EFECTOS MEDIO AMBIENTALES Y SANITARIOS DE LOS DESHECHOS DEL CRUSTACEO *Emerita analoga* EN LA REGIÓN AREQUIPA

Blgo. Iván Paz Aliaga (***), Blgo. Marianela Chávez de Rebisso (**), e Ing. Q. Jorge Velásquez Salinas (***)

*** Profesor de la Universidad Católica Santa María y de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
**Profesor de la Universidad Católica Santa María de Arequipa
* Profesor de la Universidad San Agustín

RESUMEN

Los deshechos del crustáceo *Emerita análoga* presentes en las playas del litoral, son perjudiciales para la salud ambiental de las zonas costeras de la región Arequipa, debido a que se constituyen en un medio de cultivo para diferentes especies microscópicas de hongos y bacterias, las cuales pueden ser patógenas para el hombre y algunos animales domésticos; a pesar de ello, estos residuos contienen un componente de mucha utilidad y alta rentabilidad, la quitina.

Se propone un método de laboratorio para obtener quitina y luego quitosan, un derivado del polisacárido, a partir de los deshechos del camaroncillo. Asimismo, se investiga sobre la utilidad de quitosan administrado por vía oral en forma de cápsulas de 300 mg, para mejorar los perfiles lipídicos séricos de pacientes hipercolesterolémicos y la capacidad de este producto para reducir el peso corporal de personas con sobrepeso para su talla, edad y sexo.

Se estudia también la diseminación de los hongos microscópicos a través del aire en zonas donde abunda el deshecho, tipificándose las especies implicadas. Finalmente se elabora una Propuesta de un Plan de trabajo titulado "*Emerita analoga* medio de crecimiento para hongos microscópicos patógenos y alternativa económica para la ciudad de Mollendo"

INTRODUCCIÓN

La especie *Emerita analoga* conocida en nuestra región como “muy muy” o como “pulga de mar” en otros países, es un crustáceo de color gris, que alcanza un tamaño de hasta 35 mm de longitud por 25 mm de ancho (ver figura 1), se desarrolla en playas arenosas en la zona del oleaje, se distribuye desde Alaska hasta el norte de Chile; las playas de la región Arequipa son zonas de alta proliferación de la especie.

A pesar de ser un excelente recurso alimenticio para el ser humano (los pobladores del norte del país lo consumen), en el sur simplemente es utilizado por las aves depredadoras para tal fin, las cuales retiran la carne magra de los mismos dejando como desecho el exoesqueleto.

Desde hace muchos años nos inquieto la presencia de grandes cantidades de residuos de caparazones de *Emerita analoga* en las playas de nuestro litoral marino, sobre todo porque este material se acumula con el tiempo. Estudios preliminares realizados por nuestro equipo de investigación, demostró que ninguna especie animal que habita la zona, los utiliza como alimento pues carecen en su tracto digestivo de quitinasa, enzima encargada de la digestión de la quitina, componente mas abundante de los mismos. Asimismo, se observó que parte de este material era erosionado por las olas marinas, perdiéndose en el mar.

Estos exoesqueletos residuales no solo son el resultado de la depredación de las aves marinas sino también son el producto de las mudas o ecdisis propias de esta especie; este material que resulta ser desagradable para el turista que visita estos balnearios, se convierte además en un foco de contaminación, pues muchos microorganismos patógenos para el ser humano y animales domésticos, los utilizan como medio de cultivo.

En trabajos anteriores realizados por los autores, se han tipificado seis géneros de hongos microscópicos *Aspergillus, Curvularia, Penicillium, Alternaria, Cladosporium y Rhizopus,* además de las especies bacterianas: *Bacillus subtilis* y *E. coli.*

Los exoesqueletos de estos crustáceos así como los de cualquier otro artrópodo, contienen componentes muy útiles para el hombre, desde una proteína fibrosa conocida como queratina, diferentes carbonatos y un polisacárido llamado quitina; estas tres estructuras, le dan la dureza necesaria a estas caparazones para cumplir con su rol protector.

