck Moser, por ser la primera en alentar esta investigación. Por su apoyo logístico y sus consejos de campo.

A Allan Ferg, del Arizona State Museum por proporcionarnos incondicionalmente el material que necesitábamos.

Al Dr. Roberto Millán por las mil y un cartas que amablemente proporcionó en apoyo a la realización de este trabajo.

Al M.C. Eliseo Almanza por ayudarme a defender la pertenencia de este trabajo al perfil del oceanólogo.

Al Dr. Antonio Trujillo, por su amistad y su asesoría estadística.

A la Lic. Alicia Narchi, nada hay mejor que querer ser como tu, Mami. Gracias por apoyar esto

A Edouard Narchi, Tenías razón Pa', cada vez tienes más razón. Gracias por tu confianza.

A Hector "El Pollo" Aguirre por rifarse a hacer el ceviche que dio el mayor apoyo económico a este proyecto.

A Ángel Carrillo, nuestras aventuras deberían trascender esta... ora pa'l doctorado nos vamos al ártico.

Al Dr. Francisco Javier Aranda, por enseñarme la senda genuina del oceanólogo, por su amistad, por su confianza.

A la raza del Almacén General de la Facultad de Ciencias Marinas, Mili, Manolo, Arturo, Epi y el ahora norteamericano Nachito, gracias por todo el apoyo y por oír mis chistes malos.

A la Dra. Gisela Heckel y a la Dra Yolanda Schramm, por sus atinados consejos, su amistad y su ejemplo

A Blanca Mónica García García, pues su apoyo nunca se ha dejado de sentir.

A Cristina Villanueva Aznar, por oír y ayudarme a encuadrar las ideas primigenias de este proyecto.

A la bandísima hiperchida de la Facultad de Ciencias Marinas, por atorarle con fe al ceviche, a las rifas y demás eventos organizados para auspiciar este trabajo.

A Rodolfo Villarreal Hernández, por nunca dejarme abajo en nada, tus llamadas en Punta Chueca eran un aliviane. Y la música que tu, has traído para recordar...

A mi hermano, Yamil Narchi que se la pasa corrigiéndome manuscritos y creciendo siempre conmigo.

A mi superpadawan Rafa Rodríguez Narchi, es un orgullo que a veces me sigas.

A mi prima Alia, matizaste mi vida, síguelo haciendo.

A mi primo, Quique Quintero Narchi, pues es raro que me entienda así con alguien más.

A Paola Trenti Lara, mi mejor amiga, aunque sea 100000 veces más lista que yo.

A las enanitas chichimecas, Lupita, Denise, Gaby, Alejandra y Nelva, pues son unas excelentes amigas y grandes compañeras de laboratorio. Mucho de esta investigación es cortesía suya, incluido el jalador de QPN.

A Adrián Torales, por toda esa risa, esas ideas emprendedoras, la dimensión desconocida y esa amistad.

A Oscar Guzmán por esos momentos de cercanía humana, diversión, profundidad y amistad

A Erick Bravo por respetar mis sueños, por entusiasmarme y por tantas sociedades emprendida.

A Ligeia del Toro por esa liviandad, esa ligereza.

A Aleph por scanear las fotos y nunca estar de acuerdo.

A Doña Tere, pues es muy afortunado tener una tercer abuelita.

A Jorge "Chupa" Nogués por ayudarme a ver que hay caminos mas sencillos.

A Rodrigo Munch por su pasiva euforia

A Julio Hernández por ompartir la dcasa de campeón.

Al equipo completo de football americano de la Facultad de Ciencias Marins, suficiente inspiración = suficiente respeto.

Al maestro Armando Rodríguez Pinal por ser quien hizo que me enamora de la química.

A Oscar Delgado, por oír las ideas, por su interés genuino en los estudiantes y en las personas.

A Consuelo Valle por el gran ejemplo de hacerlo todo con alegría.

A Edgar Escalante "el zurdo de oro" por su apoyo y por ser zurdo (privilegio de pocos) ¡Hijole! Me gustaría decirlo a todos de uno en uno pero se ha prolongado mucho

A Carlos Yazpik, Jesús Casas, Ricardo Blanco, Luis Jorge Farfán, crecimos juntos, sigámoslo haciendo.

A mis primos, pues cada domingo los extraño.

A las mujeres que he amado.

A Panchito Ley, mi querido Yépis, Diego Volf, Eduardo Sierra, Santiago Mejía, Sara Ramos, Erika, Nadia, Jenny, Andrea, Jhoarim, Laura, Raquel, Tania, los Nators, El pato, El piano, las chuckies, Stephen, Gabo, Leonel, Francisco Becerril, Don Román, El cuerpo administrativo de la Facultad de Ciencias Marinas, José Cruz, David Mateos, Ana Allen, Fabiola Lafarga, Sainantha de la Gala, Clara Galindo, Enrique Castro, Eneas Aguirre, Mark Marin, La Tertulia del café, El café Kaffa, Café La Taza, Raúl Padilla, Antonio Silva, Roberto Calderón, El Sharpie y al héroe anónimo que invento los chones con corte brasileño.

INDICE

RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1.1 Antecedentes.....	1
1.1.2 Productos naturales con actividad biológica.....	2
1.1.3 La química de productos naturales de origen marino.....	3
1.1.4 La bioprospección y los criterios generales de aproximación a la selección de material biológicamente activo.....	4
1.1.5 El criterio etnofarmacológico.....	7
1.1.6 Aplicación de los organismos marinos en la medicina tradicional.....	10
1.1.7 La etnia Comcáac.....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Justificación.....	20
2 HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	23
3 OBJETIVO GENERAL.....	24
3.1 Objetivos particulares.....	24

4	ÁREA DE ESTUDIO.....	25
4.1.1	Área de bioprospección etnofarmacológica.....	25
4.1.2	Criterio de selección del área.....	27
4.2.1	Área de bioprospección aleatoria.....	28
4.2.2	Criterio de selección del área.....	31
5	METODO.....	32
5.1	Bioprospección etnofarmacológica.....	32
5.1.1	Entrevista etnofarmacológica.....	32
5.1.2	Colecta y clasificación del material.....	34
5.2	Bioprospección aleatoria.....	34
5.2.1	Sorteo del área de muestreo.....	34
5.2.2	Colecta y clasificación del material.....	35
5.3	Proceso de extracción.....	35
5.3.1	Obtención de extractos.....	35
5.3.2	Eliminación de materia exógena.....	36
5.3.3	Eliminación de solventes.....	36
5.4	Preparación de diluciones.....	37
5.5	Ensayo en <i>Artemia salina</i>	37
5.5.1	Medio de Cultivo.....	37
5.5.2	Método de cultivo.....	38
5.5.3	Proceso del bioensayo.....	38
5.5.4	Tratamiento de datos del ensayo contra <i>Artemia salina</i>	40

5.6	Ensayo antimicrobiano.....	42
5.6.1	Medio de cultivo.....	42
5.6.2	Método de cultivo.....	43
5.6.3	Proceso del bioensayo.....	43
5.6.4	Tratamiento de datos para el ensayo antimicrobiano.....	46
5.7	Valoración comparativa de la eficiencia entre criterios de selección en la detección de organismos con propiedades biológicamente activas.....	46
6	RESULTADOS.....	48
6.1.1	Resultados de la entrevista etnofarmacológica.....	48
6.1.2	Colecta de material.....	56
6.2	Resultados de la colecta aleatoria.....	59
6.3	Dosis letal media en <i>Artemia salina</i>	60
6.4	Ensayo antimicrobiano.....	61
6.4.1	Concentración efectiva para las muestras seleccionadas por criterio etnofarmacológico.....	61
6.4.2	Concentración efectiva para las muestras seleccionadas por criterio aleatorio.....	62
6.5	Comparación de la eficiencia entre los criterios de selección en la detección de organismos con propiedades biológicamente activas.....	63
7	DISCUSIONES.....	68
7.1	Registro etnofarmacológico.....	68

7.2	Colecta de organismos y disposición en la Colección de Referencia Etnomédica Marina UABC.....	70
7.3	Potencial de actividad biológica contra <i>Artemia salina</i>	71
7.4	Dosis mínima inhibitoria y/o bactericida.....	74
7.5	Eficiencia del criterio de selección etnofarmacológico en contra del criterio de selección aleatoria.....	75
8	CONCLUSIONES.....	78
9	RECOMENDACIONES.....	80
9.1	Recomendaciones en la selección del grupo étnico de estudio.	81
9.2	Recomendaciones de campo.....	81
10	LITERATURA CITADA.....	82
	ANEXO I PERTINENCIA DE LA ETNOFARMACOLOGÍA EN LA OCEANOLOGÍA	95
	ANEXO II CARTA COMPROMISO DE LA INVESTIGACIÓN.....	96
	ANEXO III DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL INDÍGENA.....	97
	ANEXO IV CÓDIGO PARA PROCESAR DATOS DL ₅₀	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Organismos marinos reportados en la farmacopoeia Seri.....	12
Tabla 2 Distribución de los gastos en investigación y desarrollo de fármacos por función.....	16
Tabla 3 Nombre y papel sociocultural de los informantes.....	32
Tabla 4 Cuestionario empleado en la entrevista primaria.....	33
Tabla 5 Reactivos y cantidades necesarias para la preparación del medio.....	42
Tabla 6 Organismos marinos utilizados en la medicina tradicional Comcáac.....	50
Tabla 7 Organismos seleccionados para el ensayo antimicrobiano.....	57
Tabla 8 Organismos recolectados por medio del criterio aleatorio.....	59
Tabla 9 Criterios de actividad utilizados para la clasificación de las muestras.....	60
Tabla 10 Resultado de la prueba de bioactividad en contra de <i>Artemia salina</i>	60
Tabla 11 Criterios de actividad utilizados para la clasificación del potencial antibiótico.....	61
Tabla 12 Actividad antimicrobiana de extractos crudos a partir de organismos marinos seleccionados mediante criterio etnofarmacológico.....	62
Tabla 13 Actividad antimicrobiana de extractos crudos a partir de organismos marinos seleccionados a partir de un criterio aleatorio.....	63
Tabla 14 Índice de eficiencia por cepa bacteriana para cada uno de los criterios	63
Tabla 15 Comparación en el porcentaje de especies con actividad antimicrobial para cada uno de los criterios de selección empleados.....	64

Tabla 16 Pruebas de normalidad para los datos provenientes de muestras activas obtenidas a partir del ensayo microbiano.....	67
Tabla 17 Resultado de la prueba LSD de Fisher para comparación múltiple.....	67
Tabla 18 Modos de presentación y administración de remedios y porcentaje de uso para cada modo.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mujer Comcáac recogiendo moluscos durante la marea baja.....	14
Figura 2 Zona de estudio.....	26
Figura 3. Área de bioprospección aleatoria.....	30
Figura 4 Entrevista con personas de 3ª edad pertenecientes a la etnia.....	32
Figura 5 Estimación de la CL ₅₀ por el método Reed – Muench.....	41
Figura 6 Determinación de la CMB y CMI para un antibiótico y un organismo de prueba.....	45
Figura 7 Distribución por grupo de los organismos reportados.....	53
Figura 8 Distribución por clase de los vertebrados reportados.....	54
Figura 9 Distribución por clase de los invertebrados reportados.....	55
Figura 10 Zonas de colecta etnofarmacológica en el territorio autónomo Comcáac dentro de los municipios de Pitiquito y Hermosillo, Sonora	58

Figura 11 Histograma de frecuencias y tendencia de distribución de resultados en el ensayo antimicrobiano para las muestras seleccionadas mediante el criterio de selección etnofarmacológico.....	65
Figura 12 Gráfico de distribución para las muestras colectadas por selección etnofarmacológica que resultaron activas en el ensayo antimicrobiano.....	65
Figura 13 Histograma de frecuencias y tendencia de distribución de resultados en el ensayo antimicrobiano para las muestras seleccionadas mediante el criterio de selección aleatorio.....	66
Figura 14 Gráfico de distribución para las muestras colectadas por selección aleatoria que resultaron activas en el ensayo antimicrobiano.....	66

1. INTRODUCCIÓN

1.1.1 Antecedentes

A lo largo de la historia, la relación entre las diversas culturas y los recursos bióticos del planeta no se limita al uso de estos últimos para consumo, vestido o refugio, pues contempla por igual, su uso en ceremonias religiosas, ornamentación y cuidado de la salud (Schultes, 1992). Con base en lo anterior y tratando de obtener fragancias, pigmentos, insecticidas y medicamentos (Carté, 1996), el ser humano descubre (con o sin conciencia de su descubrimiento) los productos naturales.

También conocidos como metabolitos secundarios, los productos naturales son definidos como sustancias orgánicas de peso molecular limitado (normalmente < 3000 Daltons), producidas por cualquier ser viviente. Aún contando con la amplia variedad estructural que presentan, poseen una característica en común; no juegan un papel específico en la economía interna del organismo que los produce (Williams *et al.* 1989).

1.1.2 Productos naturales con actividad biológica.

La actividad biológica es definida como la capacidad de un producto natural para interactuar con los sistemas bioquímicos y/o fisiológicos de otros organismos (Kelly Gutierrez, 1997).

A pesar de que los mecanismos y rutas metabólicas subyacentes a la biosíntesis de los metabolitos secundarios con actividad biológica tanto de organismos marinos como terrestres son hasta cierto punto desconocidos (Mebs, 2001), resulta relativamente obvio que estos compuestos son una adaptación de supervivencia del organismo que los

produce. La habilidad para sintetizar cualquier cantidad de metabolitos secundarios que puedan repeler o atraer otros organismos ha evolucionado como una faceta dentro de las estrategias de supervivencia de los seres vivos (Williams *et al. Op. cit.*). Prueba de ello es que en plantas, hongos e invertebrados, cuyo sistema inmune es menos sofisticado que el de los vertebrados, las defensas químicas juegan un papel importante en la salud del organismo (Gilbert, 1977).

Dado lo anterior, el estudio de este tipo de productos, ha tenido por mucho tiempo un alto valor biomédico, y productos crudos aislados a partir de estos organismos han servido por si mismos como medicamentos (Baslow, 1977), aunque resulta frecuente el encontrar nuevas compuestos bioactivos con un perfil fármaco-toxicológico pobre (por lo menos para su utilización terapéutica directa *per se*). No obstante, estos compuestos sometidos a modificaciones estructurales, sirven como base para la síntesis de nuevos fármacos (Farnsworth, 1984) y es por ello que el 25% de las ventas farmacéuticas anuales esta constituido por sustancias derivadas de productos naturales vegetales y un 12% adicional reside en productos naturales de origen microbiano (Joffe & Thomas, 1989).

1.1.3 La química de productos naturales de origen marino.

Hasta el momento, el estudio de los productos naturales vegetales ha jugado el papel más importante en el descubrimiento de productos naturales biológicamente activos. Hablando exclusivamente del desarrollo de antibióticos, existen mas de 1,100 metabolitos secundarios de origen vegetal reportados para este fin y alrededor de 50 de estos han sido adoptados por los esquemas de salud mundiales para la prevención y tratamiento de infecciones bacterianas tanto en animales como humanos (Gale & Kiser, 1967). A pesar del progreso que estos metabolitos han dado al desarrollo de nuevos fármacos, todavía es necesario descubrir sustancias que tengan la capacidad de inhibir infecciones virales y/o crecimiento neoplástico, promover regeneración de tejido y ayudar en el tratamiento de procesos cardiovasculares degenerativos (Baslow, *Op. cit.*). Habiendo examinado solamente el potencial químico-farmacológico del 2.5% de las plantas del planeta (Doig, 1973) es probable que encontremos en los organismos terrestres los fármacos que buscamos.

No obstante, el potencial de éxito que alberga el medio marino hacia el descubrimiento de nuevos productos naturales biológicamente activos es impresionante (Anexo I). El océano alberga aproximadamente el 80% de la vida animal del planeta, comprendiendo 500,000 especies en 30 phyla. Por ello, se presenta como un excepcional almacén de productos naturales bioactivos (Ireland *et al.* 1988), muchos de los cuales, exhiben características estructurales no presentes en su contraparte terrestre, dado que, las condiciones de biosíntesis son totalmente distintas entre ambos medios. Es probable que esta diferencia metabólica pueda radicar en la presión fisiológica que ejercen sobre

los organismos marinos variables ambientales tales como temperatura, presión y salinidad (Baker, 1984).

Aparentemente el único obstáculo dentro de la producción industrial de sustancias de origen marino está dado por los costos e infraestructura necesarios para el cultivo de los organismos. Los compuestos de interés (alcaloides, enzimas, esteroides, terpenoides, etc.) constituyen generalmente un poco mas del 1% de peso total del organismo (Youngken, 1968).

Sin embargo, la economía del océano en términos de su perfil de producción debe verse como un entero. Entiéndase entonces que las comunidades microscópicas marinas son las responsables de la variación en la distribución de ciertos elementos químicos en el mar (Sverdrup *et al.* 1942). Prueba de ello es que las biotoxinas marinas son encontradas a través de cadenas filogenéticas enteras (Halstead, 1965). En otras palabras, además de la capacidad autónoma de los organismos marinos para producir sustancias biológicamente activas, los organismos acumulan, eventualmente modifican, secuestran y usan toxinas de otros organismos (Mebs, *Op. cit.*). Por ejemplo, la palytoxina ha sido encontrada en la mayoría de los animales que se alimentan o asocian con el mayor productor de la toxina, los zoantidos del genero *Palythoa*, *Protopalythoa* y *Zoanthus* (Gleibs & Mebs, 1999). No obstante, esta toxina también ha sido encontrada en el dinofragelado *Ostreopsis siamensis* (Usami *et al.* 1995), por lo que cabe la posibilidad de que una bacteria sea el productor original de la toxina (aunque no existe hasta el momento evidencia contundente del hecho) (Mebs, *Op. cit.*). Un caso mas claro es el de las lomaivitocinas a y b. Estas sustancias con potencial antitumoral fueron por

primera vez aisladas a partir de calamares, mismos que albergan a la bacteria *Micromonospora lomaivitiensis*. En experimentos posteriores, esta bacteria fue aislada y cultivada en reactores de fermentación para finalmente determinar que la bacteria era el productor real de la lomaiviticina (He, 2001).

Albergando la esperanza de que las bacterias marinas sean la fuente real de la mayoría de los compuestos marinos biológicamente activos, el cultivo industrial de estos organismos con miras hacia su aplicación clínica gozaría de una significativa disminución en sus costos tanto de operación como de producción (Ball, 2001).

1.1.4 La bioprospección y los criterios generales de aproximación a la selección de material biológicamente activo.

A lo largo de su existencia, la química de productos naturales ha dado un mayor énfasis al descubrimiento, caracterización y síntesis de biotoxinas y venenos por encima de cualquier otro grupo de compuestos bioactivos derivados de fuentes naturales. La facilidad con que estos compuestos llaman la atención de los investigadores se debe al marcado (y muchas veces tóxico) efecto que exhiben en otros organismos. Según la recomendación de E.P. Chain, al generar una respuesta, los productos bioactivos deben ser dispuestos hacia el descubrimiento de nuevas toxinas y medicamentos a través de una toxinología sistematizada (Halstead, 1968).

Sin embargo, tomando en cuenta la creciente demanda de nuevos y mejores fármacos por parte de las sociedades modernas (Randimbivololona, 1996), el estudio de los compuestos de interés para el desarrollo de nuevos fármacos debe de sobrepasar áreas

como la toxicología y la toxinología para así, poder incluir cualquier producto natural con actividad biológica (Doig, *et al. Op. cit.*).

Para este efecto, las comunidades dedicadas a la investigación y desarrollo en diversas disciplinas intentan sistematizar de manera racional y científica la selección del material en el que se espera encontrar un nuevo producto natural biológicamente activo (Randimbivololona, *Op. cit.*), pues antes de someter el material biológico a cualquier tipo de estudio, es necesario seleccionarlo, colectarlo, realizar extracciones y buscar que el extracto sea biológicamente activo. Por esto, resulta obvio decir que un acierto en la selección del material, será un acierto en el producto final de la investigación.

Es por lo anterior, que, el hallazgo de compuestos encaminados a la búsqueda y desarrollo de nuevos fármacos debe comenzar en el campo (Soejarto, 1996). Sin embargo, teniendo en consideración que nos encontramos en un mundo con recursos financieros limitados, así como tomando en cuenta la existencia mínima en el planeta de 1,392,485 especies de organismos químicamente diferentes (Wilson, 1988), el muestreo de todas las especies con la finalidad de encontrar alguna utilidad farmacológica resultaría imposible.