Figura N° 1.- Fotografía de *Emerita analoga*

Dentro de los componentes del exoesqueleto de los "camaroncillos" es de especial interés para nosotros el polisacárido quitina. La quitina es un homopolisacárido de unidades de N-acetil glucosamina, un derivado de la glucosa que contiene a diferencia, un grupo amino y luego un grupo acetilo unidos al carbono 2. Lo que hace a este polisacárido indigerible por enzima de vertebrado alguna, es el enlace beta 1→4 que forman sus unidades (ver figura 2)

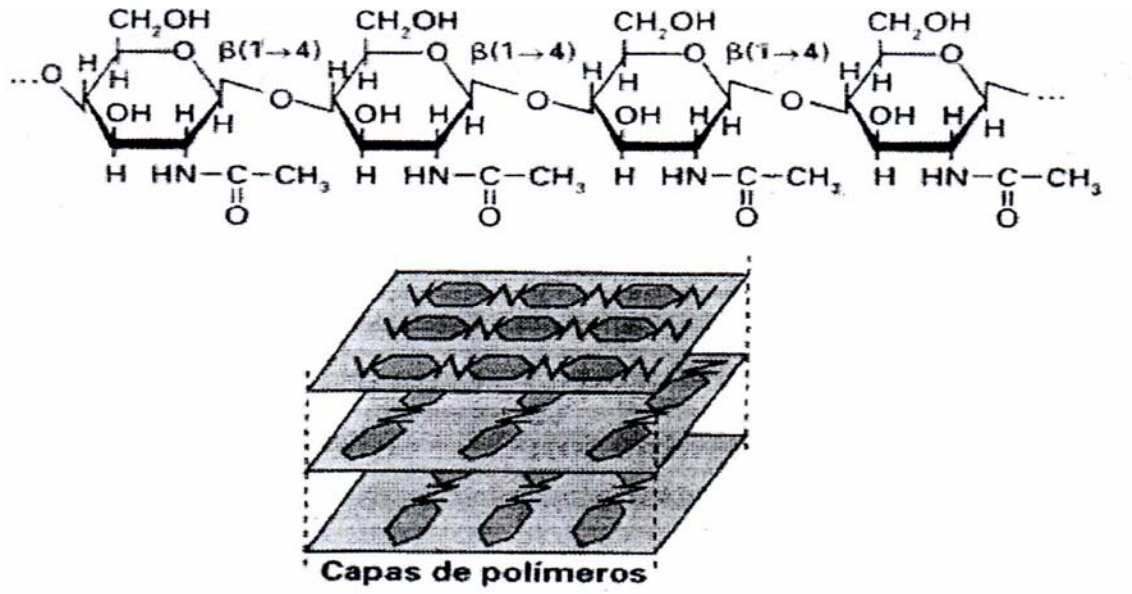


Figura 2.- Estructura química de la quitina

En los últimos años, la quitina así como sus derivados, han despertado un gran interés en la población científica, por el hecho de que se le está encontrando un gran número de aplicaciones:

En la industria Farmacéutica es utilizada en la elaboración de tabletas (como exipiente).

En protección ambiental, el quitosan o quitosano, un derivado de la quitina, se emplea como agente floculante para clarificar efluentes industriales y urbanos. La agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, en los últimos años, aprobó el uso del quitosan para la purificación del agua potable. También es usado como quelante de contaminantes como el mercurio, plomo, cadmio y elementos radioactivos como el uranio y el cobalto, así como en la remoción de plaguicidas.

En muchos países se está elaborando actualmente cartón, papel y películas a partir de la quitina para empaques.