Para fines de esta sistematización en la colecta del material, se ha incursionado en la bioprospección, la cual se entiende como el proceso de descubrir, extraer y examinar compuestos químicos, pertenecientes a cualquier unidad biológica, con el objeto de desarrollar nuevas sustancias útiles para el hombre (Kumar, 2003).

Hablando exclusivamente de la bioprospección farmacológica, esta dispone de cinco diferentes criterios de aproximación a la selección de material (Khafagi & Dewedar,

2000). La ecología quimiotaxonómica, que tiene por objeto la colecta de material de la misma familia, la cual se conoce por ser rica en compuestos naturales capaces de crear una respuesta fisiológica en algún otro organismo. El criterio fitoquímico promueve el estudio de organismos (vegetales) pertenecientes a hábitat particulares ú organismos que demuestren características indicadoras de la capacidad de producir moléculas capaces de ejercer algún tipo de actividad biológica. El método de partes específicas, que es realizado solo en determinadas estructuras del material, como podrían ser las semillas en el caso de las plantas o glándulas si se trabaja con animales. La aproximación al azar, encuentra sus bases en la teoría probabilística de homogeneidad química (Simpson, 1995), en donde todo organismo tiene la misma probabilidad de éxito en la contención de productos naturales, propone la colecta de todo el material encontrado en el área de estudio. Por último, el muestreo etnofarmacológico, el cual contempla el uso que se da a ciertos organismos en la medicina tradicional de una sociedad determinada, asumiendo que el uso endémico de plantas y animales puede ofrecer sólida evidencia de la acción biológicamente activa presente en el material a ser analizado (Cox & Balick, 1994).

1.1.5 El criterio etnofarmacológico.

A lo largo del planeta, las leyendas y el folklore otorgan cualidades divinas o supernaturales a los animales. El oso café americano y el oso kodiak escarban la raíz de la planta *Ligusticum porteri* para después masticarla y posteriormente frotar el jugo sobre toda su piel. Los indios Navajo, del suroeste estadounidense, afirman que el oso (un espíritu animal reverenciado en la cultura Navajo), les enseñó así a utilizar la planta

como remedio medicinal (Grisanzio, 1992). Curiosamente, el efecto de la planta en el tratamiento de infecciones estomacales de origen bacteriano es particularmente efectivo (Moore, 1979).

En modo similar, los sistemas de conocimiento tradicional han beneficiado a un sinnúmero de programas de investigación farmacológica a lo largo de la historia. Utilizados de manera adecuada, estos sistemas constituyen una herramienta útil en el futuro descubrimiento de nuevos fármacos (Cox, 1995), pues citando a Lucien Febvre (Maldonado-Koerdell, 1940): "Donde quiera que el hombre y los productos naturales se enfrentan, interviene la idea". No obstante, para definir lo que es y lo que no es científico, nuestra sociedad aplica criterios implícitos bastante particulares; científicos son todas aquellas capacidades y conocimientos susceptibles de ser sistematizados e incorporados dentro de la cultura académica de la clase dominante y se denomina no científico a toda habilidad y conocimiento que pertenezca a una cultura popular en vías de desaparición."

Es en este contexto que la etnofarmacología aparece como uno de los elementos más débiles de la estructura académica imperante, en cuanto que, revela la existencia de mas de una ciencia (Gorz, 1976), pues las minorías étnicas, no primitivas, sino menospreciadas, posee un enorme acervo de conocimientos obtenido con métodos y procedimientos equivalentes a los de la ciencia moderna, constituyendo de esta manera una verdadera ciencia de lo concreto (Caballero, 1976), manifestada a lo largo de varias

generaciones como la repetición intencional de fenómenos descubiertos a través de observaciones empíricas¹.

La diferencia entre una descripción biológica, zoológica, farmacológica o química y una investigación etnofarmacológica, está dada por el valor cultural que tenga tal organismo, así como sus modos de utilización, que son los que otorgan verdadero sentido a la investigación, pues traen consigo resultados satisfactorios en la búsqueda de nuevas sustancias (Maldonado-Koerdell, *Op. cit.*), al saber que parte del organismo se utiliza, como se conserva, su posología y sus efectos secundarios, la selección de un modelo tanto para los ensayos de laboratorio como para el aislamiento de la sustancia activa toma menos tiempo en comparación con una procuración de material biológico por cualquiera de los otros cuatro criterios de selección (Elisabetsky & Moraes, 1988).

No obstante, se debe de considerar un factor importante, en general, solo para categorías terapéuticas en donde la relación causa efecto (tratamiento y cura) es obvia, la tasa de éxito en programas de muestreo etnofarmacológico será alta. Por ejemplo, los datos (publicados o no) de ensayos antimicrobianos, antifungales y antivirales (enfermedades infecciosas donde la relación causa – efecto es obvia) tienden a tener tasas de acierto muy grandes, mientras que el acierto para remedios antifertilidad (Farnsworth et al 1981), anticancerígenos (Suffness & Douzos, 1982) y anti VIH (Soejarto, 1993) son muy bajas (Soejarto, *Op. cit.*).

Independientemente de que se considere a la aproximación etnofarmacológica como el estudio de los usos terapéuticos tradicionales de las plantas, esta debe dejar de ser un

¹ Wilken, 2003. Comunicación personal.

auxiliar científico de la explotación o puro ejercicio académico y debe ponerse al servicio de las propias comunidades en donde es practicada (Caballero, *Op. cit.*) ya sea de manera práctica, mediante compensaciones económicas por la preservación o comercialización (tanto del organismo como de los productos y subproductos de este) y/o como un modo de preservar el patrimonio cultural del grupo.

Así, la aproximación etnofarmacológica al descubrimiento de nuevos fármacos combina dos componentes: el análisis de conocimientos terapéuticos tradicionales y la evaluación de los elementos terapéuticos tradicionales por medio de bioensayos (Cox, *Op. cit.*).

1.1.6 Aplicación de los organismos marinos en la medicina tradicional.

Varios autores descartan la existencia de una historia etnomédica marina, sustentándose esta idea en la dificultad que representaría la colecta de organismos marinos (Faulkner, 1992). Sin embargo, la evidencia histórica es distinta; el comercio con fármacos de origen marino, en China, es una actividad llevada a cabo desde 2953 a.C. en los tiempos del emperador Fu Hsi. Otro ejemplo es la recopilación de fármacos marinos en el listado *Shen Nung Pen Ts'ao Ching* o *Gran Herbario Chino*, que data de 200 d.C. y el libro *Materia Medica de Fármacos a Partir de Peces*, elaborado en China durante la hegemonía de la dinastía Tang hacia el 618 d.C. (Halstead, 1992). Aunado a esto, se debe mencionar el uso que la medicina tradicional del Japón (Kempo) ha dado como antihelmíntico al ácido kaínico (2-carboxi-3-carboximetil-4-isopropenil-

pirrolidina) obtenido a partir del alga marina *Digenea simplex* (Der Marderosian & Liberti, 1988).

Descubrimientos de estructuras tan innovadoras como la palytoxina encuentran su origen en la exploración de los usos tradicionales de productos naturales marinos. Existía el rumor de un alga llamada por los hawaianos "limu-make-O-Hana" o "el alga mortal de Hana", utilizada por ellos para envenenar la punta de sus lanzas. Este rumor, llamó la atención del Profesor Banner y el Doctor Helfrich de la Universidad de Hawaii, quienes fueron los primeros científicos en buscar el organismo y localizar su hábitat. Lo que se suponía era un alga fue identificado posteriormente como un zoantido (*Palythoa toxica*), el agente responsable de su actividad fue la palytoxina, identificada por primera vez en 1971 por Moore y Scheuer a partir de *Palythoa spp.* (Hashimoto, 1979).

En Asia, las conchas y huesos, enteros o molidos son utilizados como agentes medicinales por "personas primitivas o poco informadas²". En Europa, los habitantes de los Balcanes y algunas islas del Mediterráneo utilizan las conchas en prácticas médicas particulares. En el nuevo mundo, casi todas las tribus contemplan el uso de conchas en su ciencia médica (Drake, 1953).

Respecto a la investigación en el continente americano, los resultados han sido reportados y publicados en muy pocas ocasiones. Uno de los registros más antiguos data de 1821. Haciendo referencia a la farmacopædia tradicional de Venezuela, el libro medicamentos indígenas (Pompa, 1983), menciona tres ejemplos de la utilización de organismos marinos como remedios tradicionales: (a) El erizo de mar, utilizado en

² Cita textual de Drake, 1953. El presente trabajo se declara en desacuerdo con el uso de estos y otros calificativos similares dentro de cualquier investigación etnológica.

contra de males cardiacos y epilepsia, (b) la esponja de mar, que se presume cura el bocio, el reuma y las paperas, y por último el Manatí, cuyos huesos se cree presentan propiedades antihemorrágicas.

Hablando exclusivamente de México, a mediados del siglo pasado, el uso de conchas como remedio medicinal en el noroeste seguía aún vigente. "En Hermosillo, Guaymas, Navojoa, Ciudad Obregón y Huatabampo (Sonora) es de todos conocida la oferta de conchas marinas en los puestos de plantas curativas, desafortunadamente no se ha podido determinar cual es el grupo étnico que las consume" (Drake, *Op. cit.*).

Investigaciones mas recientes dentro del Mar de Cortéz, han documentado la utilización de 14 organismos marinos en la medicina popular de Baja California Sur y debido a la dificultad para encontrar curanderos nativos, la fuente de información fue la población rural del estado (Encarnación & Contreras, 1992).

En esta misma área geográfica uno de los pocos grupos étnicos que hasta la fecha involucra por lo menos 9 organismos marinos (Tabla 1) en su medicina tradicional es la comunidad Comcaac, comúnmente conocidos como Seris (Felger & Moser, 1974).

Tabla 1. Organismos marinos reportados en la farmacopoeia Seri (Felger & Moser, 1974).

Especie	Uso
<i>Chelonia mydas</i>	Estimulación de la fertilidad, combate del mareo.
<i>Luidia phragma</i> (H. L. Clark)	Combate de hemorragia post parto.
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray)	Antiinflamatorio
<i>Octopus sp.</i>	Incrementa la velocidad al correr
<i>Terbo sp.</i>	Acelera el proceso de cicatrización del cordón umbilical.
<i>Modiolus capax</i> (Conrad)	Acelera el proceso de cicatrización del cordón umbilical.
<i>Eurythoë complanata</i> (Palles)	Causa el cese de flujo menstrual.

Lamentablemente, existe una resistencia considerable a la incorporación de la información registrada en los sistemas nativos de conocimiento hacia los programas modernos de investigación y desarrollo de fármacos (Cox, *Op. cit.*). Esto limita la existencia de antecedentes de ensayos farmacológicos practicados a muestras marinas seleccionadas con base en su uso en la medicina tradicional.

Sin embargo, organismos marinos encontrados de manera comercial en diferentes áreas de la ciudad de México (Fernández & Fernández, 1997), han demostrado alta actividad contra *Artemia salina* y carácter antibiótico equiparable al de antibióticos comerciales. Señalando la especial actividad que presentan *Pisaster ochraceus* e *Hippocampus sp.* contra bacterias grampositivo y gramnegativo respectivamente (Fernández *et. al.* 2002).

1.1.7 La etnia Comcaac

Tradicionalmente, un pueblo cazador y recolector, famoso por su habilidad marinera, los Comcaac, llegaron a Sonora desde Baja California cruzando el golfo mediante el uso de balsas de caña (Bowen, 1976). Su propia tradición oral también los vincula a la Baja California (Felger & Moser, 1985).

Habitan en dos localidades del desierto de Sonora: Punta Chueca, en el municipio de Hermosillo y Desemboque en el de Pitiquito, es una zona seca, de suelos pedregosos cerca de la sierra y arenosos en los valles (Scheffler, 1987).

Son considerados como uno de los grupos étnicos mas pequeños en México (INEGI, 1991), aunque probablemente sean uno de los más ricos en términos de lo vasto y

variado de los recursos naturales que poseen (Fig. 1) dado que su territorio incluye una porción de costa, una isla y las aguas costeras que la rodean (DOF, 11/02/1975).



Figura 1 Mujer Comcáac recogiendo moluscos durante la marea baja

En el pasado, la cura de enfermedades involucraba a un *shaman*. No obstante, las prácticas de este no incluían la administración de los medicamentos, únicamente la administración de poderes curativos por medio de un manojito hecho con las ramas de *Bursera microphylla* (Mycrophyla). Por lo que se entiende que la administración de la medicina tradicional era generalmente individual y personal y es debido a esta razón que en ocasiones existe una variación y/o traslape en la información y uso de un recurso determinado.

Actualmente, la cultura Comcáac sufre la pérdida de su información tradicional, debido a un rápido proceso de aculturación. En años recientes los fármacos comerciales

han reemplazado en gran medida a la medicina nativa y las personas frecuentemente buscan ayuda médica profesional (Felger & Moser, *Op. cit.*).

Sin embargo, la mayoría de los ancianos pueden describir el conocimiento y las prácticas tradicionales con claridad. La memoria médica tradicional aún sobrevive y pese a que no es común su uso en la actualidad persiste a manera de conocimiento, el cual merece ser rescatado.

1.2 Planteamiento del problema.

En la actualidad los sistemas generales de salud enfrentan retos importantes; encontrar la cura para enfermedades que hasta ahora no la tienen, como el SIDA y diversos tipos de cáncer (Howard, 1997) y la necesidad de combatir con nuevos compuestos antibióticos a los microorganismos que se han vuelto resistentes a los antibióticos existentes (Wilson, 2002).

Partiendo de esta necesidad, las compañías farmacéuticas han visto en la diversidad bioquímica del planeta una fuente ilimitada de nuevos compuestos con aplicación industrial (Sittenfeld & Artuso, 1995) haciendo de la detección de actividad biológica uno de los costos mas importantes (cerca del 20%), en el gasto de las empresas hacia la investigación y desarrollo de nuevos fármacos (Tabla 2) (Congreso de EE.UU., 1993).

Tabla 2 Distribución de los gastos en investigación y desarrollo de fármacos por función. (De los años 1976 – 89. \$ millones u.s.)

Función	1976	1977	1978	1980	1982	1985	1987	1988	1989
Fase de evaluación clínica I, II, III	\$20.2	\$17.8	\$16.5	\$19.8	\$19.9	\$21.0	\$24.0	\$26.4	\$26.7
Ensayo de actividad y pruebas farmacéuticas	19.5	18.7	18.8	18.6	17.9	16.6	16.8	16.7	16.9
Formulación de dosis farmacéutica	16.6	17.2	16.3	15.4	11.6	11.6	10.3	10.3	9.8
Toxicología	9.1	9.7	10.1	9.2	10.4	9.3	9.1	9.1	9.4
Proceso de manufactura y control de calidad	8.9	9.2	10.0	9.7	8.9	8.9	8.3	7.8	7.0
Evaluación clínica fase IV	9.5	8.8	9.2	9.0	9.5	9.4	9.4	9.1	7.3
Trámites de aceptación comercial	3.2	4.7	4.8	3.7	3.2	5.0	4.4	3.5	4.0
Estudios de biodisponibilidad	3.3	3.3	3.6	4.1	3.9	4.4	3.6	3.0	3.3
Otros	2.2	2.3	2.2	2.1	2.8	2.9	3.0	2.8	2.6
Porcentaje de nuevos productos farmacéuticos	7.5	8.3	8.5	8.4	11.9	10.9	11.1	11.3	13.0
	79%	80%	80%	81%	79%	82%	83%	82%	82%

A pesar de este cuantioso desembolso, las probabilidades de descubrir nuevos fármacos sin contemplar la información etnomédica son mínimas. Ejemplificando: la

experiencia del Instituto Nacional del Cáncer (NCI) ha establecido que una muestra en diez mil exhibirá actividad prometedora en el área en que se dirija la investigación. De entre estas, una de diez llegará hasta los ensayos clínicos y finalmente, una entre diez de las que fueron sometidas a los ensayos clínicos llegará al mercado (Macilwain, 1998). Esta baja probabilidad es el resultado de un muestreo mal dirigido, en donde la consulta e interacción con las sociedades locales antes y durante la colecta son completamente ignoradas. Desde 1956 hasta 1975 el NCI reportó haber ensayado cerca de 35,000 plantas y animales en busca de drogas anticancer. Este proceso de investigación fue cancelado dada su incapacidad de producir resultados en la dirección deseada (Kumar, *Op. cit.*). A modo de evaluación, el congreso de EE.UU. concluyó que la tasa de éxito en las investigaciones del NCI pudo haber sido del doble si se hubiese tomado en cuenta el conocimiento derivado de la medicina tradicional al seleccionar los organismos a examinar (Congreso de EE.UU., *Op. cit.*).

Dado lo anterior, podemos concluir que la aproximación de “fuerza bruta” —el ensayo secuencial de un número considerable de muestras— es una aproximación de costos maximizados en el descubrimiento de nuevos fármacos (Rausser & Small, 2000), pues es necesario el enfatizar que no todas las unidades biológicas tienen la misma probabilidad de exhibir compuestos químicos innovadores o diferentes (Kumar, *Op. cit.*) Tratando de comprender mejor lo anterior, resultaría igual de ilógico el seleccionar de manera aleatoria algunos lugares en el fondo marino con el objeto de explorar nuevos yacimientos de petróleo. En vez de esa incosteable maniobra, se utilizan diferentes criterios para la selección del lugar mas propicio para albergar un yacimiento petrolífero.

Con esto se recalca que el único criterio de selección del material que ofrece una verdadera oportunidad de descubrir prototipos o nuevas estructuras con nuevas actividades (Malone, 1983) es el criterio etnofarmacológico (Elisabetsky & Gely, 1987) ya que si la selección de material es hecha en términos de sus usos tradicionales, la oportunidad de éxito en la investigación es mayor (Trotter et al, 1982; Elisabetsky & Wannamacher, 1993).

Una vez adoptado el criterio, surge otro reto. La Convención de Diversidad Biológica (CDB) firmada en Río de Janeiro en 1992, reconoce formalmente los derechos de una nación por encima de sus recursos biológicos. A su vez, recalca la repartición equitativa de los beneficios entre los grupos involucrados en proveer recursos biológicos (Artículo 15.1 de la Convención de Diversidad Biológica, ONU, 1992).

Sin embargo, debido a que la efectividad funcional del mercado de recursos biológicos depende de un sistema basado en derechos de propiedad intelectual y un mercado capital robusto (Rausser & Small, *Op. cit.*), ambos basados en el reconocimiento de un solo método científico (el "occidental"), las comunidades indígenas son vistas solo como proveedores de información que facilita el descubrimiento de nuevos recursos naturales con importancia económica, así como los ejecutores en la conservación de la diversidad biológica, muy a pesar de la propia percepción indígena de esos proyectos (Takeshita, 2001). Esto hace que los bioprospectores juren lealtad a la CBD de una manera un tanto turbia en cuanto a proveer una "repartición equitativa" de los recursos, ya que resultaría ilógico el aceptar que la Bioprospección Etnofarmacológica (BPEF) es solamente una herramienta de

traducción entre dos sistemas científicos, por lo que la propiedad intelectual de los nuevos compuestos pertenecería exclusivamente al esquema nativo por ser el mas antiguo.»

Afrontando el hecho, rara vez se realiza un esfuerzo por investigar las perspectivas indígenas de una compensación equitativa (Anexo II). Por lo general las empresas farmacéuticas prefieren delegar en un tercero en discordia la decisión de cómo debe ser compensada la comunidad local (Takeshita, *Op. cit.*). No obstante, si en el nombre de la investigación y el desarrollo se sacrifican los principios básicos de la medicina tradicional y no se reconocen los derechos de propiedad intelectual indígena (Anexo III), entonces se es responsable por la destrucción de ese sistema cultural (Weragoda, 1980)

El ejemplo mas claro lo tenemos en México, los intentos de bioprospección que han realizado compañías extranjeras generalmente terminan por ser un saqueo descarado del conocimiento de nuestras etnias con una mínima y hasta inexistente retribución hacia ellas, como es el caso del proyecto conocido como International Cooperative Biodiversity Group – Maya (ICMB-Maya) integrado por instituciones nacionales como el Colegio de la Frontera Sur y extranjeras como Molecular Nature Ltd. y la Universidad de Georgia. Este proyecto con una duración de 5 años fue finalmente suspendido por el gobierno federal de los Estados Unidos Mexicanos en septiembre de 2000, quienes apoyando al Consejo de Médicos y Parteras Indígenas Tradicionales de Chiapas (COMPITCH) cancelaron el proyecto bajo sospecha de biopirataje, negando así, cualquier permiso de colecta con propósitos biotecnológicos en el estado de Chiapas (RAFI, 2000).

Es entonces, el reto, tratar de encontrar la cura para diversas enfermedades, conciliar los intereses económicos del mundo global, e integrarlos en un modelo de desarrollo que integre a las sociedades humanas locales, así como sus modos alternativos de realidad, representación y significado cultural.

1.3 Justificación

Después de haberse mantenido durante 30 años sin relación con el resto del mundo, en el año de 1970 China es aceptada en la Organización de las Naciones Unidas y con esto se acredita dentro de la Organización Mundial de la Salud, la cual tras notar que la población de China, que hasta entonces había mantenido su sistema médico tradicional, no presentaba problemas básicos de salud (800,000,000 de personas) recomienda el uso de los sistemas de medicina tradicional autóctonos en todo el mundo (Lozoya, 2002), siendo pioneros en la incorporación de estos sistemas, países como Nigeria, México y Tailandia (Cox, *Op. cit.*).

En la actualidad, la Organización Mundial de la Salud estima que el 80% de los habitantes de países en vías de desarrollo hacen uso de la medicina tradicional para cubrir sus problemas básicos de salud (Farnsworth *et al.* 1985). En México, la medicina tradicional es una costumbre muy arraigada, sobre todo en los grupos étnicos, comunidades rurales aisladas y sociedades de bajos recursos.

En virtud del arraigo popular que la medicina tradicional representa en el ámbito nacional (principalmente plantas medicinales), es urgente realizar pruebas farmacológicas y/o toxicológicas de los extractos crudos de los recursos empleados de

esta manera, tanto solo como en combinaciones con otros y también con los compuestos puros activos aislados de la fuente original (Encarnación, 1996). Esto con el fin de realizar comparaciones y dar recomendaciones correctas en cuanto a su uso, ya que es patente el problema que se puede presentar por el uso inadecuado de ciertos remedios (abuso y adulteración) y la falta de control que hay sobre estas (Christophersen *et. al.* 1991).

Por otra parte, siendo México un país tan rico tanto en sus recursos naturales como en su diversidad cultural, no hemos contribuido significativamente en la explotación de los principios activos a partir de sus fuentes naturales y de hecho son pocos los recursos naturales explotados a nivel industrial, que han tenido un significado considerable en la economía nacional (Lozoya, 1986).

Esta falta de explotación se debe a la imperante característica de un país en vías de desarrollo, en donde el material biológico es abundante pero la tecnología para la búsqueda y desarrollo de nuevos productos en el ámbito industrial es limitada (Kumar, *Op. cit.*).

No obstante, considerando el enorme potencial biomédico de los recursos marinos y la minimización de costos que trae consigo la implementación del muestreo etnofarmacológico, al reconocer la evidencia de una etnohistoria medica marina, tenemos la posibilidad de generar grandes avances en el desarrollo de nuevos fármacos a la vez que perpetuamos la riqueza cultural de nuestras etnias, para después incluirlas en los procesos económicos generados a partir de la comercialización de su conocimiento siempre y cuando nuestros grupos étnicos estén de acuerdo.

Desgraciadamente, debido a los procesos de aculturación que enfrentan la mayoría de los grupos étnicos, la cantidad de tiempo disponible para acercarnos a la ciencia nativa cada vez es menor (Cox, 1995; Encarnación & Contreras, 1992 ; Weragoda, 1980; Drake, 1953; Cox & Balick, 1994; Solien, 1965).

2 HIPÓTESIS DE TRABAJO

La vocación pesquera del pueblo Comcáac, alentada por las condiciones desérticas imperantes en su área de distribución ha llevado a esta etnia a contemplar el uso de organismos marinos dentro de su medicina tradicional.

La efectividad de estos remedios está ligada a la producción de metabolitos secundarios biológicamente activos por los organismos utilizados, la cual se hace patente en ensayos *in vivo* contra *Artemia salina*.

Tomando en cuenta la probada eficacia de la bioprospección etnofarmacológica en la obtención de metabolitos biológicamente activos a partir de fuentes terrestres, la eficiencia derivada de la implementación del muestreo etnofarmacológico en la detección de sustancias biológicamente activas pertenecientes al medio marino hará que el número de organismos marinos poseedores de sustancias antibióticas obtenidos mediante la selección con base en su uso tradicional sea comparativamente mayor al número de organismos marinos con propiedades antibióticas seleccionados de manera aleatoria.

3 OBJETIVO GENERAL

Probar la eficiencia de la bioprospección etnofarmacológica, en relación a la prospección aleatoria, en la detección de organismos marinos con propiedades antibióticas

3.1 Objetivos particulares

1. Registrar el número de organismos marinos empleados en la medicina tradicional Comcáac, así como su uso y posología.
2. Colectar los organismos marinos empleados en la medicina tradicional Comcáac generando una colección de referencia etnomédica marina.
3. Evaluar el potencial de actividad biológica de los organismos marinos pertenecientes a la farmacopoeia Comcáac.
4. Determinar la existencia de actividad antimicrobiana en los extractos obtenidos a partir de la medicina tradicional Comcáac.
5. Probar si existe diferencia en la eficiencia de dos criterios de selección de material biológico (etnofarmacológico *versus* aleatorio) con base en la determinación de la dosis mínima inhibitoria y/o dosis mínima bactericida.

4 ÁREA DE ESTUDIO

Dado que se realizaron dos tipos de muestreo en diferentes localidades el trabajo se divide en dos áreas de estudio

4.1.1 Área de bioprospección etnofarmacológica

El área de muestreo se localiza en la fracción costera entre dos localidades (ambas parte del territorio autónomo Comcaac) del estado de Sonora, ubicado entre los 26° 18' y 32° 29' N y desde los 108° 25' hasta los 115° 03' W; Punta Chueca, en el municipio de Hermosillo y Desemboque en el de Pitiquito (Fig. 2). Es una zona seca, de suelos pedregosos cerca de la sierra y arenosos en los valles (Scheffler, 1987). El patrón anual de temperatura va de temperaturas altas en verano a temperaturas frías en invierno. Las temperaturas diurnas más altas ocurren en el verano y por lo general son inferiores a los 40° C. En invierno la predominante influencia de vientos del Noroeste lleva la temperatura hasta los 10° C (Hastings & Humphrey, 1969).

La flora se manifiesta típica del desierto sonorense, sin embargo, Felger y Moser (1985) clasificaron a las comunidades bióticas preponderantes en la zona como: Vegetación marina (llanuras de pastos marinos y comunidades algales), maleza costera (manglar y llanura halófila), maleza desértica (matorral costero, cactus, mesquite, vegetación riparia) y maleza espinosa.

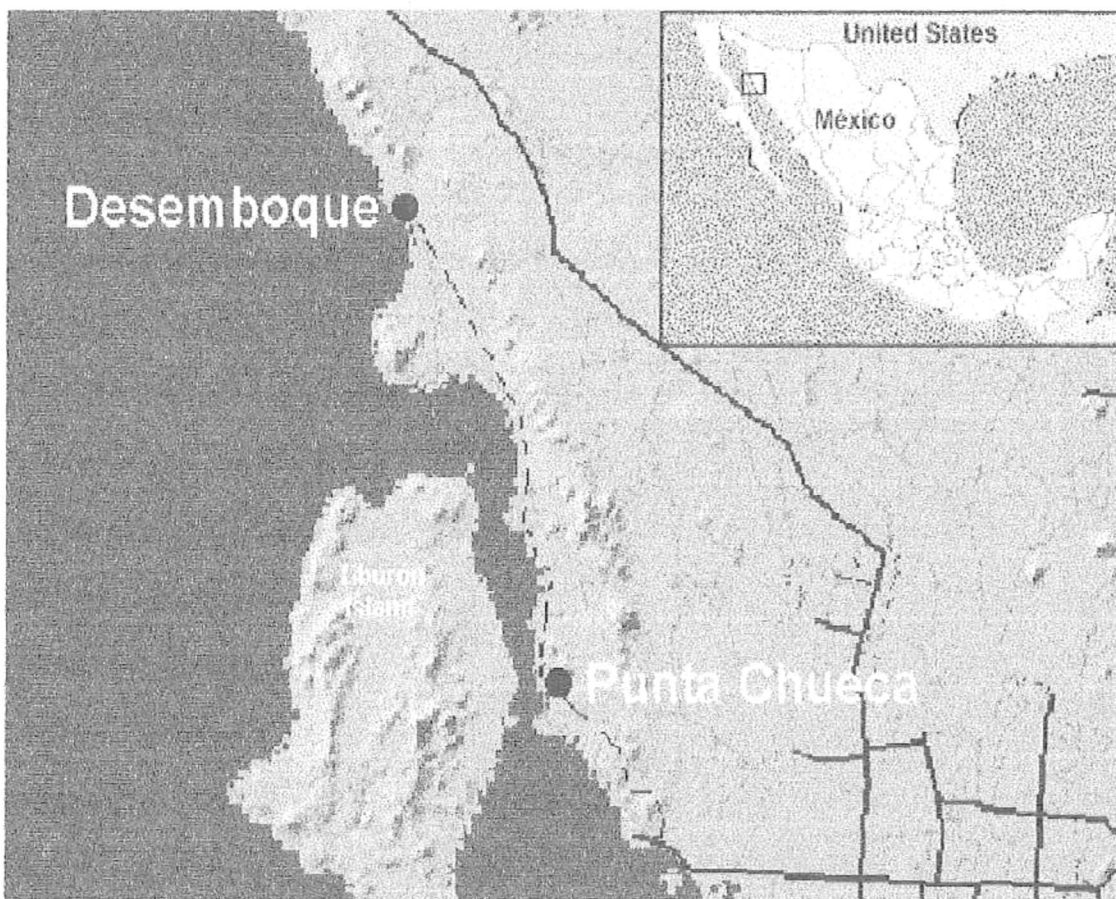


Figura 2 Zona de estudio. La distribución actual de los Comcaac se extiende desde Punta Chueca en el sur hasta Desemboque con campamentos ocasionales en gran parte de la costa entre estos dos poblados, así como en Isla Tiburón.

4.1.2 Criterio de selección del área.

La etnia Comcaac, a través de una vida desértica desde hace siglos, ha cultivado una estrecha relación con su medio ambiente, desarrollando una particular sociedad basada en la caza, la recolecta y la pesca. Así, las plantas, los animales y los peces cedieron sus secretos a esta gente que a cambio los incorporó a su religión, su dieta, sus canciones y su medicina (Moser, 1976)

4.2.1 Área de bioprospección aleatoria

El área se ubica en la zona exterior de Punta Banda, parte de Bahía Todos Santos, misma que esta situada en la costa noroccidental de la península de Baja California (Fig. 4), entre los $31^{\circ} 40'$ y $31^{\circ} 56'$ de Latitud Norte y los $116^{\circ} 36'$ y $116^{\circ} 50'$ de Longitud Oeste.

El clima característico de la zona es semiseco templado con una temperatura promedio anual de 11 a 21°C , con presencia de veranos frescos y un régimen de lluvias del tipo invernal, con nieblas frecuentes a lo largo de toda la franja costera (Secretaría de Marina, 1974).

Hasta la fecha hemos sido capaces de ubicar en la región mas de 15 cuevas que presenten la característica de estar sumergidas – ya sea de manera parcial o total- Solo se han explorado tres debido al difícil acceso a estas, pues el oleaje de la zona hace difícil el acceso a las cuevas dada la condición de costa expuesta al mar abierto.

La cueva “La Iobera”, presenta 7 accesos, de los cuales cuatro están dispuestos hacia el oeste, dos orientados hacia el sur y uno hacia el norte.

En el extremo distal a las entradas oeste, existen dos pequeñas cámaras de altura variada, en donde la más pequeña no alcanza el metro de altura.

Las dimensiones en sus ejes principales son 36×21 metros. Su altura máxima es de 6.03 metros. En mareas vivas, el piso de la cueva queda sumergido en su totalidad.

Dadas las características particulares de luminosidad y aunado a que la fijación de algas como *Egregia mensiesi*, *Macrocystis pyrifera* disminuyen la energía de oleaje entrante a

la cueva, se presenta una gran diversidad de organismos marinos sésiles normalmente encontrados a profundidades mayores de 10 metros. (Fernandez & Narchi³, 2000).

³ Datos no publicados

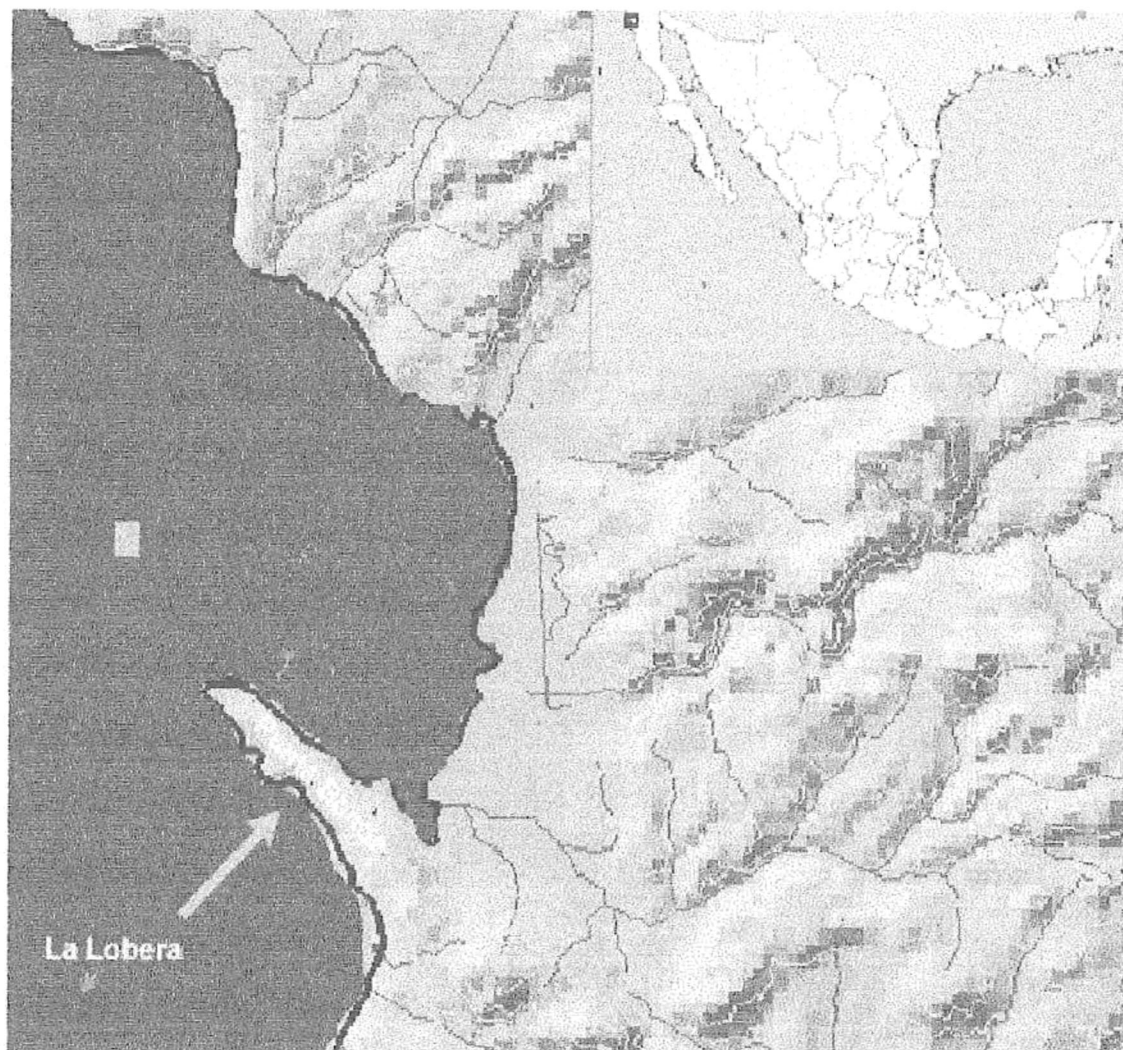


Figura 3. Área de bioprospección aleatoria. El conjunto de cuevas "La Lobera" es localizado en la costa externa de Punta Banda, bordeando la Bahía de Todos Santos, Baja California.

4.2.2 Criterio de selección del área.

El área se escogió con base en la alta diversidad de invertebrados que existe en la cueva, en donde es fácilmente apreciable la coexistencia de anémonas (*Acanthopleura elegantissima*), esponjas (*Geodia mesotriaena* y *Acarnus erithacus* entre otras), erizos (*Strongylocentrotus purpuratus* y *S. franciscanus*), estrellas de mar (*Pisaster ocre*) junto con diversos organismos aún no identificados como tunicados, algas calcáreas y diversos moluscos (Fernandez & Narchi⁴, 2000).

La afinidad de este muestreo por los invertebrados encuentra fundamento en el trabajo de Ireland y colaboradores (1993), el cual demuestra que el 93% de los metabolitos secundarios nuevos reportados entre 1977 y 1985, el 29.36% es derivado de esponjas, 22.36% de ceelenterados y el 7.58% de equinodermos.

En adición, la mayoría de los organismos presentes en la cueva carecen de estructuras físicas de protección, por lo que citando a John Faulkner “ Si mientras exploramos un arrecife vemos algo que parezca un gran trozo de comida - pobremente protegida, con cuerpo blando y fácil de atrapar – y nadie se lo está comiendo, entonces asumimos que se encuentra provisto de protección química” (Howard, *Op. cit*). Formalizando el concepto, existe una correlación inversa entre protección física y protección química (Fenical, 1997)

⁴ Datos no publicados

5 METODO

5.1 Bioprospección etnofarmacológica

5.1.1 Entrevista etnofarmacológica

Haciendo referencia a la introducción, la cultura Comcáac sufre la pérdida de su información tradicional. No obstante, la mayoría de los ancianos pueden describir el conocimiento y las prácticas tradicionales con claridad. Es por esto que las entrevistas fueron dirigidas exclusivamente a informantes de la tercer edad pertenecientes a la comunidad (Tabla 3).

Tabla 3 Nombre y papel sociocultural de los informantes.

Nombre	Papel dentro de la etnia
Don Antonio Robles	Jefe del Consejo de Ancianos
Don Francisco Barnett	Representante cultural del pueblo Comcáac
Dña Ramona Barnett de Robles	Esposa de Antonio Robles

Se cuenta con el testimonio de 3 informantes (Fig. 4), dado que la mayoría de la gente mayor no mostró deseos de involucrarse en la investigación.



Figura 4 Entrevista con personas de 3ª edad pertenecientes a la etnia.

La entrevista fue dividida en 2 partes:

La entrevista primaria; Por medio de un cuestionario (Tabla 4) se inquiría acerca de la descripción y el nombre en lengua *Cmique itom* del organismo, así como su uso terapéutico y los lugares en donde era comúnmente hallado. Con ayuda de la guía Kerstitch para identificación de invertebrados marinos del mar de Cortez, se pedía al informante que señalara el organismo o uno parecido.

Tabla 4 Cuestionario empleado en la entrevista primaria

1	¿Conoce algún animal marino que se use como medicina?
2	¿Cómo se llama el animal en <i>cmique itom</i> ?
3	¿Cómo es el animal?
4	¿Puede señalar su foto o alguno que se le parezca?
5	¿En donde se encuentra mas fácilmente el animal?

Posteriormente, los organismos eran colectados (ver 5.2 Colecta de organismos), después de lo cual se regresaba a una segunda entrevista.

La entrevista secundaria. En donde los informantes corroboraban que el organismo colectado era el referido anteriormente, para después hablar de su posología y modo de empleo.

5.1.2 Colecta y clasificación del material

El material reportado en las entrevistas se encuentra distribuido a poca profundidad, por lo que la colecta se realizó ya sea caminando por la zona intermareal o mediante buceo libre (dependiendo de la distribución de cada organismo).

Una vez de regreso en el campamento, el organismo era limpiado con el objeto de remover la mayor cantidad de material exógeno (organismos visibles, arena, etc.), después de lo cual el organismo era preservado en alcohol etílico comercial al 96% en donde comenzaba su proceso de extracción.