En la industria alimentaria, ofrece consistencia a alimentos procesados, también se le emplea en la recuperación de proteínas residuales de las industrias alimentarias; en la reducción de sólidos totales, en la purificación de bebidas (aguas, jugos, cerveza, vinos, etc). El quitosan también se emplea como agente clarificante en los zumos de frutas reduciendo la turbidez de los mismos y retardando el pardeamiento enzimático en los jugos de manzana y pera. Son ingredientes funcionales para controlar la textura, estabilidad, mejorar el flujo de otros ingredientes, dar volumen, controlar la viscosidad y para incrementar el contenido de la fibra dietética.

En cosmética, en la fabricación de champús secos y lociones para el cabello.

En medicina, la quitina y el quitosan, se utilizan como secuestradores de sales biliares y anticoagulantes, también por su efecto benéfico sobre las bacterias intestinales; luego de tomar de 3 a 6 gramos por día de este polisacárido durante dos semanas, se reduce la intensidad de putrefacción intestinal, un cambio que podría prevenir enfermedades como el cáncer de colon, enfermedad con una lata incidencia en nuestro medio.

El quitosano no añade calorías y actúa como antiácido, reduce notablemente la placa dental, mostrando propiedades antibacterianas, siendo usado en la curación de úlceras y lesiones a nivel tópico. Se sabe asimismo que el quitosan estimula la producción de vitamina K.

Las nanopartículas del quitosan son eficientes vehículos para el trasporte de insulina a través de la mucosa nasal. En Medicina veterinaria una aplicación interesante es en nutrición animal, como fibra dietética y para favorecer el desarrollo de bifidobacterias en los animales.

Aprovechando que estos no se absorben, han sido empleados como acarreadores de enzimas, células, pigmentos, sabores y nutrientes; por ejemplo es utilizados para la pigmentación de especies acuícolas como truchas arcoiris y salmones, aumentando así su valor comercial. Otro uso que se le da es como medio de atrapamiento que permite la liberación controlada de ingredientes concentrados, agentes antimicrobianos y sustancias agroquímicas.

La quitina en forma de ungüento o polvo, obtenido a partir del carapacho de la langosta, es administrada actualmente en Cuba para restituir los tejidos dañados, en la terapia de úlceras crónicas, quemaduras, escaras, heridas en las manos y miembros superiores.

El quitosan interacciona con los lípidos reduciendo de esta forma su absorción y utilización lo que produce una disminución del peso corporal unido, a su vez, a un descenso del colesterol plasmático. Existen varias explicaciones al respecto, entre ellas se menciona el efecto de la viscosidad, interacción iónica, captación de ácidos grasos y sales biliares, atrapamiento de triglicéridos e inhibición de la lipasa pancreática. Cada gramo del polisacárido atrapa hasta 12 gramos de grasa; bajo condiciones fisiológicas el quitosan puede inmovilizar al menos de 4 a 6 veces su peso en lípidos.

La quitina es empleada también en la industria tabaquera.

Otra aplicación que tiene el quitosan es como protector de la invasión de microorganismos a ciertas plantas, esto permite cosechar frutos maduros los cuales al ser fumigados con la solución de quitosan, pueden perdurar más tiempo sin malograrse, evitando de esta forma la cosecha del fruto verde y esperar la maduración (durante el transporte por ejemplo) lo cual siempre rinde un producto de menor calidad.

Todas estas aplicaciones justifican el utilizar este recurso natural renovable como una posibilidad económica para las poblaciones costeras de nuestra región y mas aún sabiendo que no tenemos que depredar a la especie pues lo único que se va a utilizar son sus deshechos. Se abre pues una gran posibilidad de estudio y una excelente opción para las

poblaciones de Mejía, Mollendo, Camaná, Punta de Bombón, Quilca, Chala, entre las más importantes de la costa sur peruana, de implementar una empresa altamente rentable.

En países industrializados como Japón y Estados Unidos existen firmas comerciales dedicadas a la investigación y producción de quitina y sus derivados. Para tener una idea, solo en Japón existen cerca de 300 empresas millonarias, dedicadas a la explotación y comercialización de estos polisacáridos.

Actualmente hay una fuerte demanda mundial de quitina por parte de las empresas que utilizan este insumo, de allí que su costo sea tan elevado (cerca de 50 dólares el gramo del producto más puro), principalmente porque la materia prima empleada en el exterior son los exoesqueletos de langosta, los cuales requieren de un procesamiento más costoso.

Por esta razón el objetivo principal de nuestro estudio es generar fuentes de trabajo en la zona costera de la región Arequipa (Camaná y Mollendo principalmente), relacionadas con:

- Limpieza de playas
- Embalaje, almacenamiento y comercialización de los deshechos de camaroncillos
- Mejoramiento de los recursos turísticos a través de un mejoramiento sanitario
- Implementación de una Planta de transformación de este recurso natural renovable en un producto mas rentable que pueda ser comercializado
- En el futuro, utilizar estos productos para el desarrollo de nuestra Región, luego de instruir a las poblaciones aledañas sobre los grandes beneficios que tienen en distintas ramas de la economía y de la salud.

En nuestro Proyecto el cual ha sido subvencionado por el CIES (Consorcio de Investigación Económica y Social), hemos desarrollado 4 trabajos de investigación:

1.- Elaboración en el Laboratorio de quitosan a partir de exoesqueletos residuales de *Emerita analoga.* Este tiene como finalidad el mostrar que es posible obtener un producto a partir de estos residuos, a un costo relativamente bajo.

2.- Efecto del quitosan sobre los niveles de colesterol total, HDL colesterol y triglicéridos totales sanguíneos, en pacientes hipercolesterolémicos y efecto del quitosan como reductor de peso en pacientes obesos. Para sustentar experimentalmente algunas de las tantas aplicaciones de estos productos.

3.- Diseminación medio ambiental de los hongos microscópicos presentes en residuos de exoesqueleto de *Emerita analoga.*
En este trabajo queremos demostrar la importancia que tiene la limpieza de las playas de estos deshechos, labor que se debe realizar una vez por mes en temporada de frío (Abril a Noviembre) y una vez por semana durante el verano (de Diciembre a Marzo); con el correspondiente acopio y almacenaje de este material, para ser utilizado como materia prima posteriormente.

4.- Una Propuesta y Plan de trabajo sobre "*Emerita analoga*, medio de crecimiento para hongos microscópicos patógenos y alternativa económica para la localidad de Mollendo" con la intención de dar a conocer a la colectividad en general, los problemas y los alcances que tiene este recurso natural.

Se ha escogido la ciudad de Mollendo por ser la que está recibiendo la mayor afluencia turística en los últimos años y la que en el momento muestra la mayor cantidad del recurso.

A continuación vamos a presentar los cuatro trabajos de investigación desarrollados por nuestro equipo en el Centro de Investigación de la Universidad Católica Santa María CICA desde el 1 de abril del 2002 hasta el 31 de enero del 2003.

TRABAJO EXPERIMENTAL Nº 1

ELABORACIÓN DE QUITINA Y QUITOSAN A PARTIR DE EXOESQUELETOS RESIDUALES DE *Emerita analoga*

Blgo. Iván Paz Aliaga, Blgo. Marianela Chávez de Rebisso, Ing.Q. Jorge Velásquez Salinas y Q.F. Roxana Juárez Bueno

INTRODUCCIÓN

Existen distintos métodos de obtención de quitina y quitosan a partir de exoesqueletos de crustáceos, la mayoría de los cuales utilizan como materia prima langosta o cangrejo, debido a la gran producción y consumo de estos mariscos en los paises productores de estos polisacáridos. Los procedimientos propuestos tienen el mismo fundamento:

1º Despigmentación del material

2º Tratamiento con hidróxido de sodio en caliente para liberar proteínas que forman parte también de los caparazones.

3º Tratamiento con ácido clorhídrico en frio para eliminar los carbonatos en forma de anhídrido carbónico.

4º Tratamiento con hidróxido de sodio en caliente para desacetilar a la quitina (esto en la elaboración del quitosan).