La clasificación del material se llevó a cabo hasta el regreso a la Facultad de Ciencias Marinas y se apoyó en las claves de Kerstitch (1989) y Brusca (1980).

5.2 Bioprospección aleatoria.

5.2.1 Sorteo del área de muestreo

La superficie total de la cueva es de aproximadamente 756 m². Tomando esto en cuenta, se decidió crear una retícula hipotética que albergara 756 cuadrantes de 1m² cada uno, numerados progresivamente del 1 al 756. Esto con el fin de seleccionar por medio de una tabla de números aleatorios 76 de ellos, cubriendo con esto, el 10% de la superficie total de la cueva. El material de colecta fue extraído de estos 76 cuadrantes.

5.2.2 Colecta y clasificación del material

La colecta se realizó el 26 de abril de 2002 en marea baja, logrando que el material estuviese expuesto para que desprenderlo del sustrato fuese más fácil.

Una vez en el laboratorio, el material se limpió de todo material exógeno para después someterlo al proceso de extracción en alcohol etílico comercial sin desnaturalizar al 96%.

La identificación del material se llevó a cabo mediante la clave de Gotshall (1994).

5.3 Proceso de extracción

En una investigación etnofarmacológica, es importante llevar a cabo la obtención del extracto a partir de la receta tradicional precisa, pues las rutas químicas a seguir en el aislamiento de la sustancia biológicamente activa son contenidas de manera implícita en el proceso tradicional (Elisabetsky & Moraes *Op. cit.*). Sin embargo, para que el presente trabajo logre señalar enfáticamente la utilidad del criterio de selección etnofarmacológico, se decidió tratar del mismo modo a las muestras colectadas por cada uno de los criterios, haciendo caso omiso de la receta tradicional. Esto, con el fin de que los resultados obtenidos sean contrastables.

5.3.1 Obtención de extractos

Cada organismo seleccionado fue sometido a un proceso de extracción modificado de Khafagi & Dewadar (2000) utilizando el alcohol etílico comercial sin desnaturalizar en que se encontraban preservados y posteriormente sometidos a un proceso parcial de

extracción en cloroformo (CHCl_3) adicionado con 0.5 al 1% de etanol con una duración de 72 horas y un proceso idéntico en duración, en el que se utilizó hexano como solvente, esto con el fin de estar seguros que nuestros extractos crudos contengan un amplio rango de compuestos. En cada paso la extracción se realizó empleando al término de las 72 horas un baño de ultrasonido por un tiempo aproximado de 10 minutos

5.3.2 Eliminación de materia exógena.

Transcurrido el proceso de extracción, cada una de las fracciones fue filtrada a través de papel Whattman no. 1, con el propósito de eliminar la mayor cantidad de sedimento y materia orgánica no perteneciente a la muestra.

Paso seguido, se mezclaron las tres fracciones con el objeto de obtener un extracto multipolar.

5.3.3 Eliminación de solventes.

Las muestras fueron concentradas por rotoevaporación mediante presión reducida a una temperatura constante de 40°C . Al ser prácticamente nula la cantidad de solvente, las muestras se trasvasaron a viales de centelleo, para después eliminar el solvente en una estufa de presión a 35°C y -1 atm. de presión.

5.4 Preparación de diluciones

El peso de los extractos finales se determinó utilizando viales previamente llevados a peso constante.

Posteriormente, los extractos fueron re disueltos secuencialmente en agua destilada en una dilución madre con concentración de 100 mg./ml a partir de la cual se prepararon diluciones logarítmicas hasta 0.01 mg/ ml.

5.5 Ensayo en *Artemia salina*

Es necesario el destacar que la simplicidad del método lo hace ser solamente un ensayo preeliminar (Wah Sam, 1993) y no es un ensayo específico para actividad antitumoral o antineoplástica como se ha sugerido, ni tampoco para cualquier otra acción fisiológica en particular (Meyer, Op. cit.)

5.5.1 Medio de Cultivo

Agua de mar natural (35 ‰ aproximadamente) es el medio de cultivo. Fue esterilizado haciéndolo pasar por filtros UV y sometiéndolo a hervor durante 30 minutos. Aire filtrado con una roca para acuario se hizo pasar por la solución enfriada previamente, con la finalidad de re-oxigenar el medio (Wah Sam, Op. cit.).

5.5.2 Método de cultivo

Se adicionaron 450 mililitros de agua de mar a un vaso de precipitado de 500 ml. Para llevar a cabo la embriogénesis, los quistes (entre 10 y 20 mg.) fueron puestos en el vaso de precipitado y una lámpara de 60 watts se utilizó para proveer un foto periodo de 24 horas, así como para mantener una temperatura relativamente constante (25° C aproximadamente).

Los nauplios libre nadadores fueron vistos entre las primeras 16 – 36 horas dependiendo de las condiciones imperantes en la temperatura ambiente.

El lote de *Artemia salina* responde a la producción del año 2000 de la marca Salt Creek y fue proporcionado amablemente por el Proyecto Totoaba de la Universidad Autónoma de Baja California.

5.5.3 Proceso del bioensayo

Un mililitro de *Artemia* es tomado con una pipeta automática, y transferido a un vial de 20 ml, combinándolo con un volumen de extracto que sumado a 9 ml de agua de mar y el mililitro de *Artemia salina* de la concentración deseada es agregado al vial y se toma nota del tiempo. Esta operación se realizó por triplicado, requiriendo, por tanto, 30 mililitros por cada concentración del extracto a probar. Se realizó una serie de ensayos paralelos utilizando un estándar conocido, con idéntico número de concentraciones que

las que se tienen en el extracto es requerido, así como un blanco en el que las *Artemias* se encontraban solo en agua de mar.

Para la determinación de LC_{50} el conteo se realizó 24 horas después del inicio del ensayo. Los nauplios son considerados muertos si se encuentran inmóviles en el fondo de la caja de petri. Para facilitar el conteo se utilizó un proyector de acetatos, sobre el cual se colocó una caja de petri, proyectando la imagen amplificada muchas veces, lo que permite un conteo más rápido, debido al nuevo "tamaño" de los organismos. (Wah Sam, Op. cit.).

Al fijar la sensibilidad del método se utilizó como reactivo de control el timol ($C_{10}H_{14}O$, CAS # 89-83-8) cuya concentración letal (CL_{50}) es de 0.514 mg/ml (Meyer, Op. cit.) y para la cual nosotros obtuvimos una CL_{50} de 0.529 mg/ml . No obstante, el timol es poco soluble en agua de mar, por lo que mientras más nos esforcemos en disolverlo (ultrasonido, periodos largos de agitación, aumento de la temperatura, etc.), mayor será su poder tóxico. Una vez calibrado el método se decidió utilizar como reactivo de control el sulfato de cobre ($CuSO_4$, CAS # 7758-98-1) el cual por su alta solubilidad, representa un factor menos de variación en el análisis y para el cual la CL_{50} promedio fue de 0.2671 mg/ml , comparable a la CL_{50} de 0.250 mg/ml , reportada previamente (Herrera⁵, 2002).

⁵ Comunicación personal

5.5.4 Tratamiento de datos del ensayo contra *Artemia salina*.

Diversos son los métodos cuantitativos que pueden utilizarse en el tratamiento de los datos de una serie, el método logarítmico Probit de Finney, el de Miller & Tainter, el procedimiento De Beer, el método Reed – Muench, etc.(Meyer, *Op. cit.*). Encontramos conveniente la utilización de este último debido a que detecta de manera gráfica e inmediata dosis letal media (fig. 5), además de poder ser utilizado con datos que no presenten una distribución normal. Así también, en caso de que los datos sean insuficientes, la relación acumulativa de organismos tanto vivos como muertos crea una línea recta (por efectos de la transformación logarítmica) fácil de interpretar, la cual nos aproxima a la LC_{50} teórica, cuestión que agiliza el tiempo al buscar la LC_{50} de manera práctica (Hafner, 1977).

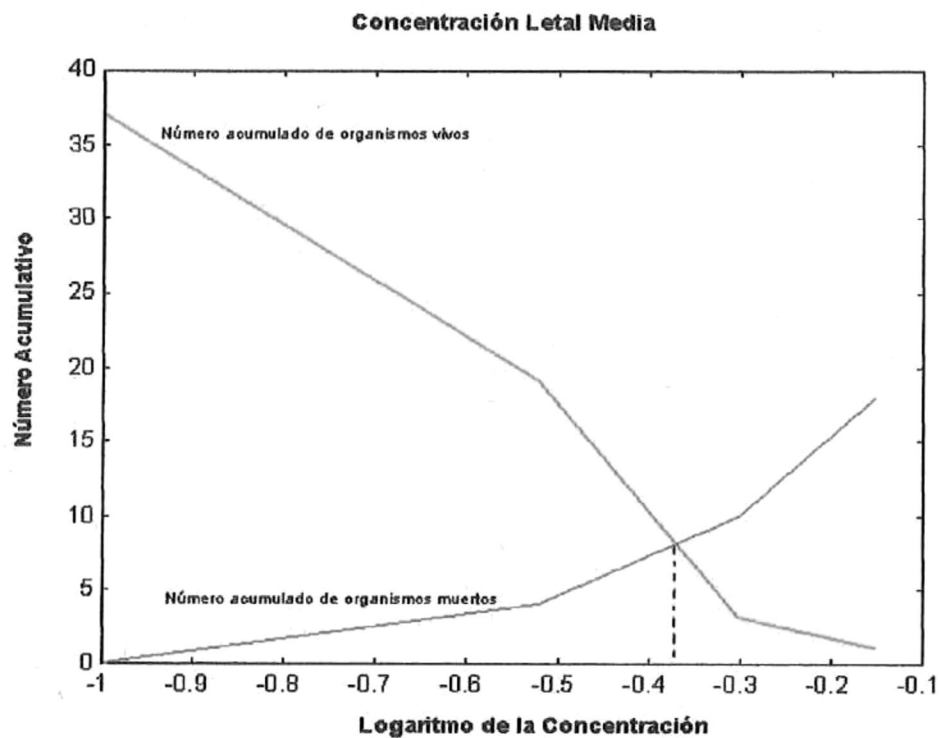


Figura 5 Estimación de la CL_{50} por el método Reed – Muench programado en MatLab (Anexo IV). Los organismos acumulados son graficados en el mismo plano de ejes. Las dos curvas intersectan en el 50% de la población.

5.6 Ensayo antimicrobiano

La esencia del método consiste en la adición gradual de dosis de sustancias inhibitoras (dsi) del crecimiento bacteriano, tanto del standard de referencia (en este caso cloranfenicol) y los extractos “desconocidos” a tubos de prueba que contienen volúmenes iguales de caldo nutritivo que han sido uniformemente inoculados con un organismo de prueba apropiado (Pharmaceutica Microbiology Interest Group, 2002).

5.6.1 Medio de cultivo

Dada la necesidad de tener un medio de cultivo general que asegurase el crecimiento de todas las cepas (Merk index, 2001) se utilizo agua peptonada buffer (pH $\approx$ 6.8) al 10% (BPW) de preparación propia según los reactivos y cantidades especificadas en la Tabla 5.

Tabla 5 Reactivos y cantidades necesarias para la preparación del medio.

Reactivo	Cantidad (g/l)
Peptona	10
NaCl	5
Fosfato de potasio	1.5
Fosofato disódico	9.0

5.6.2 Método de cultivo.

Se utilizaron cinco cepas bacterianas diferentes para el ensayo; dos grampositivas (*Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*) dos gramnegativas (*Proteus vulgaris* y *Escherichia coli*) y un hongo levaduriforme (*Candida albicans*). A excepción de *B. subtilis* (ATCC 6633) las demás muestras empleadas son patógenos silvestres aisladas de pacientes de la población de Ensenada Baja California, por la MC. Mónica Ritchie.

El cepario se conservó en agar nutritivo, resemebrándolo en el mismo medio cada 20 días. Las cepas utilizadas en el ensayo eran resemebradas en agua peptonada al 10% a partir del cepario cada vez que se practicaba el ensayo.

5.6.3 Proceso del bioensayo.

El método consiste fundamentalmente en sembrar el microorganismo en un medios de cultivo seriados que contenga cantidades diferentes de antibiótico o extracto.

Se incuban los tubos y se busca desarrollo bacteriano, el cual se determinará de manera visual y puede ser observado como una o una combinación de las siguientes características en el tubo (Kaiser G.E., 1999):

- a) Película: Una masa de organismos flotando en la superficie del medio de cultivo.
- b) Turbidez: El organismo aparece como una nubosidad a través del medio
- c) Sedimento: Una masa de organismos aparece como depósito en el fondo del tubo.

El tubo con la concentración de antibiótico mas baja en la cual no se multiplique la bacteria indica la cantidad de antibiótico por volumen que se requiere para inhibir el desarrollo del microorganismo.

Una vez hecho lo anterior se deben hacer una segunda incubación utilizando los tubos en donde no existió crecimiento aparente en vez de utilizar la cepa madre. La nueva incubación tiene una duración de 24 horas después de las cuales se evalúa el crecimiento de las bacterias (Fig.6).

En caso de no existir crecimiento en el subcultivo el extracto resulta bactericida por lo cual la concentración mas baja que consiga matar a todas las bacterias es llamada concentración mínima bactericida en vez de mínima bacteriostática.

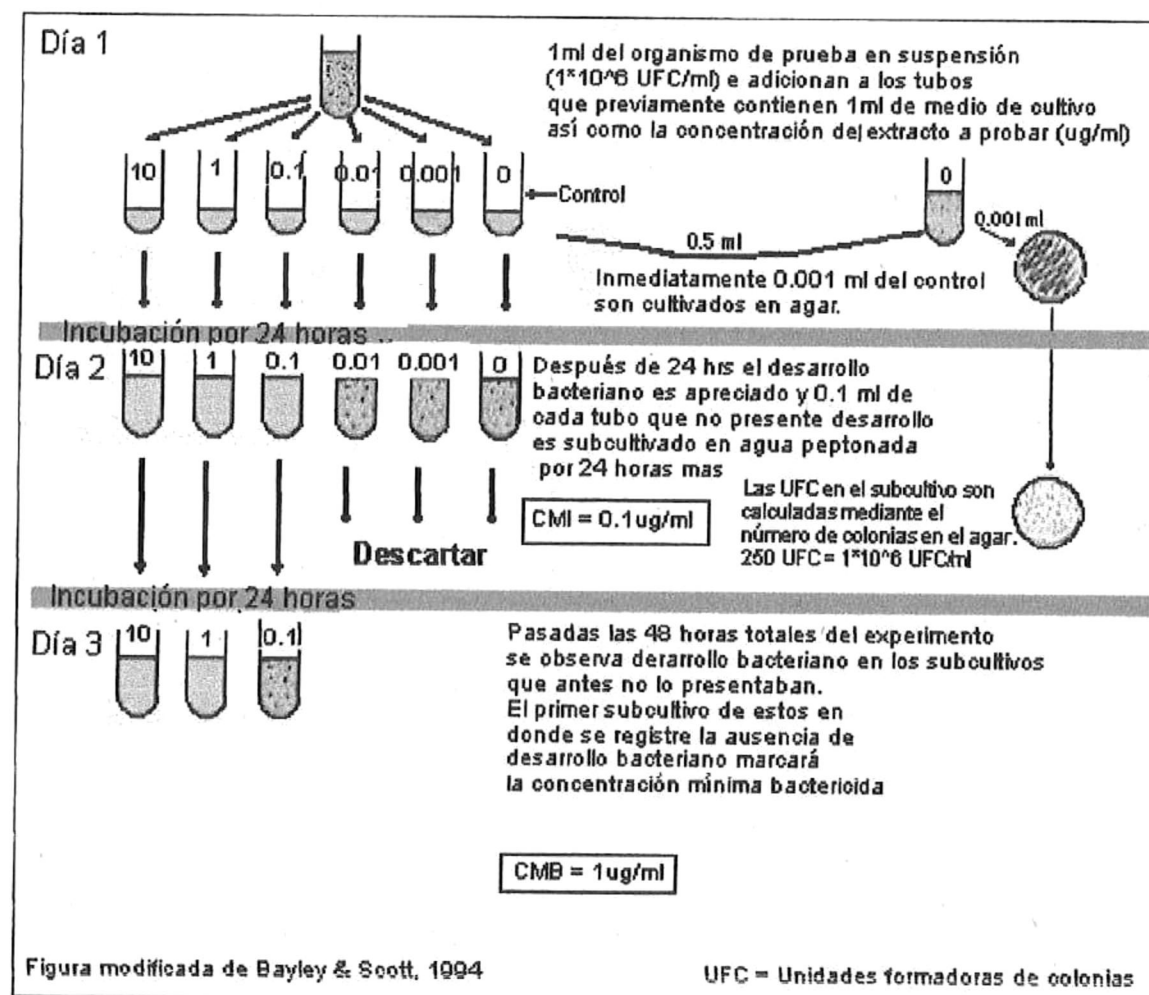


Figura 6 Determinación de la CMB y CMI para un antibiótico y un organismo de prueba.

5.6.4 Tratamiento de datos para el ensayo antimicrobiano.

La CMI y CMB se obtienen a partir de una lectura directa de la última concentración del cultivo en la que se detectó crecimiento y la primera concentración del subcultivo en la que se dejó de presentar crecimiento por lo que los datos son relativamente sencillos de obtener.

5.7 Valoración comparativa de la eficiencia entre criterios de selección en la detección de organismos con propiedades biológicamente activas.

Una vez determinada la CMI o CMB y dada la falta de actividad en muchas de las muestras, los datos presentaron una distribución paramétrica no balanceada, por lo que no pudo ser utilizado el Análisis Normal de Varianza (ANOVA) anidado para comparar entre los criterios de muestreo (etnofarmacológico y aleatorio) como se había sugerido en un principio, por lo cual, se aplicó un índice de eficiencia para la comparación de los muestreos, el índice está dado por la condición:

$$IE = (M_{sa} / M_t) * 100$$

Donde:

IE = índice de eficiencia

M_{sa} = número de muestras significativamente activas para el criterio de colecta determinado, considerando únicamente las muestras cuya CMI/CMB no exceda los $10^{mg/ml}$.

M_t = número total de muestras para el criterio de colecta determinado.

Aunado al índice, se practico una prueba LSD (least significant difference) de Fisher (Zar, 1984) para determinar la existencia de diferencia estadística significativa entre los criterios de bioprospección.

Para efectos de este análisis se descartaron las muestras con actividad no significativa para con esto evitar la no-normalidad en los datos, cuestión que impediría el análisis de los mismos. No obstante, en los casos en que se cuenta con actividad tanto bactericida como bacteriostática se utilizó la primera en los análisis estadísticos, bajo el principio "dosis-dependencia" que estipula que cualquier bactericida puede producir efectos bacteriostáticos al encontrarse presente en concentraciones subóptimas (Thompson, 1983).

6. RESULTADOS.

6.1.1 Resultados de la entrevista etnofarmacológica.

Con base en su utilización terapéutica, se logró documentar a 24 organismos marinos de 8 Phylla diferentes, 14 de estos no han sido reportados previamente. Los datos obtenidos son proporcionados en la Tabla 6, enlistados por orden alfabético de acuerdo con la familia. El nombre nativo del organismo, así como la parte usada y el modo de empleo son proporcionados para cada organismo, de igual manera se proporciona su número de colección. Los Phylla son indicados en las notas de pie de página y puede observarse la distribución por grupo de organismos en la figuras 7 y la distribución por clase para vertebrados e invertebrados en las figuras 8 y 9 respectivamente.

Dentro de la antropología, es aceptada la existente contradicción entre la descripción del comportamiento y el desarrollo del comportamiento (Bernard *et al.* 1985); Con esto, existe una diferencia entre lo que los individuos dicen, piensan y hacen (Briggs, 1996; Murphy, 1971). Este problema, hace ver la importancia de complementar datos basados en la descripción del comportamiento con la observación directa. Algunos factores que pueden influenciar la "validez" de las declaraciones del informante incluyen errores tanto voluntarios como involuntarios; el deseo de complacer; motivos ulteriores; el estado emocional del informante, valores y actitudes; así como factores ideosincráticos surgidos dada la situación en que se desarrolle la entrevista (Freeman *et al.* 1987; Kemp & Ellen, 1984; Whyte, 1982). Una medida para validar la información

es indicar si esta ha sido directamente observada, reportada como utilizada directamente por el informante o reportada como utilizada por una tercer persona no entrevistada.