Los residuos de los caparazones de *Emerita analoga* muestran una gran ventaja sobre los de otros crustáceos utilizados como materia prima para la obtención de quitina y quitosan y es que, por tratarse de un organismo más pequeño, el material por procesar es mas frágil, resultando una metodología más rápida y menos costosa.

Asimismo, la exposición de estos deshechos al sol, por un determinado tiempo, permite su despigmentación, sin necesidad de recurrir a métodos químicos costosos y/o drásticos que pueden disminuir la calidad de los productos derivados.

OBJETIVOS

1º Obtener un quitosan con la suficiente pureza que nos permita usarlo como fibra dietética, en forma de cápsulas de 300 mg, para ser administradas por vía oral a pacientes voluntarios que padecen de hipercolesterolemia y/u obesidad.

2º Encontrar la metodología laboratorial mas rentable en la obtención de quitosan.

MATERIAL

Hidróxido de sodio
Acido clorhídrico
Agua destilada
Beakers de 1 litro
Probetas de 1 litro
Embudos de vidrio
Baguetas de vidrio
Pizetas
Pipetas de 25, 10 y 5 ml.
Balanzas
Frascos de un litro de vidrio acaramelado y plásticos
Molino de granos
Mecheros Bunsen
Agitadores mecánicos
Refrigeradora
Encapsuladora manual
Trípodes con malla de asbesto
pH metro
Cernidores de plástico
Frascos de plástico con tapa hermética de 250 cc
Cásulas de 300 mg
Etiquetas
Medios de cultivo para el control de calidad
Cromógenos para la determinación de impurezas

METODOLOGÍA

Para la elaboración de los frascos de quitosán, se tomaron las normas presentadas en el anexo 1. La metodología desarrollada tuvo las siguientes etapas:

1º Recolección de los residuos de camaroncillo en las playas de Camaná o Mollendo

2º Transporte del mismo al laboratorio del CICA en bolsas de rafia

3º Zarandeo del material para eliminar la arena

4º Separación de los materiales contaminantes

5º Lavado con agua corriente

6º Secado en la estufa

7º Molienda del material

8º Tratamiento con Hidróxido de sodio al 4% en caliente

9º Eliminación del sobrenadante y enjuagado

10º Tratamiento con ácido clorhídrico 0,1N en frio

11º Eliminación del sobrenadante y enjuagado

12º Tratamiento con hidróxido de sodio al 40% en calor

13º Eliminación del sobrenadante y enjuague

14º Enjuagado con agua destilada hasta alcanzar un pH de 6,0

15º Secado

16º Encapsulado

17º Control de calidad

18º Envasado

RESULTADOS

La presentación del producto fué en frascos de plástico esterilizados y herméticamente cerrados con una capacidad de 250 cc y que contenían 270 unidades de cápsulas de quitosan de 300 mg cada una.

El producto obtenido pasó nuestras pruebas de control de calidad, referentes a pH, contaminación microbiana, contenido de impurezas, tamaño de las partículas, características organolépticas, peso de las cápsulas y presentación.

El material contó con la aceptación de los pacientes voluntarios.

Se realizaron pruebas de control de calidad durante un periodo de un mes luego del envasado, tiempo en el cual nuestro producto no sufrió ningún tipo de alteración.

Para los estudios posteriores, se recomendó a los pacientes que consuman sus cápsulas en un tiempo no mayor de un mes.

RECOMENDACIONES

1º Realizar trabajos de investigación tendientes a disminuir el costo de este producto

2º Mejorar la metodología para obtener un producto con un alto grado de pureza, que pueda competir en el mercado internacional

3º Determinar a través de pruebas de control de calidad, el tiempo de expiración del producto elaborado en nuestro laboratorio.

4º Determinar la necesidad y el tipo de preservante que se debe usar para una mayor duración.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Bilbao, O. Evaluación de quitina en preparaciones farmaceuticas, Tesis Doctoral en Ciencias Farmaceuticas. Universidad de la Habana, Cuba. 1993

2.- Hirano, S. and Nagao, N., Agric. Biol. Chem., 52, 2111, 1988.