Con excepción del uso de *Mugil cephalus*, que fue directamente observado, todos los organismos fueron reportados como directamente utilizados por el informante.

Tabla 6 Organismos marinos utilizados en la medicina tradicional Comcaac.

Organismo ^a (familia, especie, no. de espécimen)	Nombre común	Nombre en lengua Cmique itom	Uso terapéutico / enfermedad tratada	Formulación / Parte usada ^d
Amphynomidae ^e <i>Chloeia viridis</i> . Shmarda. EMM-13-SGTO	Gusano de penacho.	Xepenzotx	Contra la hipertensión, cardiotónico.	Infusión
Amphynomidae ^e <i>Eurithoe complanata</i> ^{bc} Palles. EMM-13-SGTO	Gusano de fuego	Xepenzotx	Contra la hipertensión, cardiotónico.	Infusión
Clypeasteridae ^f <i>Encope grandis</i> . L. EMM-17-PTCH	Galleta de mar	Xepeisj	Sinusitis.	Maceración y aplicación directa de cataplasma en la nariz.
Cheloniidae ^g <i>Chelonia mydas</i> ^{bc} L.	Caguama	Moosni	Expectorante, anti-inflamatorio, Mejora la potencia sexual	Como expectorante el aceite se toma crudo, Para incrementar la potencia sexual se prepara una infusión / hemipene
Echinasteridae ^f <i>Echinaster temispimula</i> . Verril. EMM-9-ITB	Estrella espinosa	Pyoque	Hemorragia post parto	Infusión
Istiophoridae ^g <i>Istiophorus orientalis</i> . Shawn	Pez vela	Xepesoj	Asma.	Infusión / vértebra
Leucetidae ^h <i>Lecetta losangelensis</i> . Delaubenfels. EMM-4-PTCH	Esponja fideo	No registrado	Antiinflamatorio, analgesico, aún en heridas abiertas.	Asada se aplica en el área afectada.

^a Los organismos sin clave de colección no pudieron ser colectados.

^b Previamente reportado por Felger & Moser, 1974.

^c EL uso tradicional difiere con el previamente reportado..

^d Cuando no se indique lo contrario, se utiliza todo el organismo.

^e Phylum Annelida.

^f Phylum Echinodermata.

^g Phylum Chordata.

^h Phylum Porifera.

ⁱ Phylum Mollusca.

Luidiidae ⁱ <i>Luidia phragma</i> ^b . Clark.		Pyoque	Cese de hemorragia post parto.	Infusion
Mugilidae ^g <i>Mugil cephalus</i> . L.	Lisa	No registrado	Complemento nutrimental para madres en lactancia.	Decocción, la alimentación del infante debe esperar 4 horas.
Mysticeti ^g (Suborder)	Ballena	Haquim	Anemia	Maceración, combinado con aceite de oliva se frota en manos y pies. Cualquier hueso.
Mytilidae ⁱ <i>Modiolus capax</i> ^b . Conrad. EMM-EMM-6-ITB	Mejillón	Satoj inail	Cicatrización del cordón umbilical.	Carbonización, maceración y aplicación directa/ concha.
Octopodinae ⁱ <i>Octopus sp.</i> ^{bc} . Cuvier EMM-5-PTCH	Pulpo	Hapaj cosni	Expectorante	Decocción, junto con el cebo de cola de vaca (<i>Rumex</i>) posteriormente, la pasta se prepara en infusión. El organismo a emplear debe ser muy pequeño.
Olivellinae ⁱ <i>Olivella dama</i> . Wood. EMM-15- SGTO	Oliva pigmea	No registrado	Pérdida de peso	El caracol se ingiere junto con de la 2ª comida del día
Ophidiasteridae ⁱ <i>Phataria unifascialis</i> ^b Gray.	Estrella parda	Pyoque	Antiinflamatorio.	Carbonización y maceración hasta transformar en pasta, la cual se aplica en forma cutánea.
Ophiodermatidae ⁱ <i>Ophioderma panamense</i> . Lutken. EMM-16-PTCH	Estrella quebradiza	Pyoque	Antiinflamatorio.	Carbonización y maceración hasta transformar en pasta, la cual se aplica en forma cutánea.
Pteriidae ⁱ <i>Pteria stema</i>	Ostra perlera	No registrado	Desvanecimiento de cicatrices.	Se rocía la concha con jugo

ⁱ Phylum Tracheophyta

				de limón, la crema resultante tiene aplicación cutánea.
Rhizophoraceae ¹ <i>Rhizophora Mangle</i> ^{bc} . L. EMM-10-SGTO	Mangle rojo	Xnaazolkam	Diabetes, diarrea, disentería, Nausea	Para diabetes, disentería y diarrea se utiliza el propágulo en decocción. Para náusea se utiliza una infusión de la raíz.
Strongylocentrotidae ¹ <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> . Lamarck. EMM-8-ITB	Erizo púrpura	Xepeanosiml	Anticancerígeno, infecciones vaginales	Infusión. Para combatir el cáncer se utiliza como agua de uso. Como remedio contra infecciones vaginales, el área se lava 3 veces al día.
Trochidae ¹ <i>Periglyphia</i> sp. Jukes & Brown. EMM-12-SGTO	Almeja de roca	No registrado	Afrodisíaco	Decocción.
Turbinidae ¹ <i>Turbo</i> sp. ^b . EMM-11-SGTO	Caracol turbante	Cotopis inail	Cicatrización del cordón umbilical	Carbonización, maceración y aplicación directa / concha
Rhodophyceae ^k No identificada	Alga calcarea	No registrado	Contra la hipertensión,	Infusión
Zosteraceae ¹ <i>Zostera marina</i> ^{bc} . L.	Pasto marino	Eas	Antidepresivo	Maceración y posteriormente utilizada como harina en el pan "Seri"
Zyngnathidae ^g <i>Hippocampus ingens</i> . Girard.	Caballo de mar.	Eesam	Contra malestares de la menopausia	Infusión / Junto con <i>Phataria unifascialis</i>
EMM-3-PTCH ^h No identificada	Esponja blanca	No registrado	Desinflamante y analgésico, aún en heridas abiertas, profundidad.	Asada se aplica en el área afectada.

^k Phylum Rhodophyta¹ Phylum Anthophyta

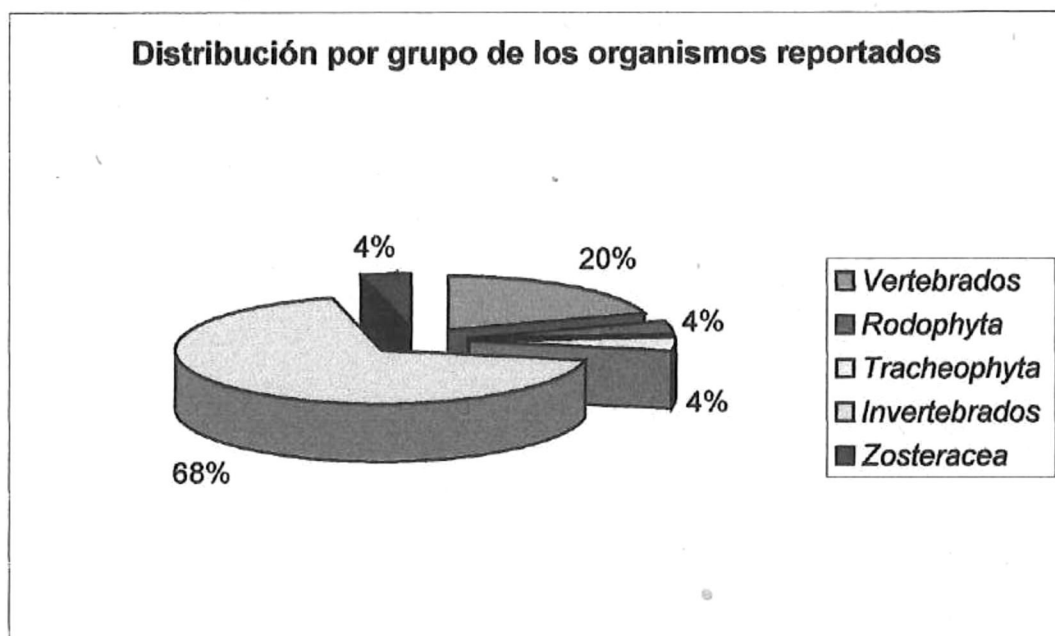


Figura 7 Distribución por grupo de los organismos reportados

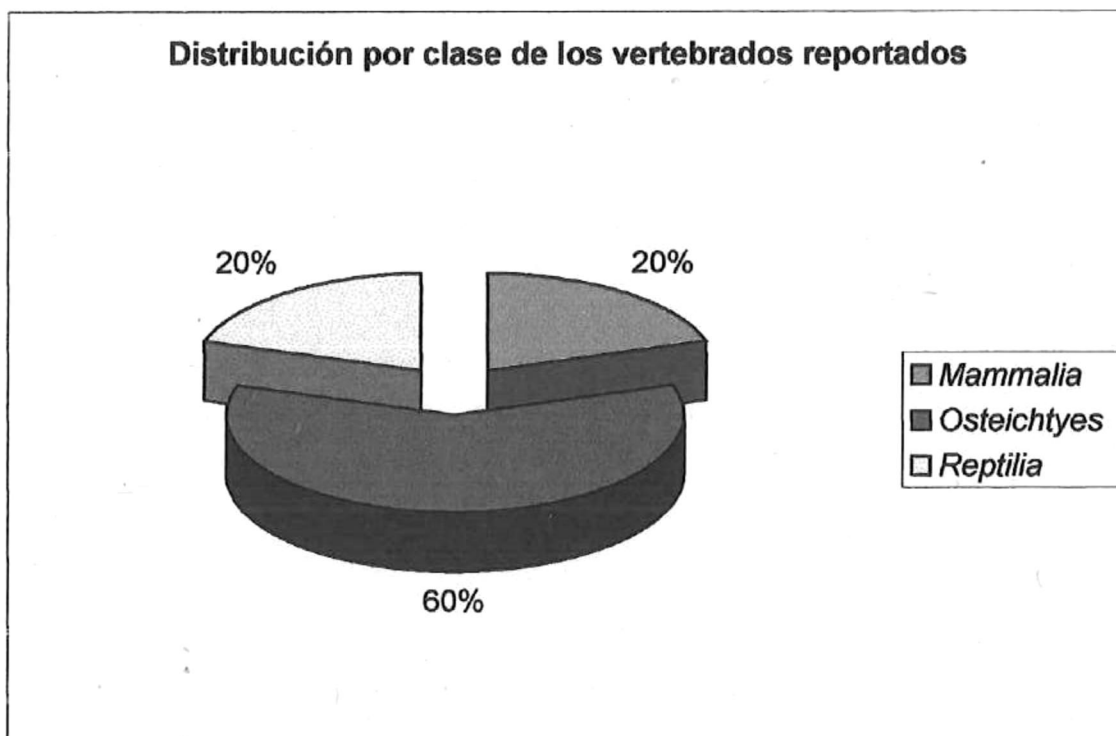


Figura 3 Distribución por clase de los vertebrados reportados

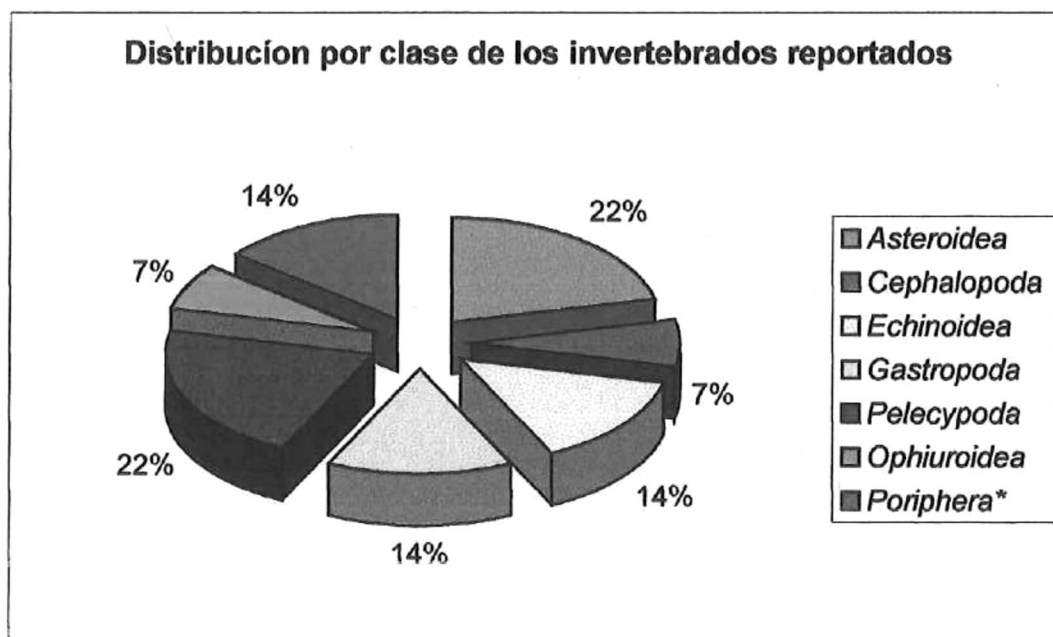


Figura 9 Distribución por clase de los invertebrados reportados. *En cuanto a *Poriphera* se menciona como *Phyllum* debido a que no todos los organismos fueron identificados.

6.1.2 Colecta de material.

Dentro del área de muestreo se seleccionaron 3 zonas de colecta (Fig. 7) con base en la determinación de estas en los resultados de las entrevistas de campo.

A pesar de que la mayoría de los organismos colectados se distribuían de manera homogénea a lo largo de la zona de estudio, los organismos con mejores efectos terapéuticos según las entrevistas, eran siempre encontrados en las mismas zonas. Por lo que, a cada zona corresponde un número limitado del total de organismos colectados y cada una de las especies se colectó exclusivamente en la zona reportada como de mejores resultados terapéuticos.

En conjunto, el esfuerzo ejercido en las 3 zonas sumó la colecta de 14 especies (Tabla 6).

Debido a la diversidad de uso de las muestras, el único ensayo factible a realizarse con la finalidad de compararlas con el muestreo aleatorio es el ensayo microbiano, para el cual, con base en su aplicación terapéutica, se disponen los organismos contemplados en la tabla 7.

Tabla 7 Organismos seleccionados para el ensayo antimicrobiano (con base en su uso terapéutico).

Número de Colección *	Nombre Científico	Nombre en Cmique Itom	Descripción/ Zona de colecta	Uso Terapéutico
EMM-10-SGTO	<i>Rixophora mangle</i>	Xnáazolea mixai	Propágulo de mangle rojo. Zona intermareal alta	Contra tifoidea, diarrea y disentería.
EMM-10 ³ - SGTO	<i>Rixophora mangle</i>	Xnáazolkam	Raíz de mangle rojo. Zona intermareal alta	Diabetes.
EMM-3-PTCH	<i>No identificada</i>	No registrado	Esponja blanca globosa encontrada entre los 10 y 15 metros de profundidad.	Desinflamante y analgésico, aún en heridas abiertas.
EMM-4-PTCH	<i>Leucetta losangelensis</i>	No registrado	Esponja blanca con oscula numerosos. Zona intermareal baja	Desinflamante y analgésico aún en heridas abiertas.
EMM-6-ITB	<i>Modiolus capax</i>	Satój inail	Mejillón, presenta un mato anaranjado característico. Zona intermareal alta	Cicatrización del cordón umbilical.
EMM-8-ITB	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	Xepeanosiml	Erizó púrpura. Zona intermareal	Anticancerígeno y contra infecciones vaginales.
EMM-11-SGTO	<i>Turbo sp</i>	Cotópis inali	Caracol turbante. Zona intermareal	Cicatrización del cordón umbilical

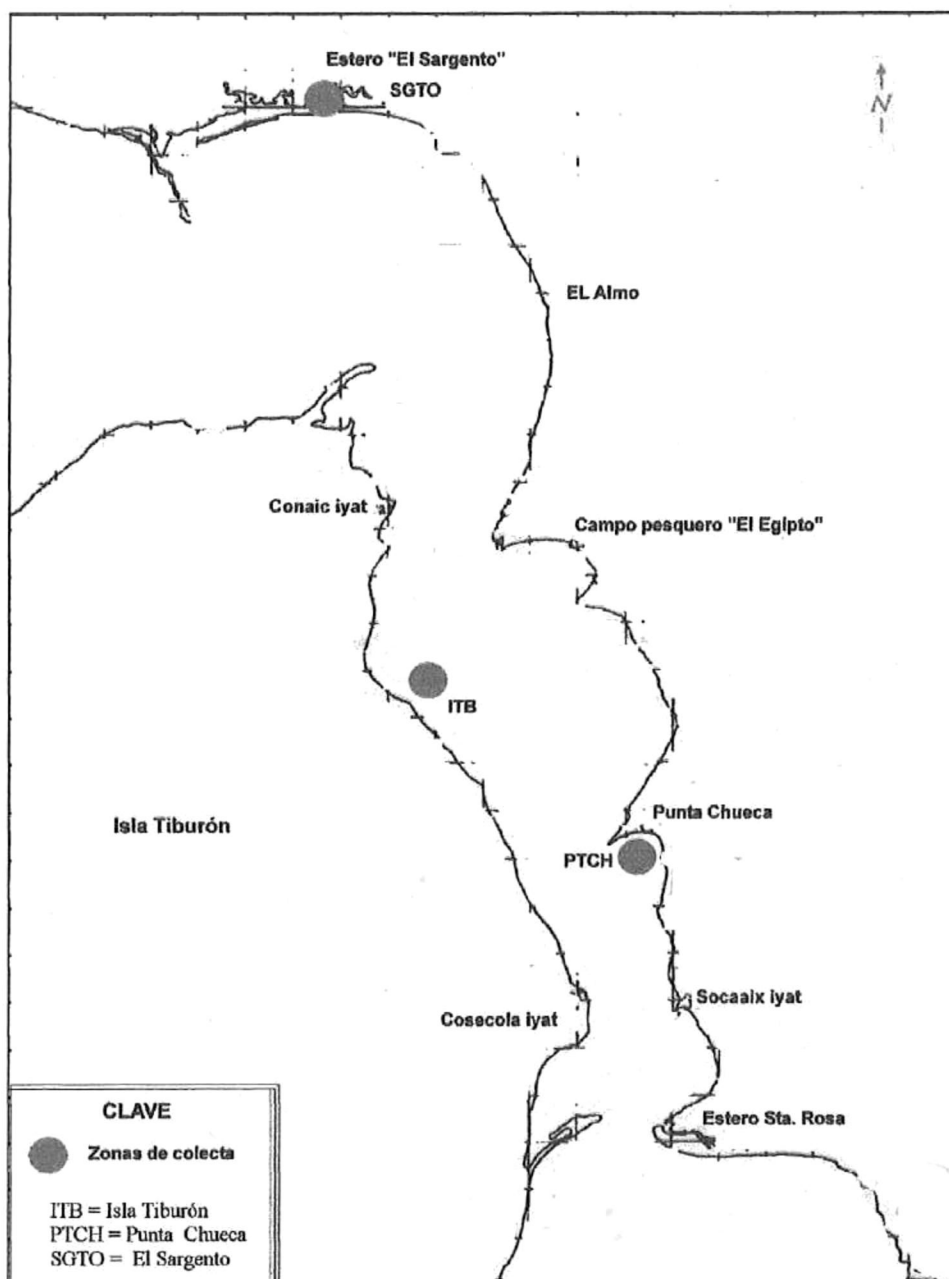


Figura 10 Zonas de colecta etnofarmacológica en el territorio autónomo Comcaac dentro de los municipios de Pitiquito y Hermosillo, Sonora

6.2 Resultados de la colecta aleatoria.

Utilizando el criterio de bioprospección aleatorio se colectaron 10 organismos de 4 Phylla distintos (Tabla 8).

Tabla 8 Organismos recolectados por medio del criterio aleatorio.

Clave de colecta	Nombre científico
PBA-1	<i>Acarnus erithacus</i>
PBA-2	<i>Anthopleura elegantissima</i>
PBA-3	<i>Mytilus edulis</i>
PBA-4	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>
PBA-5	Tunicado (no identificado)
PBA-6	Esponja (no identificada)
PBA-7	<i>Pisaster ochraceus</i>
PBA-8	<i>Geodia mesotriena</i>
PBA-9	<i>Dysidea amblic</i>
PBA-10	Esponja (no identificada)

Para efecto de simplificación estadística por medio de un muestreo pareado, de las 10 muestras colectadas de manera aleatoria, se resortearon 7, las cuales fueron dispuestas en el ensayo antimicrobiano.

6.3 Dosis letal media en *Artemia salina*.

Los niveles de actividad se determinaron con base en Meyer *et al.* (*Op cit.*), quienes señalan que los valores de CL_{50} para extractos de plantas medicinales y compuestos puros se consideran activos cuando este valor es $\leq 30 \mu\text{g/ml}$. Dado que los extractos provienen de un medio marino en el que el medio acuoso promueve una dilución más eficiente, se consideró que los criterios de bioactividad serían diferentes (Cárdenas, 2000). Los criterios de clasificación para este experimento se encuentran comprendidos en la Tabla 9

Tabla 9 Criterios de actividad utilizados para la clasificación de las muestras (Cárdenas, 2000).

$CL_{50} (\mu\text{g/ml})$	Criterio de Actividad
0 – 3	Muy activo
3.1 – 12	Activo
12.1 – 25	Moderadamente activo
>25	Actividad no significativa

Con base en estos criterios, las muestras fueron caracterizadas de acuerdo con su nivel de actividad (Tabla 10).

Tabla 10 Resultado de la prueba de bioactividad en contra de *Artemia salina*.

Muestra	$CL_{50} (\mu\text{g/ml})$ promedio	Actividad
EMM-10-SGTO	0.519533	Muy activo
EMM-10'-SGTO*	-----	No determinada
EMM-3-PTCH	10.34077	Activo
EMM-4-PTCH	4.841433	Activo
EMM-6-ITB	7.478067	Activo
EMM-8-ITB	0.0472467	Muy activo
EMM-11-SGTO	26.66	Actividad no significativa
EMM-12-SGTO	11.0947	Activo
EMM-13-SGTO	15.1363	Moderadamente activo
EMM-5-SGTO	3.4213	Activo
EMM-7-PTCH	9.0892	Activo
EMM-9-PTCH	4.06145	Activo

* En el caso de EMM-10'-SGTO, la actividad no pudo determinarse por ser el extracto en suspensión del mismo color y textura que el organismo de prueba.

6.4 Ensayo antimicrobiano.

6.4.1 Concentración efectiva para las muestras seleccionadas por criterio etnofarmacológico.

En extractos provenientes de plantas, la cantidad de muestra necesaria para determinar actividad microbiana no debe exceder 1mg de extracto sobre cada ml de cultivo (Mitscher *et al.* 1987). Con base en esto y aplicando el mismo criterio que se siguió para *Artemia salina* (Cárdenas, *Op. cit*), clasificamos el nivel de actividad de la concentración efectiva según la Tabla 11.

Tabla 11 Criterios de actividad utilizados para la clasificación del potencial antibiótico.

Concentración efectiva	Criterio de Actividad
0 – 10	Muy activo
10.1 – 30	Activo
30.1 – 90	Moderadamente activo
>90	Actividad no significativa

Con base en esto, las muestras seleccionadas mediante el criterio etnofarmacológico fueron caracterizadas de acuerdo con su nivel de actividad (Tabla 12). Es de notar que para las bacterias gram-positivas el porcentaje de muestras que se presentaron como muy activas sobrepasó el 57%, mientras que las muestras caracterizadas como muy activas en contra de bacterias gram-negativas solamente alcanzó el 21.42%.

Tabla 12 Actividad antimicrobiana de extractos crudos a partir de organismos marinos seleccionados mediante criterio etnofarmacológico.

Muestra	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>C. albicans</i>
EMM-10-SGTO	+++	+++	-	-	-
EMM-10'-SGTO	+++	+++	++	++	+++
EMM-3-PTCH	-	-	-	-	-
EMM-4-PTCH	+	+	++	+++	-
EMM-6-ITB	+++	-	-	-	-
EMM-8-ITB	+++	+++	++	++	+
EMM-11-SGTO	+++	++	+++	+++	-

- Actividad antimicrobiana no significativa, + Moderadamente activo, ++ Activo, +++ Muy activo.

6.4.2 Concentración efectiva para las muestras seleccionadas por criterio aleatorio.

Con base en los criterios establecidos en la Tabla 9, las muestras seleccionadas por medio de un criterio aleatorio fueron caracterizadas de acuerdo con su nivel de actividad. El bloque de muestras con mayor actividad presentó afinidad por las cepas gram-positivo incluyendo al 42.85% del total de las muestras seleccionadas por el criterio aleatorio, mientras que solo el 28.57% de las muestras logró alcanzar niveles altos de actividad en contra de las cepas gram-negativo. PBA-7 no presentó ningún grado de selectividad, presentándose así, como una muestra muy activa contra todas las cepas con excepción de *C. albicans*, contra la cual se muestra simplemente activa.. Hablando de otras muestras que lograron exhibir algún efecto contra el hongo levaduriforme, solo se puede mencionar a PBA-9 que presentó una actividad moderada. (Tabla 13).

Tabla 13 Actividad antimicrobiana de extractos crudos a partir de organismos marinos seleccionados a partir de un criterio aleatorio.

Muestra	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>C. albicans</i>
PBA-1	+++	+++	++	-	+
PBA-3	-	+	-	-	-
PBA-5	-	-	+	++	-
PBA-6	++	+++	++	+++	-
PBA-7	+++	+++	+++	+++	++
PBA-8	++	+++	++	++	-
PBA-9	++	++	-	+++	+

- Actividad antimicrobiana no significativa, + Moderadamente activo, ++ Activo, +++ Muy activo.

6.5 Comparación de la eficiencia entre los criterios de selección en la detección de organismos con propiedades biológicamente activas.

La idea de adoptar un índice de eficiencia para lograr hacer una valoración comparativa de los dos criterios de selección de material adoptados en esta investigación surge a partir de la dificultad estadística del tratado de los datos, los resultados de este índice se encuentran comprendidos en la Tabla 14, cabe destacar que las unidades que arroja esta herramienta son adimensionales.

Tabla 14 Índice de eficiencia por cepa bacteriana para cada uno de los criterios.

Cepa bacteriana	IE criterio etnofarmacológico	IE criterio aleatorio
<i>S. Aureus</i>	71.42	28.57
<i>B. subtilis</i>	14.28	14.28
<i>E. coli</i>	42.857	57.14
<i>P. vulgaris</i>	42.857	42.85
<i>C. albicans</i>	14.28	0

Los datos arrojados por el índice muestran como superior al índice etnofarmacológico solamente en los casos contra *S. aureus* y *C. albicans*, así también refleja la

superioridad del criterio aleatorio en contra de *E. Coli*, las dos cepas restantes se encuentran empatadas, por lo que a primera vista el criterio etnofarmacológico parece superior dada su efectividad contra el 40% de las muestras en comparación del 20% del criterio aleatorio. No obstante, consideramos necesario el someter los datos a una prueba de estimación e inferencia con dos muestras por medio de la varianza, para lo cual fueron preparados de acuerdo con la Tabla 15.

Tabla 15 Comparación en el porcentaje de especies con actividad antimicrobial para cada uno de los criterios de selección empleados.

Parámetro	Método de colecta	
	Etnofarmacológico	Aleatorio
Total de especies probadas	7	7
Porcentaje de extractos activos	60	74.29
Muy activo	34.28	28.57
Activo	17.14	28.57
Moderadamente activo	8.52	17.14
Actividad no significativa	40	25.71

Posteriormente se probó la normalidad de los datos dentro de ambos criterios para determinar su aptitud hacia la prueba estadística (Figuras 11-14). Una vez determinada la normalidad (Tabla 16) se realizó la prueba LSD de Fisher.

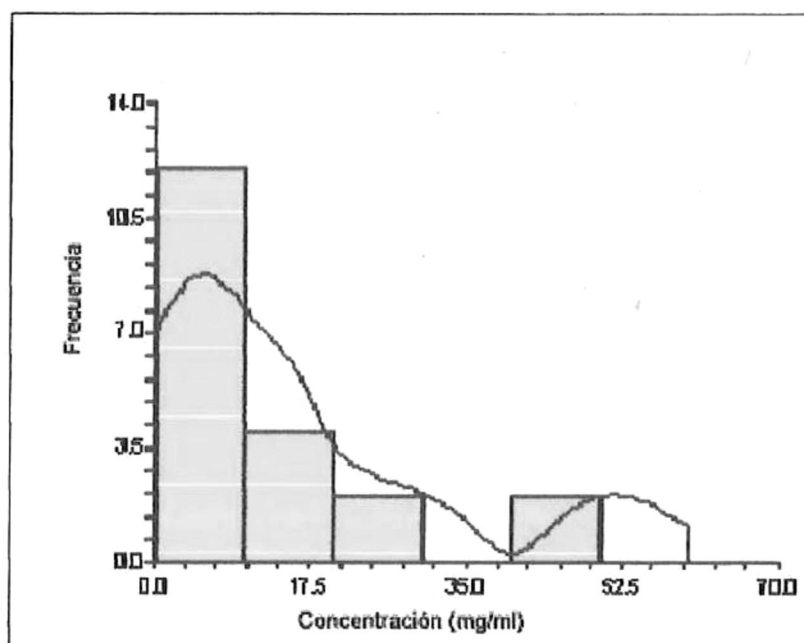


Figura 11 Histograma de frecuencias y tendencia de distribución de resultados en el ensayo antimicrobiano para las muestras seleccionadas mediante el criterio de selección etnofarmacológico.

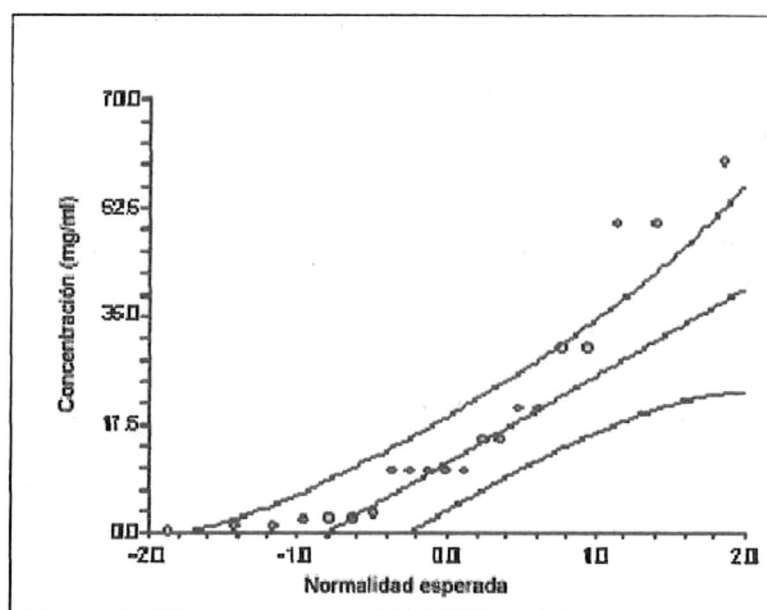


Figura 12 Gráfico de distribución para las muestras colectadas por selección etnofarmacológica que resultaron activas en el ensayo antimicrobiano. La tendencia normal esperada está demarcada por las curvas azules.

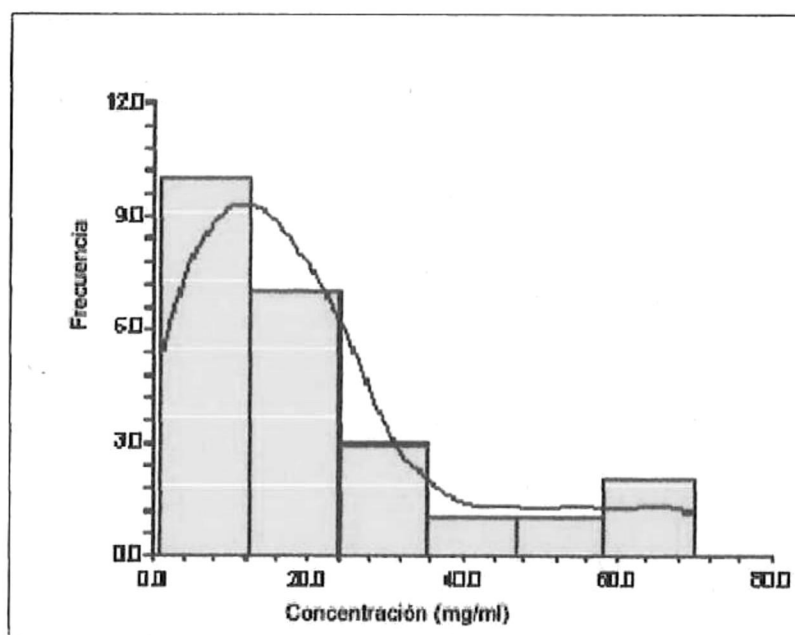


Figura 13 Histograma de frecuencias y tendencia de distribución de resultados en el ensayo antimicrobiano para las muestras seleccionadas mediante el criterio de selección aleatorio.

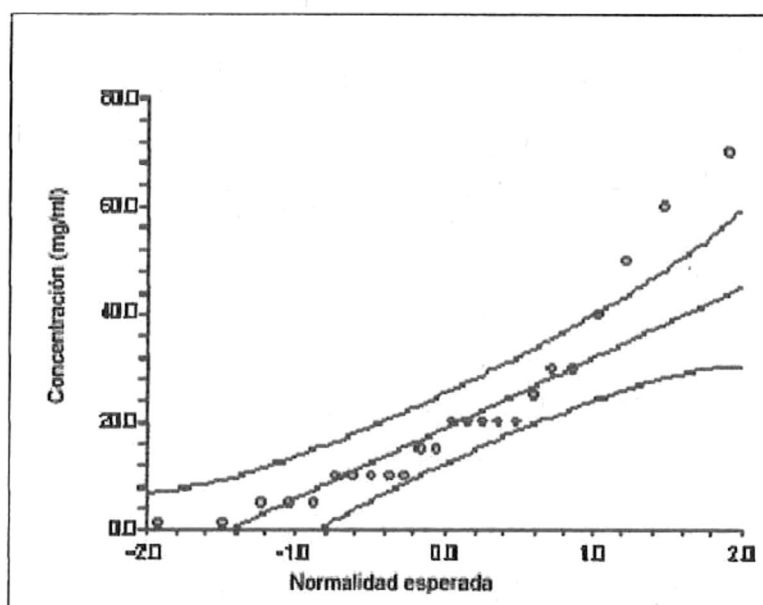


Figura 14 Gráfico de distribución para las muestras colectadas por selección aleatoria que resultaron activas en el ensayo antimicrobiano. La tendencia normal esperada está demarcada por las curvas azules.

Tabla 16 Pruebas de normalidad para los datos provenientes de muestras activas obtenidas a partir del ensayo microbiano.

	Valores	Probabilidad	Decisión
Asimetría Etnofarmacológico	2.4856	0.012932	No puede rechazarse la normalidad
Kurtosis Etnofarmacológico	1.0255	0.305145	No puede rechazarse la normalidad
Normalidad Omnibus Etnofarmacológico	7.2300	0.026917	No puede rechazarse la normalidad
Asimetría Aleatorio	2.7347	0.006243	No puede rechazarse la normalidad
Kurtosis Aleatorio	1.5681	0.116868	No puede rechazarse la normalidad
Normalidad Omnibus Aleatorio	9.9375	0.006952	No puede rechazarse la normalidad
Prueba de razón de varianza	1.0443	0.921104	No puede rechazarse igualdad de varianzas
Prueba modificada de Levene	0.0169	0.897052	No puede rechazarse igualdad de varianzas

Para determinar si existía suficiente evidencia estadística para afirmar la existencia de una mayor eficiencia por parte de alguno de los criterios de bioprospección de (Tabla 17).

Tabla 17 Resultado de la prueba LSD de Fisher para comparación múltiple.

Grupo Aleatorio	Conteo	Media	Diferencia con grupo Etnofarmacológico
Muy activo	10	6.677778	Activo, moderadamente activo
Activo	9	21.94444	Muy activo, moderadamente activo
Moderado	2	44.71944	Muy activo, activo

$\alpha = 0.050$ g.l. = 12 ESM = 28.4 valor crítico = 2.787577

Dado que ningún grupo presenta diferencias contra su equivalente jerárquico, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar la superior efectividad de un método por encima del otro.

7 DISCUSIONES

Durante el periodo de estudio, se desarrolló cada uno de los objetivos planteados al inicio de esta investigación. Se obtuvieron los resultados previamente mostrados, de los cuales, a continuación se describe y discute la información obtenida.

7.1 Registro etnofarmacológico

De los 24 organismos registrados, se encontraron 16 invertebrados, 5 vertebrados, 1 alga roja, 1 pasto marino y 1 halófito. Particularmente, la dominancia de los invertebrados en este registro no debe de sorprender, pues el Mar de Cortéz (excluyendo a los protozoarios unicelulares) alberga alrededor de 10,000 especies de invertebrados (Brusca, 1989).

En cuanto al modo de empleo, se recurre básicamente a 4 rutas de administración del remedio resumidas en la Tabla 18. De manera lógica, estas vías de administración y las preparaciones están íntimamente ligadas a la acción terapéutica que se intenta alcanzar (ejmplo: cicatrización – administración cutánea, combate de la diarrea – administración oral).

Tabla 18 Modos de presentación y administración de remedios y porcentaje de uso para cada modo.

Presentación / administración	Porcentaje de remedios preparados
Maceración/Cataplasma (cutánea)	16.666 %
Ingestión del organismo crudo (oral)	8.333 %
Infusión/Decocción (oral)	54.1666 %
Lavado del área afectada (cutánea/mucosas)	4.1666 %
Ungüento (cutánea)	16.6666 %

Por su parte, los usos dados a los organismos son diversos, en total 19. No obstante, algunos de los organismos son utilizados para ejercer la misma acción terapéutica, como es el caso de *Turbo sp.* y *Modiolus capax*, utilizados para cicatrizar el cordón umbilical.

En modo comparativo, 5 organismos llaman la atención con referencia a su uso tradicional; *Chelonea mydas* y *Pteria sterna*, concuerdan exactamente en uso con el reportado por Encarnación (1996), dentro de la medicina tradicional de Baja California Sur.

Hablando del mismo uso dado a diferentes miembros de una clase (*Asteroidea* y *Echinoidea*), respectivamente, los usos que se dan a los organismos *Echinaster temispinula* y *Strongylocentrotus purpuratus*, concuerdan con los que se dan a *Astropecten armatus* y *Echinometra vanbrunti*, también según Encarnación.

De manera similar, la investigación realizada por Fernández *et al.* (*Op. cit.*) sugiere coincidentemente, el uso de *Strongylocentrotus purpuratus* como remedio en contra de infecciones vaginales. Aunque el autor de manera muy sobria no se muestra concluyente en cuanto a la procedencia de los organismos marinos encontrados en la Ciudad de México, es necesario el enfatizar; primero, que no es objeto de este estudio esclarecer la procedencia de estos organismos y segundo, que no existe evidencia suficiente para relacionarlos con la etnia.

En cuanto a la posología, el 91.666 % de los remedios utilizan un solo ingrediente, quedando fuera de este grupo *Hippocampus ingens*, el cual se utiliza en conjunción con *Phataria unifascialis* y *Octopus sp.* que no se usa en conjunción con

ningún organismo marino, sino con cebo de vaca. Este último organismo, es considerado sagrado por la etnia debido a que se recurría a su cualidad expectorante antes de la caza del venado en los tiempos en que las armas de fuego no habían sido introducidas a la etnia. Por ello, se requería de un mayor esfuerzo físico para seguir al animal herido hasta que cayese muerto.

7.2 Colecta de organismos y disposición en la Colección de Referencia Etnomédica Marina UABC.

Mediante la entrevista se seleccionaron tres áreas de colecta dentro del Canal del Infiernillo, el cual separa la zona continental de la Isla Tiburón. El criterio de selección de estas tres áreas se basó en la supuesta mejor aptitud terapéutica (de acuerdo con los informantes) de los organismos ahí colectados.

La Colección de Referencia Etnomédica Marina UABC se compone de los 14 organismos colectados en esta investigación (Tabla 5), mas 6 organismos previamente adquiridos en el mercado de Sonora como parte del proyecto “Organismos Marinos en la Medicina Popular” dirigido por el M. C. Juan Antonio Fernández Apango.