3.- Muzzarelli R. The production of chitosana of superior quality, J. Appl. Biochem, 3:316-321, 1981.

4.- Nieto, O. Quitina: Su estudio y utilización como fármaco acelerador de la cicatrización, Tesis Doctoral en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de la Habana, Cuba. 1993

5.- Skujins,J. et. al., Arch. Biochem. Biophys., 111, 358. 1965.

TRABAJO EXPERIMENTAL Nº 2

Efecto del quitosan sobre los niveles de Coleterol, HDL colesterol y triglicéridos sanguíneos en pacientes hipercolesterolémicos y en pacientes obesos

Blgo. Iván Paz Aliaga (*), Blgo. Marianela Chávez de Rebisso (**), Ing.Q. Jorge Velásquez Salinas (*) y Q.F. Roxana Juárez Bueno (***).
Centro de Investigaciones de la Universidad Católica Santa María de Arequipa (CICA).

* Profesor investigador del CICA, Profesor de la Universidad Católica Santa Maria y Profesor de la Universidad San Agustín
** Profesora investigadora del CICA y Profesora de la Universidad Católica Santa Maria
*** Profesor de la Universidad San Agustín

Palabras importantes: QUITINA, QUITOSAN, COLESTEROL, ACIDOS BILIARES, EXOESQUELETO, POLICATIÓN, *Emerita analoga*

INTRODUCCION

La quitina que se obtiene de los deshechos del crustáceo *Emerita análoga* muestra muchas ventajas sobre la obtenida de otras especies, esto se debe a que la materia prima tiene un menor tamaño, es más suave a la molienda y ha sido despigmentada por la radiación solar, el tiempo que permanece en la playa como residuo. Estas ventajas redundan en una mayor rentabilidad del proceso para obtener el producto.

El quitosan, es un derivado de la quitina que se obtiene luego de su desacetilación química; al igual que su precursora, tiene la característica de ser un polímero con muchas aplicaciones, pero a diferencia de esta, expone cargas positívas por ser un aminopolisacárido, comportándose como un **policatión;** este compuesto comparte ciertas características de fibra dietética similar a los polisacáridos de los vegetales, los cuales son indigeribles por las enzimas humanas. Varios estudios han mostrado que el quitosan tiene efecto hipocolesterolémico en modelos animales: LeHoux and Grondin 1993, Razdan and Pettersson 1994, Sugano et al. 1978 and 1980.

La presencia de pacientes con hipercolesterolemia y/u obesidad, a pesar que es propia de las poblaciones industrializadas, están aumentando en nuestro medio, debido fundamentalmente a los nuevos hábitos alimenticios que nuestros pobladores están adquiriendo. Esto trae como consecuencia un aumento en la incidencia de cardiopatías, aumentando también el índice de mortalidad por estas enfermedades.

En el presente trabajo experimentaremos con un producto nuevo, para mejorar los perfiles lipídicos sanguíneos de personas que lo tienen alterado y para disminuir el peso corporal en obesos. Este producto, es elaborado a partir de los deshechos de "muy muy" *Emerita analoga*, siendo el proceso tan sencillo y rentable, que se propone como una opción de elaboración y comercialización para los pobladores de las localidades del litoral de nuestra región. Asimismo, queremos mostrar tan solo una de las múltiples aplicaciones que tiene este producto.

OBJETIVOS

- Determinar si el quitosan elaborado a partir de residuos de exoesqueleto de *Emerita analoga*, disminuye los niveles de colesterol total sanguíneo en pacientes con hipercolesterolemia
- Determinar si el mismo quitosan mejora otros valoreses lipídicos séricos de estos pacientes como triglicéridos totales y HDL colesterol
- Determinar si el quitosan elaborado a partir de exoesqueleto de *Emerita analoga* disminuye el peso corporal de pacientes obesos.