La colección tiene por objeto el preservar los organismos marinos utilizados por las diferentes etnias del país en su medicina tradicional, para con ello perpetuar parte del patrimonio cultural de estas etnias, a la vez que se realiza la caracterización farmacológica de las sustancias derivadas de estos organismos.

Actualmente se encuentra albergada de manera provisional en el Laboratorio de Química Marina de la Facultad de Ciencias Marinas perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California.

7.3 Potencial de actividad biológica contra *Artemia salina*.

De los doce extractos evaluados se caracterizaron dos como muy activos, siete como activos, uno como moderadamente activo, uno con actividad no significativa y por ultimo uno cuya actividad no pudo ser determinada dadas sus características físicas, pues en dilución asemejaba al organismo de prueba en color, tamaño y textura.

Al observar en este estudio que la medicina tradicional de origen marino ofrece organismos biológicamente activos en contra de *Artemia salina*, salta a la vista la concordancia con los estudios de Balick (1990) y Cox & Ballick (1994) en donde se recalca el valor de la información etnomédica en la identificación de compuestos biológicamente activos.

Virtiando resultados discordantes entre muestras con el mismo uso terapéutico, mismo *Phyllum* y misma preparación, como en el caso de EMM-11-SGTO / EMM-6-ITB y casos menos extremos como EMM-3-PTCH / EMM-4-PTCH, es de notar que el organismo empleado tiene un efecto preponderante sobre la acción terapéutica, aún por encima del modo de preparación.

Siguiendo la hipótesis de universalidad zooterapéutica (Márques, 1994), todas las civilizaciones humanas con un sistema medico estructurado utilizan animales como fuente de medicamentos, de hecho los medicamentos zoogenicos han jugado desde

siempre un papel importante en las practicas curativas, así como en rituales mágicos y religiosos de la mayoría de las sociedades del mundo (Weiss, 1947, Angeletti *et al.* 1992, Rosner 1992). Dado lo anterior y tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, el traslape en los usos y organismos es común dentro de una etnia y es más probable aún encontrar este tipo de traslapes si existe una relación taxonómica estrecha entre los organismos. Por lo que no resulta extraño encontrar organismos de mismo genero siendo utilizados por dos grupos étnicos diferentes para fines diferentes, como es el caso de EMM-9-ITB, utilizada para combatir la hemorragia post parto y *Echinaster brasiliensis*, utilizada de manera popular en Brasil para combatir el asma (Medeiros, 1999). Esta relación sugiere la existencia de un vínculo quimiotaxonómico entre las dos especies, aunque sería ingenuo afirmarlo sin estudios puntuales al respecto.

En lo tocante a relacionar la actividad en contra de *Artemia salina* con los usos terapéuticos tradicionales, conviene recalcar que este es un ensayo de toxicidad general, el cual, solo indica la presencia de sustancias biológicamente activas, no sus mecanismos de acción, actividad biodinámica específica o potencial farmacológico preciso para una enfermedad determinada. Con lo que poco valdría señalar relaciones que probablemente correspondan al azar.

Sin embargo, la actividad toxicológica y farmacológica de una parte de los organismos incluidos en este ensayo han sido previamente revisadas por algunos autores (Baslow, *Op. cit.*), que no intentan referirlas o ni siquiera suponen su uso tradicional.

En el caso de EMM-11-SGTO, se ha reportado la existencia de una sustancia similar a la saxitoxina en las viseras del caracol. (Yasumoto & Kotaki, 1972). El aislamiento de este compuesto ($p\text{-HOC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{Cl}^-$) no ha sido previamente reportado para ningún organismo marino o para cualquier otra fuente natural (Hashimoto, 1979).

La existencia de agentes antiinflamatorios y analgésicos en esponjas (particularmente no esteroideos) ha sido anteriormente analizada e incluso se han llegado a obtener compuestos como el manoalide (De Silva & Scheuer, 1980) y el luffariellolide (Albizati *et. al.* 1987). Lo cual, coincide exactamente con el uso que la etnia da a EMM-3-PTCH y EMM-4-PTCH. En experimentos mas recientes se ha encontrado un efecto analgésico elevado en especies como *Mycale laxissima*, *Dysidea etheria*, *Ircinia felix* y *Tedania ignis* (Villate *et. al.* 1998).

En el caso de EMM-5-SGTO, podríamos hablar de un elevado número de sustancias de peso molecular bajo (péptidos y materiales proteinaceos) (Baslow, *Op. cit.*) como los posibles responsables de su actividad en contra de *Artemia salina*. Sin embargo, considerando que la acción expectorante buscada en su uso tradicional tiene por objeto mejorar súbitamente la condición físicoatlética para ir de cacería, uno solo de los agentes activos presentes llama la atención. La eledoisina ha probado tener efectos hipotensivos y vasodilatadores, aumentando el flujo sanguíneo coronario (Nakano, 1964) y produciendo una fuerte vasodilatación periférica (Bergamaschi & Glässer, 1964).

Curiosamente, la actividad desplegada por EMM-9-PTCH puede asociarse al material saponínico de carácter tóxico, propio de las estrellas de mar. Su efecto probado es altamente citotóxico (Baslow, *Op. cit.*), lo cual nos hace cuestionar los mecanismos de acción y la efectividad de su uso en el combate a la hemorragia post parto.

Por su parte, la alta actividad de EMM-8-ITB puede estar asociada a las propiedades tóxicas ampliamente revisadas por Halstead (1965) Alender y Rusell (1966) y Rusell (1967)

7.4 Dosis mínima inhibitoria y/o bactericida

El presente ensayo se llevó a cabo para determinar los efectos de los organismos cuyo uso tradicional podía revelar potencial antibiótico. El resultado indica que el 86% de los organismos posee cierta capacidad antibiótica. Únicamente EMM-3-PTCH se muestra como incapaz de producir una respuesta bactericida en contra de cualquiera de las cepas utilizadas.

Es de destacar que las muestras EMM-10-SGTO y EMM-10'-SGTO exhiben una gran actividad contra las cepas gram-positivas, pero solo la segunda lo sigue haciendo contra gram-negativas y es la única de las siete muestras que presenta algún tipo de actividad en contra de *C. albicans*. Curiosamente, esta muestra se utiliza de manera tradicional para el combate de la diabetes y no para el tratamiento de enfermedades infecciosas. Se decidió incluirla en el análisis debido a que forma parte del mismo organismo que EMM-10-SGTO, siendo la primera el propágulo y la segunda y más activa, la raíz de la planta.

EMM-8-ITB se presentó como la segunda muestra con mayor actividad dentro de las colectadas por medio del criterio etnofarmacológico. Es importante hacer notar que junto con EMM-10-SGTO, son las muestras cuyo uso tradicional evidencia de manera mas directamente una aplicación en contra de enfermedades infecciosas.

La muestra, EMM-4-PTCH presenta mayor selectividad hacia las cepas de carácter gram-negativo (Tabla 10).

7.5 Eficiencia del criterio de selección etnofarmacológico en contra del criterio de selección aleatoria.

A pesar de que el medio marino excede en diversidad al terrestre, la investigación y desarrollo de productos naturales marinos como agentes farmacológicos empieza hasta ahora a comportarse como una disciplina madura (Carté, *Op. cit.*). No obstante, el muestreo de todos los organismos marinos de manera aleatoria, con el fin de encontrar estos productos farmacologicamente aplicables, resultaría una tarea interminable, así como económicamente insostenible.

Aunque no existe una diferencia estadística significativa en la eficiencia de detección de organismos marinos poseedores de compuestos biológicamente activos entre las muestras obtenidas por cada uno de los criterios, se debe enfatizar que todos los organismos seleccionados con base en su uso etnomédico son utilizados en la medicina tradicional Comcáac para tratar un sinnúmero de padecimientos como se indica en la Tabla 5. Añadiendo, si bien no hay una superioridad estadística por parte de ninguno de

los dos criterios de bioprospección, tampoco existe evidencia estadística suficiente para desacreditar la eficiencia de cualquiera de ellos.

Aunado a los costos de acopio, traslado y procesado de muestras se deben de sumar los costos de los ensayos preeliminares que ayuden a ubicar la aplicación terapéutica que se puede dar a un nuevo agente químico. Sin embargo, al basarnos en el uso tradicional de cualquier organismo, podemos someterlo a pruebas específicas, pasando por alto los ensayos preliminares y ahorrando así gran parte de la inversión total necesaria para el descubrimiento de nuevos fármacos, siempre y cuando se trate de categorías terapéuticas en donde la relación causa-efecto entre tratamiento y cura sea obvia, pues de lo contrario tendremos una tasa de acierto muy baja (Soejarto, *Op. cit.*).

Lo anterior nos lleva a pensar que no existe un criterio de bioprospección infalible que brinde un 100% de resultados positivos. Por ello, sería recomendable la implementación del criterio de bioprospección etnofarmacológico como primer recurso cuando la información (aunque sea implícita) hable de la explotación tradicional de recursos naturales por parte de cualquier grupo étnico, para en caso de no existir dicha explotación, poder hacer uso de cualquiera de los otros criterios de bioprospección.

Por otra parte, la información etnofarmacológica vierte importantes pistas que van mas allá de la colecta, logrando incidir en el laboratorio. Es decir, el modo de conservación, preparación y administración nos habla indirectamente del mecanismo de acción de la sustancia (Souza, *Op. cit.*). En este sentido, se debe de acreditar al curandero como un científico, pues su esquema de trabajo se basa en una serie de observaciones sistematizadas del mundo que lo rodea, produce teorías que explican estas

observaciones y posteriormente utiliza estas teorías para generar predicciones acerca del futuro (Cox, 1995)

Esta acotación toma particular importancia al preguntar dentro de la comunidad porqué se usa determinado remedio, la respuesta usual es “porque funciona” (Felger & Moser, *Op. cit.*).

8 CONCLUSIONES

La etnia Comcáac utiliza por lo menos veintitrés organismos marinos en su medicina tradicional. Estos organismos son administrados por cuatro vías diferentes; lavado del área afectada, ungüento, cataplasma, e ingestión, las cuales dependen de la acción terapéutica que se pretenda ejercer. Los usos son en extremo diversos y van desde los fines estéticos (pérdida de peso) hasta la cura de enfermedades como la diabetes.

Existen tres zonas de colecta preferidas por los Comcáac para la colecta de organismos medicinales debido al mejor efecto terapéutico demostrado por estos organismos en comparación con los encontrados en otras zonas pertenecientes al territorio Comcáac. Dentro de estas zonas se lograron recolectar 14 organismos mismos que ahora conforman la "Colección de Referencia Etnomédica" UABC, albergada provisionalmente en el Laboratorio de Química Marina de la Facultad de Ciencias Marinas.

Doce organismos fueron probados en un ensayo contra *Artemia salina*. Entre estos, doce probaron tener cierto potencial de actividad biológica. Dos fueron caracterizados como muy activos, siete como activos y uno como moderadamente activo.

Todos los extractos obtenidos a partir de la medicina tradicional Comcáac, con excepción de uno, demostraron poseer actividad antimicrobiana.

No existe evidencia suficiente para probar una mayor eficiencia por parte alguno de los dos criterios de selección del material biológico utilizados en la detección de organismos biológicamente activos.

9 RECOMENDACIONES

La información que brinda este trabajo puede ser crítica para la selección de criterios de bioprospección en investigaciones posteriores. Hace notar la importancia del conocimiento surgido a partir de la interacción hombre-naturaleza, ofertando a las ciencias sociales como herramienta importante en el desarrollo de nuevos compuestos químicos útiles al ser humano.

Se recomienda la puesta en marcha de ensayos específicos para las muestras concernientes a este trabajo con base en su uso tradicional, debido a su importante representación en los resultados obtenidos. Al mismo tiempo, sería posible respaldar la información aquí presente y explicar los resultados obtenidos en este estudio. También se recomienda realizar investigaciones similares para todas las etnias del país que de algún modo se vinculen con el medio marino.

Es de igual modo recomendable, llevar a cabo una breve investigación etnobiológica de los recursos marinos antes de comenzar cualquier nueva caracterización, aislamiento y/o ensayo de compuestos químicos provenientes de organismos marinos, pues la utilidad del probable hallazgo puede encontrarse desde el principio o puede verse potenciada con una segunda utilidad.

9.1 Recomendaciones en la selección del grupo étnico de estudio.

La selección del grupo étnico a estudiar deberá estar basada en 4 características básicas.

1. Las sociedades deberán encontrarse localizadas en un área marina diversa y de fácil acceso.
2. Las sociedades deben haber permanecido en la región durante varias generaciones.
3. La mayor parte del sustento de las sociedades deberá provenir del medio marino, ya sea por que la porción terrestre que estos grupos habiten sea poco o nada productiva o por ser los recursos terrestres de difícil acceso en comparación a los marinos.
4. Las sociedades deben de tener una tradición marinera consumada.

9.2 Recomendaciones de campo.

Para fines de un mejor entendimiento (investigador-informante) de los padecimientos, es recomendable la elaboración de un catálogo fotográfico de enfermedades.

El respeto de la cosmovisión de otras culturas es primordial para el éxito en el desarrollo de la investigación etnológica.

10 LITERATURA CITADA

- Albizati, K.F. Holman, T. Faulkner, D.J. Claser, K.D. Jacobs, R.S. 1987. Luffariellolide, an anti-inflammatory sesterterpene from marine sponge *Luffariella* sp. *Experientia*. 43: 949-950.
- Alender, C. Russell, F.E. 1966. Pharmacology. In: Physiology of Echinodermata. R.A. Boolootian (Ed.) Interscience, New York. p. 529-543 In: Baslow, M. 1977. Marine Pharmacology. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Angeletti, L.R. Agrimi, U. Curia, C. French, D. 1992. Healing rituals and sacred serpents. *The Lancet*. 340: 223-225. In: Medeiros, E. 1999. Traditional use and sale of animals as medicines in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 7 (2): 6-9.
- Baker, J. 1984. Modern drug research: The potential and the problem of Marine Natural Products. In: Natural Products and Drug Development. P. Krogsgaard-Larsen, S. Brogger, H. Kofod, (eds.) Copenhagen. p 145-163.
- Balick, M.J. 1990. Ethnobotany and the identification of therapeutic agents from the rainforest. In: Chadwick, D.J. Marsh, J. (Eds.) *Bioactive Compounds from Plants*. Wiley, Chichester. In: Khafagi, I.K., Dewedar, A. 2000. The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 71: 365-368.
- Baslow, M. 1977. Marine Pharmacology. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Basurto, L. Bourillón & J. Torre. 2000. The role of a non governmental organization (NGO) in an emerging co- management regime: The Mexican Seri Indians' case study. The 8th Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property (IASCP). Bloomington, Indiana. USA., 8, 26.

- Bergamaschi, M. Glässer, A.H. 1964. Peripheral vasodilator action of eledoisin, bradykinin, and nitroglycerin in anesthetized dogs. *Circ. Res.* 15: 371-379. In: Baslow, M. 1977. *Marine Pharmacology*. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Bernard, H.R. Killworth, P.D. Kronenfeld, D. Sailer, L. 1985. The problem of informant accuracy: The validity of retrospective data. *Annual Review of Anthropology* 13: 495-517. In: Alexiades, M.N. 1996. *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. New York Botanical Garden. p.167- 278.
- Bowen, T. 1976. Seri prehistory. *Anthropological Papers of the University of Arizona* 27. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Briggs, C.L. 1986. Learning to ask: A sociolinguistic appraisal of the role of the interview in social science research. Cambridge University Press, New York. In: Alexiades, M.N. 1996. *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. New York Botanical Garden. p.167- 278.
- Brusca R.C. 1980 *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California* 2nd Ed. University of Arizona Press. Tucson. p.513
- Brusca R.C. 1989. In Kerstitch, A.1996. *Sea of Cortez Marine Invertebrates*. Sea Challengers Publication. p.114.
- Caballero, J. 1976. Perspectivas para el quehacer etnobotánico en México. In: A. Barrera. 1979. *La Etnobotánica: Tres Puntos de Vista y una Perspectiva*. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A.C. Xalapa, Veracruz. p 7-12.
- Cárdenas A. 2000. *Actividad Biológica en Esponjas y Tunicados de la Península de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. México p.19.
- Carté B.K. 1996. Biomedical potential of marine natural products. *Bioscience*. U.S.A. Vol XLVI. No. 4, 271, 273, 274.

Christophersen. 1991. In: Encarnación, R. 1996. Medicina Tradicional de Baja California Sur. Secretaría de Educación Pública, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 122 p.

Cox, P.A., Balick, M.J. 1994. The ethnobotanical approach to drug discovery. Scientific America. U.S.A. June. 82-87.

Cox, P.A. 1995. Shaman as scientist: indigenous knowledge systems in pharmacological research and conservation. In: Hostetman, Merson, Maillard and Hamburger (eds). 1995. Phytochemistry of plants used in traditional medicine. Claredon Press, Oxford. p 1-8.

De Silva, E. Scheuer, P. 1980- Manoalide, an antibiotic sesterterpenoid from the marine sponge *Luffariella variabilis* (Poleajaeff) Tetrahedron Lett. 21: 161-164. In: Villate, M.L. Fernández, M.D. Rosendo, A. Mustelier, E. Cabrera, B. 1998- Pesquisaje de propiedades antiinflamatorias y analgésicas en extractos de origen marino de Cuba. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 3 (2): 69-71.

Der Marderosian, A. Liberti, L. 1988. Natural Product Medicine. George F. Stickley Co., Philadelphia, U.S.A.. 7, 185-190.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 11/02/1975

Doig, M. Martin, D. Padilla, G. 1973. Marine bioactive agents: chemical and cellular correlates. In: Martin, D. Padilla, G. Marine Pharmacognosy: Action of Marine Biotoxins at a Celular Level. N.Y. Ac. Press. p 1-33.

Drake, R. J. 1953. Shells sold for medicinal use in Sonora and Sinaloa. El Palacio. Arts and Sciences in Southwest. Arizona, U.S.A. 151-153.

Elisabetsky, E. Gely, A. 1987. Plantes médicinales utilisées en Amazonie comme font potentiel de nouveaux agents thérapeutiques dans les cas d'allergie, thrombose et inflammation. Journal d' Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée. 36, p 143-145. In: Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of

medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.

Elisabetsky, E. Moraes, J.A.R. 1988. Ethnopharmacology: a technological development strategy. First International Congress of Ethnobiology. 2: 111-118. In: Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.

Elisabetsky, E. Wannamacher, L. 1993. The status of ethnopharmacology in Brasil. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 38: 137-143. In: Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.

Encarnación, R., Contreras, G. 1992. Medicina tradicional de Baja California Sur, México. *Revista Médica*. Instituto Mexicano del Seguro Social. México D.F. 30 (47): 297-307.

Encarnación, R. 1996. Medicina Tradicional de Baja California Sur. Secretaría de Educación Pública, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 122 p.

Farnsworth, N. Bingel, A.S. Soejarto, D.D. Wijesekera, R.O.B. Perea-Sasiain, J. 1981. Prospects for higher plants as a resource of useful fertility regulating agents for human use. In: Soejarto, D.D., 1996. Biodiversity prospecting and benefit-sharing: perspectives from the field. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 2: 1-4.

Farnsworth, N. 1984. The role of medicinal plants in drug development. In: *Natural Products and Drug Development*. P. Krogsgaard-Larsen, S. Brogger, H. Kofod, (eds.) Copenhagen. p 17-28.

Farnsworth, N. Akerele, A.S. Bingel, D. Soejarto, D.D. Guo, Z.G. 1985. Medicinal plants in therapy. *World Health Organization Bulletin*. 63: 965-981.

Farnsworth, N. 1988. Screening plants for new medicines. In: E.O. Wilson (ed) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C. (9)

- Faulkner D.J. 1992. Biomedical uses for natural marine chemicals. *Oceanus* 35, 29-35
- Felger, R.S., Moser, M.B. 1974. Seri Indian farmacopodia. *Economic Botany*. U.S.A. Vol XXVIII. No. 4, 430-431
- Felger, R.S., Moser, M.B. 1985 *People of the Desert and Sea. Ethnobotany of the Seri Indians*. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Fenical, W. 1997. Personal communication. In: Howard, J. 1997. *Marine medicine men; Searching tropical oceans for new cures*. Explorations. Summer 1997. Scripps Institution of Oceanography.
- Fernández, J.A., Fernández, N.C. 1997. Datos no publicados. In: Fernández, J.A. Narchi, N.E. Valle, G.A., Gómez, G. Lubinsky, D. 2002. *Organismos marinos en la medicina popular de México. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Herbolaria*. Consejo Mexicano de Investigación y Desarrollo de Productos Naturistas, A.C. pp. 17-25.
- Fernández, J.A. Narchi, N.E. Valle, G.A., Gómez, G. Lubinsky, D. 2002. *Organismos marinos en la medicina popular de México. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Herbolaria*. Consejo Mexicano de Investigación y Desarrollo de Productos Naturistas, A.C. pp. 17-25.
- Freeman, L. C. Romney, A.K. Freeman, S.C. 1987. Cognitive structure and informant accuracy. *American Anthropologist*. 89: 310-325. In: Alexiades, M.N. 1996. *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. New York Botanical Garden. p.167- 278.
- Gale, G. Kiser, J- 1967 *Antibiotic Resistance – Theory and Practice*. Trans. N. Y. Academy of Scientific Serology. II, 29: 960-968.
- Gilbert, B. 1997. Pontif. Acad. Sci. SCR. Varia. 10, II (9), 225. In: Williams, D. Stone, M. Hauch, P. Rahman, S. 1989. Why are secondary methabolites (natural products) biosyntetized?. *Journal of Natural Products* 52 (6): 1189-1208.

- Gleibs, S. Mebs, D. 1999. Distribution and sequestration of palytoxin in coral reef animals. *Toxicon*. Elsevier Science, Ireland 37, 1521-1527.
- Gorz, A. 1976. El carácter de clase de la ciencia y de los trabajadores científicos. *Foro Universitario* 2: 5-10. In: A. Barrera. 1979. *La Etnobotánica: Tres Puntos de Vista y una Prerspectiva*. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A.C. Xalapa, Veracruz. p 7-12.
- Gotshall, D.W. 1994. *Guide to Marine Invertebrates – Alaska to Baja California*. Sea Challengers Publication. pp.112.
- Grisanzio, 1992. In: Huffman, M.A. 1996. chemo – ethology of hominoid interactions with medicinal plants and parasites. Primate Research Institute, Kyoto University, Inuyama, Aichi, Japan. <http://jinrui.zool.kyoto-u.ac.jp/CHIMPP/CHIMPP.html>.
- Hafner, E. 1977: *Arnzneim- Forsch.* 27: 1897. In: Meyer B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E., Mc Laughlin, J.L. 1982. Brine Shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medical Plant Research*. Hippokrates Verlag GmbH. Germany, Vol XLV. p 31-34.
- Halstead, B.W. 1965. *Poisonous and Venomous Marine Animals of the World*. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 1: 537-662. In: Baslow, M. 1977. *Marine Pharmacology*. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Halstead, B.W. 1968. In: M. Martin, D. Padilla, G. 1973. *Marine bioactive agents: chemical and cellular correlates*.
- Halstead, B.W. 1992. *Dangerous aquatic animal of the world*. Mosby Year Book. USA. pp. XVII – XVIII.
- Hashimoto, Y. 1979. *Marine Toxins and Other Bioactive Marine Metabolites*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. p 249.

- Hastings, J. R., Humphrey. 1969. Climatological data and statistics for Sonora and northern Sinaloa. Technical Report on the Meteorology and Climatology of Arid Regions 19. University of Arizona, Institute for Atmospheric Physics. Tucson, AZ.
- Hawthornthwaite, D.L. 1996 Magnitude and Distribution of biodiversity. In M.T. Kalin-Arroyo and M.J. Samways. Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press. U.S.A.
- He, H. 2001. Lomaiviticins A and B, potent antitumor antibiotics from *Micromonospora lomaivitiensis*. Journal of the American Chemical Society, 123, 5362-5363. In: Ball, P. Life on sea life yields drug leads. Nature News Service / Macmillan Magazines LTD. June 2001. http://www.nature.com/nsu/nsu_pf/010614/010614-1.html.
- Howard, J. 1997. Marine medicine men; Searching tropical oceans for new cures. Explorations. Summer 1997. Scripps Institution of Oceanography.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 1991. XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. INEGI. Aguascalientes.
- Ireland C. Copp, B. Foster, M. McDonald, L. Radisky, D. Swersey, J. 1993. Biomedical potential of marine natural products. In: Attaway, D. Zaborsky, O. (Eds). Marine Biotechnology. New York Plenum Press. 1: 1-43.
- Ireland, C. Roll, D. Molinski, T. McGee, T. Zabriskie T. Swersey, J. 1988. Uniqueness of marine environments; categories of marine natural products from invertebrates. In: Fauton D. (ed.) Biomedical Importance of Marine Organisms. San Francisco, CA. California Academy of Sciences. p 41-57
- Joffe S, Thomas R. 1989. Phytochemicals: a renewable global resource. AgBiotech News Information. 1:697-700.

- Kaiser, G.E. 1999. Biol 203 Microbiology Laboratory Manual. <http://biology.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?site=http%3A%2F%2Fwww.cat.c.c.md.us%2Fcourses%2Fbio141%2Flabmanua%2Findex.html>
- Kemp, J.H. Ellen, R.F. 1984. Producing Data: Informal Interviewing Conduct. Academic Press, New York. In: Alexiades, M.N. 1996. Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual. New York Botanical Garden. p.167-278.
- Khafagi, I.K., Dewedar, A. 2000. The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. Journal of Ethnopharmacology. Elsevier Science, Ireland. 71.: p 365-368.
- Kelly – Gutierrez, L. 1997. Compuestos bioactivos de la esponja marina *Pseudosuberites pseudos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C., México.
- Kerstitch, A.1996. Sea of Cortez Marine Invertebrates. Sea Challengers Publication. pp.114.
- Kumar, P. 2003. Does indigenous knowledge contribute towards the benefits of bioprospecting?.IEG Seminar. February 28, 2003. Indiana Union Press.
- Lozoya, X. 1986. In: Encarnación, R. 1996. Medicina Tradicional de Baja California Sur. Secretaría de Educación Pública, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 122 p.
- Lozoya, X. 2002. Conferencia inaugural. Primer Congreso Latinoamericano de Herbolaria. Guadalajara, Jalisco.
- Macilwain, C. 1998. When rhetoric hits reality in debate on bioprospecting. Nature. 392. pp. 535-540. 9 April.

- Maldonado-Koerdell, M. 1940. Estudios etnobiológicos I. Definición, relaciones y métodos de la etnobiología. In: A. Barrera. 1979. La Etnobotánica: Tres Puntos de Vista y una Perspectiva. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A.C. Xalapa, Veracruz. p 7-12.
- Malone, M.H. 1983. The pharmacological evaluation of natural products general and specific approaches to screening ethnopharmaceuticals. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 8: 127-147. In: Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.
- Marques, J.C.W. 1994. A fauna medicinal dos índios Kuna de San Blás (Panamá) e a hipótese da universalidade zoterápica. Paper presented at the Annual Meeting of the Brazilian Society for the Progress of Science. Vitória, Brazil. In: Medeiros, E. 1999. Traditional use and sale of animals as medicines in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 7 (2): 6-9.
- Mebs, D. 2000. Toxicity in animals- Trends in evolution? *Toxicon*. Elsevier Science, Ireland 39 (2001) 87-96.
- Medeiros, E. 1999. Traditional use and sale of animals as medicines in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 7 (2): 6-9.
- Merk Index. 2003. http://www.merk.de/english/services/chemdat/catalogs/mibio/tedisdata/prod/4981-1_07228_0500_5000.html.
- Meyer B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E., Mc Laughlin, J.L. 1982. Brine Shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medical Plant Research*. Hippokrates Verlag GmbH. Germany, Vol XLV. p 31-34.
- Mitscher, L. A. Drake, S. Gollapudi, S.R. Okwute, K. 1987. A modern look at folkloric use of anti-infective agents. *Journal of Natural products*. 50: 1025-1040. In: Rios, J.L. Recio, M.C. Villar, A. 1988. Screening methods for natural products with antimicrobial activity: A review of the literature. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 3: 127-149.

- Moore, 1979. In: Huffman, M.A. 1996. chemo – ethology of hominoid interactions with medicinal plants and parasites. Primate Research Institute, Kyoto University, Inuyama, Aichi, Japan. <http://jinrui.zool.Kyoto-u.ac.jp/CHIMPP/CHIMPP.html>.
- Moser E. W. 1976. Unpublished document. The Seris. Instituto Lingüístico de Verano, A.C. <http://www.sil.org>
- Murphy, R. 1971. The Dialects of Social Life: Alarms and Excursions in Anthropological Theory. Basic Books. New York. In: Alexiades, M.N. 1996. Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual. New York Botanical Garden. p.167- 278.
- Nakano, J. 1964. Studies on the cardiovascular effects of synthetic eledoisin. Journal of Pharmacological Experiments Therapy. 145: 71-77. In: Baslow, M. 1977. Marine Pharmacology. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Pompa. G. 1983. Medicamentos Indígenas. Editorial América S.A. España. p 104, 107, 157.
- RAFI. 2000. Stop biopiracy in Mexico!: Indigenous Peoples Organisation from Chiapas Demand Immediate Moratorium: Mexican Government Says No to Bioprospecting Permits. October. Note 1.
- Randimbivololona, F. 1996. Research, valorization and exploitation of biological resources for medicinal purposes in the Malagasy Republic (Madagascar). Journal of Ethnopharmacology. Elsevier Science, Ireland 51: 195-200.
- Rausser, G.C. Small, A.A. 2000. Valuing research leads: Biodiversity prospecting and the conservation of genetic resources. Journal of Political Economy. 108 (1): 173-206.
- Rosner, F. 1992. Pigeons as a remedy for jaundice. New York state Journal of Medicine. 92 (3): 189-192. In: Medeiros, E. 1999. Traditional use and sale of animals as medicines in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 7 (2): 6-9.

- Rusell. 1967. In: Baslow, M. 1977. *Marine Pharmacology*. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Scheffler, L. 1987. *Indígenas de México*. Panorama Editorial S.A. México, D.F. p.3 - 4
- Schultes R.E., 1992. Ethnobotany and technology in the Northwest Amazon: A partnership. In: Flaster, T. 1996. *Ethnobotanical approaches to the discovery of bioactive compounds*. In : J. Janick (ed.), *Pogress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA. p. 561-565.
- Simpson, D. 1995. Biodiversity prospecting and biodiversity conservation. Presented at Financing Biodiversity Conservation. Hararem Zibabwe. 13-15 September, 1995.
- Sittenfeld, A. Artuso, A. 1995. A framework for biodiversity prospecting: The INBio experience. *Arid Lands Newsletter*. 37. Spring/Summer 1995.
- Soejarto, D.D. 1993. Role of logistics and politics in plant drug discovery: The other end of the spectrum. In: Soejarto, D.D., 1996. *Biodiversity prospecting and benefit-sharing: perspectives from the field*. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 2: 1-4.
- Soejarto, D.D., 1996. Biodiversity prospecting and benefit-sharing: perspectives from the field. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 2: 1-4.
- Solien, N. L., 1965. Medical beliefs of the urban folk in Guatemala. *América Indígena*. Instituto Indigenista Interamericano. México D.F. 25 (3): 322-323.
- Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.
- Suffness, m. Douros, j. 1979. Drugs of plant origin. *Methods in Cancer Research* 16: pp. 73-126. In: Soejarto, D.D., 1996. *Biodiversity prospecting and benefit-sharing*:

perspectives from the field. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 2: 1-4.

Sverdrup H. Johnson, M. Fleming, R. 1942. *The Oceans. Their Physics, Chemistry, and General Biology*. N. Y. Prentice-Hall, Inc. p 1-7.

Takeshita, C. 2001. Bioprospecting and its discontents: Indigenous resistances as legitimate politics. *Alternatives: Global, Local, Political*. 26 (3): 259-283.

Thompson, J.H., 1983. *Essentials of Pharmacology*. Harper & Row Publishing Co. 56: 543-555.

Trotter, . 1982. In: Souza Brito, A.R.M. 1996. How to study the pharmacology of medicinal plants in underdeveloped countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 54: 131-138.

United States Congress, Office of Technology Assessment. 1993. *Federal Support for Pharmaceutical Research and Development*. OTA-H- 522. Government Print Office. Washington D.C.

Usami, M. Satake, M. Ishida, S. Inoue, A. Kau, Y. Yasumoto, T. 1995. Palytoxin analogs from the dinoflagellate *Ostreopsis siamensis*. *Journal of the American Chemical Society*. 117, 5389-5390. In: Mebs, D. 2000. *Toxicity in animals- Trends in evolution? Toxicon* . 39 (2001) 87-96.

Villate, M.L. Fernández, M.D. Rosendo, A. Mustelier, E. Cabrera, B. 1998- *Pesquisaje de propiedades antiinflamatorias y analgésicas en extractos de origen marino de Cuba*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 3 (2): 69-71.

Wah Sam, T. 1993. *Toxicity testing using the brine shrimp Artemia salina*. *Bioactive Natural Products*. CRC Press, Oxford, U.S.A. p 441-447.

Weiss, H.B. 1947. *Entomological medicaments of the past*. *Journal of the New York Entomological Society*. 55: 133-168. In: Medeiros, E. 1999. *Traditional use and sale of animals as medicines in Feira de Santana City, Bahia, Brazil*. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 7 (2): 6-9.

- Weragoda, P.B. 1980. Some questions about the future of traditional medicine in developing countries. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Science, Ireland. 2: 193-194.
- Whyte, W.F. 1982. Interviewing in field research. In: Buegess (Ed.) *Field Research: A Sourcebook and Field Manual*. p.111-122. In: Alexiades, M.N. 1996. *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. New York Botanical Garden. p.167-278.
- Williams, D. Stone, M. Hauch, P. Rahman, S. 1989. Why are secondary methabolites (natural products) biosyntetized?. *Journal of Natural Products* 52 (6): 1189-1208.
- Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity. In: E.O. Wilson and F. M. Peters (Eds). *Biodiversity*. Academic Press, New York, p 3-18.
- Wilson, J.F. 2002. Retracing steps to find new antibiotics. *The Scientist* 16 (5): 24.
- Yasumoto, T. Kotaki, Y. In: Baslow, M. 1977. *Marine Pharmacology*. 2nd Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N.Y.
- Youngken, 1968. In: M. Martin, D. Padilla, G. 1973. *Marine bioactive agents: chemical and cellular correlates*.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Análisis*. Pretience-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. Second Edition. 718 pp.

ANEXO I

PERTINENCIA DE LA ETNOFARMACOLOGÍA EN LA OCEANOLOGÍA

Harald Ulrik Sverdrup nació en Sogndal el 15 de Noviembre de 1888 dentro de una familia noruega de teólogos, juristas y profesores.

Asistió a la academia militar de Oslo de 1907-1908. Posteriormente, fue aceptado en la Universidad de Oslo en donde estudió geografía física y astronomía. En 1911 se convirtió en asistente del meteorólogo Vilhelm Bjerknes, cuyo trabajo se mantenía bajo el auspicio del Instituto Carnegie de Washington.

Durante la II guerra mundial aceptó la posición de científico en jefe en la expedición ártica de Roald Amundsen a bordo del R/V Maud. Durante los siete años que pasó en el ártico, Harald Sverdrup descendió dos veces de la nave. Vivió por ocho meses con la etnia Chukchi de Siberia, una experiencia que posteriormente describiría en el libro *Hos Tundra-Folket*, publicado por Gylendal en Oslo en 1938.

Mientras esperaba que se efectuaran reparaciones en el R/V Maud, visitó varias instituciones americanas incluyendo el Instituto Scripps de Oceanografía en 1925.

En 1936, Sverdrup fue nombrado director del Instituto Scripps de Oceanografía, un puesto que aceptó por un periodo de tres años, que posteriormente se extendió a cinco. Estaba determinado a convertir la distante estación marina en un instituto oceanográfico de clase mundial. Amplió significativamente el presupuesto de la institución, a la par que organizó al personal para crear el primer estudio hidrográfico en forma dentro del Golfo de California.

El, en coautoría con Fleming y Jonson escribe el libro *The Oceans: Their Physics, Chemistry and General Biology* el primer libro de texto moderno versado exclusivamente en oceanografía. Este libro fue tan importante que durante la guerra su publicación fue demorada por consideraciones de seguridad nacional.

Harald Sverdrup es considerado uno de los oceanógrafos más trascendentes en la historia moderna.

Es en su libro anteriormente mencionado que Harald Sverdrup plasma los alcances de la oceanografía:

“Oceanography embraces all studies pertaining to the sea”

La Oceanografía abarca todos los estudios pertinentes al mar.

ANEXO II

CARTA COMPROMISO DE LA INVESTIGACIÓN⁶

Punta Chueca. Sonora a 3 de Noviembre de 2001.

Consejo de Ancianos del Gobierno Tradicional Comcáac Presente:

Por medio de la presente me permito presentarme. Mi nombre es Nemer Eduardo Narchi, soy tesista por parte de la Universidad Autónoma de Baja California y es mi intención realizar una investigación acerca de las propiedades medicinales de sus organismos marinos.

Ofrezco a cambio de la información que pudiera ser encontrada, la creación de un poster para la escuela tradicional, con la información resultante, así como una copia del manuscrito para el gobierno Tradicional Comcáac.

A la vez, me permito estipular que cualquier producto con valor comercial emanado de esta investigación pertenece al pueblo Comcáac, por lo que ni el proyecto al cual represento, ni el servicio social que me acompaña (Ángel Carrillo Rodríguez) veremos con fines de lucro la información que de esta investigación pudiera desprenderse.

Nemer E. Narchi Narchi

Ángel Carrillo Rodríguez

⁶ El original de esta carta está escrito a mano y se encuentra depositado en las oficinas del Gobierno Tradicional Comcáac en Bahía Kino, Sonora.

ANEXO III

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL INDÍGENA

La garantía indígena de poseer la propiedad intelectual es un derecho cultural inalienable, que permite a los grupos étnicos controlar quien debe de poseer y utilizar su conocimiento colectivo. Así como sus aplicaciones. Mucho de este conocimiento tiene un valor comercial, como es el caso de la etnomedicina, los cosméticos, las plantas de ornato, la comida, el folclor, las expresiones artísticas, artesanías, canciones, danzas, atuendos y rituales. De acuerdo con el concepto de derecho de propiedad intelectual, un grupo particular debe de determinar como es que el conocimiento indígena y sus productos pueden ser utilizados y distribuidos, así como el nivel de compensación requerido

Por lo anterior, resulta totalmente falto de ética lucrar con el conocimiento tradicional sin consultarlo con la etnia de la que emane, de misma manera, resulta antiético el no compensar los beneficios recibidos dentro de un modo de compensación concertado por el groso del grupo étnico en cuestión.

De Kottak, C.P., 2001. Cultural Anthropology. Mc Graw-Hill Higher education. New York. p 71

ANEXO IV

CÓDIGO PARA PROCESAR DATOS DL₅₀

```

%Cumulative - Programa para calcular la concentración letal media a
partir del metodo Reed - Muench
%Se recomienda utilizarlo si no se cuenta con una distribución normal
en los datos
%Creado por Nemer E. Narchi
%Universidad Autónoma de Baja California
%Septiembre de 2002
%Inserte los datos con ayuda del notepad en 3 columnas
% Concentración      # Acumulativo de organismos vivos
#Acumulativo de org. muertos

%i = input ('Número de concentraciones:');
    %if i <=2
        % error('Se requieren mas de tres concentraciones para correr el
programa, no tendría sentido correr sus datos')
    %end
m= load('sgto6.txt');
a= m(:,1);
d = log10(a);
f=m(:,2);
g=m(:,3);
plot (d,f,d,g,'r')

xlabel (' Logaritmo de la Concentración')
ylabel (' Número acumulativo')
title ('Concentración Letal Media')
    [x , y] = ginput(1);
        CL50 = 10^x
    % gtext ('Número de muertes acumuladas')
    %gtext ('Número de organismos vivos acumulados')
% 0 = input ('Desea correr una nueva serie. (0 = no 1 = si)');
%     if 0 <= 0
%         ('Gracias por utilizar el Programa Probit para Matlab de
Nemer Narchi')
%     elseif 0 >= 1
%         Cumulative

%     end

```

© 2001, Nemer E. Narchi. El uso de este programa solo podrá ser acreditado mediante permiso escrito del autor.