MATERIAL

* MATERIAL BIOLÓGICO:

Para el trabajo de colesterol, participaron 10 personas adultas, voluntarias, cuyas edades oscilaban entre 35 y 65 años, con niveles séricos del esteroide por encima de los 250 mg %; no fué variable ni el sexo ni la edad de los mismos. Para el estudio de obesidad, fueron también 10 personas voluntarias pero con un sobrepeso mayor del 10% del correspondiente a su talla, edad y sexo; igualmente adultas y con edades comprendidas entre 26 y 65 años.

Se consideró como criterios de exclusión, el que estén recibiendo tratamiento contra la hipercolesterolemia en el caso del primer grupo, o estén realizando algun tipo de dieta para bajar de peso para el segundo; asimismo, se descartó a las personas alérgicas al consumo de camarón.

La población experimental llenó previamente una ficha personal en la cual consignaba datos referentes a edad, sexo, peso, talla, presión arterial, hábitos alimenticios, algún tipo de patología presente en el momento de la prueba, algún tipo de medicamento administrado antes de la prueba, si hacía ejercicio, si fumaba, si ingeria bebidas alcoholicas o cualquier otro dato que fuese relevante para el trabajo (ver Anexo 2).

* MATERIAL Y EQUIPOS:

- Kits para la determinación de colesterol total sérico, HDL colesterol sérico y triglicéridos totales séricos de Laboratorios Wiener, 2000 Rosario-Argentina
- Alcohol yodado

- Algodón
- Ligaduras
- Jeringas descartables de 5 ml.
- Pipetas de 1, 2 y 5 ml.
- Micropipetas automáticas de 10 y 50 ul.
- Tubos de ensayo de 5 ml.
- Tubos Ependorf
- Espectrofotómetro Micro Lab
- Baño maria termoregulable
- Centrífuga
- Refrigeradora
- Cápsulas de quitosan de 300 mg, presentadas en frascos de plástico esterilizados, conteniendo 270 unidades.

METODOLOGÍA

Para la determinación de colesterol total, HDL colesterol y triglicéridos, los pacientes tenian que pasar por un periodo de ayuno de 10 horas como mínimo, antes de la toma de muestra; se trabajó con suero sanguíneo.

Para la determinación del peso corporal, los voluntarios fueron pesados en una balanza de precisión los días sábados de cada semana, a la misma hora (entre 6 y 8 de la mañana) y sin haber desayunado.

A cada persona se le hizo una determinación basal, antes de recibir el tratamiento. El tratamiento consistía en ingerir entre 2 a 4 cápsulas de 300 mg de **quitosan** antes de la ingesta de cualquier alimento; el número de cápsulas dependía de la cantidad de grasa que contenía el alimento. El tratamiento se desarrollo en aproximadamente 2 meses (9 semanas). Las cápsulas fueron administradas con un vaso de agua o en el mejor de los casos con jugo de naranja o limonada, para un mejor efecto.

Determinación de colesterol total sérico:

Se empleó el método enzimático de Wiener lab el cual es una reacción acoplada que tiene el esquema de reacción siguiente:

- ésteres de colesterol $\xrightarrow{\text{lipasa}}$ colesterol + ácidos grasos
- colesterol + 0_2 $\xrightarrow{\text{colesterol oxidasa}}$ colesterol-3-ona + H_2O_2
- H_2O_2 + 4 aminofenazona $\xrightarrow{\text{peroxidasa}}$ quinona coloreada + H_2O

La lectura se hace en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 505nm.
Valores de Referencia: Hombres de 172 a 248 mg%
Mujeres de 175 a 240 mg%

Determinación de HDL colesterol sérico:

Se usó también el Kit de la Wiener lab para este fin, el cual utiliza sulfato de dextran en presencia de iones magnesio, para precipitar a las LDL y VLDL de la muestra de suero, de tal suerte que en el sobrenadante permanecen solo las HDL; en este sobrenadante se determina el colesterol utilizando el método anterior, para así obtener el colesterol de estas lipoproteínas.
Valores de referencia: Hombres de 30 a 70 mg%
Mujeres de 30 a 85 mg%

Determinación de triglicéridos totales séricos:

Se empleó el método enzimático de la Wiener lab el cual utiliza reacciones acopladas con el siguiente esquema reaccional:

- triglicéridos $\xrightarrow{\text{Lipasa lipoproteica}}$ glicerol + ácidos grasos
- glicerol + ATP $\xrightarrow{\text{glicerol quinasa}}$ glicerol-1-P + ADP
- glicerol-1-P + O_2 $\xrightarrow{\text{glicerol fosfato oxidasa}}$ H_2O_2 + dihidroxiacetona fosfato
- $2H_2O_2$ + 4-aminofenazona + clorofenol $\xrightarrow{\text{peroxidasa}}$ quinonimina roja

Se hace la lectura en el espectrofotómetro usando una longitud de onda de 505 nm.
Valores de referencia: entre 35 y 165 mg%

Estadística
Se evalua la variación final luego de 9 semanas (63 días) de tratamiento, respecto al basal; asimismo, se obtienen las tendencias durante el tratamiento.
Los resultados se expresan como el promedio de los 10 integrantes de cada grupo.

RESULTADOS

Como puede apreciarse en la Tabla 2.1, seis de los pacientes disminuyen sus niveles de colesterol sérico en lo que dura el tratamiento, en tanto que dos personas aumentan su basal ; si consideramos los ocho datos en conjunto **(#)**, el promedio es una disminución

(#): El número de pacientes fué de 8 y no de 10 como indica la metodología, debido a que dos de ellos no concluyeron el tratamiento, el primero por ser un paciente con problemas hormonales, el cual tuvo que recibir tratamiento distinto y el segundo por razones de viaje.

de 24,8 mg%, valor con una significancia importante en el tratamiento de la hipercolesterolemia. Los resultados tienen un rango de variación desde una disminución de 112 mg% hasta un aumento de 19 mg%

En relación a las tendencias para colesterol total, existe cierta concordancia respecto al valor de variación, con un promedio de 12,3 mg% de disminución. El rango varía desde una disminución de 43 mg% hasta un aumento de 23 mg%.

TABLA Nº 2.1

Efecto del Quitosan sobre los niveles de Colesterol Total, HDL Colesterol y Triglicéridos Totales Sanguíneos en Pacientes Hipercolesterolémicos

Código del paciente	**Colesterol Total (mg%)**		**HDL Colesterol (mg%)**		**Triglicéridos (mg%)**	
	Variación	Tendencia	Variación	Tendencia	Variación	Tendencia
001	-6	+1	+2	0	+26	+36
002	-28	-11	+8	+13	-29	-42
003	+19	+23	-6	-1	-26	+138
004	+14	+12	+12	+11	+12	+36
005	-112	-38	+19	-7	-24	-113
006	-5	-18	+10	+3	-260	-201
007	-55	-43	-1	-1	+21	+29
008	-25	-24	+7	+5	-10	-5
PROMEDIO	**-24,8**	**-12,3**	**+6,4**	**+2,9**	**-36,3**	**-15,3**

Los datos corresponden a ocho pacientes de ambos sexos con edades comprendidas entre 35 y 65 años, los cuales fueron tratados con cápsulas de quitosan durante nueve semanas (63 días); la **variación** corresponde a la diferencia respecto al basal, luego del tratamiento. Las **tendencias** miden las variaciones de los datos recolectados por semana en lo que dura el tratamiento.

En la figura 2.1 puede observarse mejor el grado de disminución de los niveles de colesterol promedio en los pacientes tratados con quitosan, a través de un histograma

Respecto a los niveles de HDL colesterol, vemos que la mayoría de los voluntarios (seis exactamente) en los 69 días de tratamiento, aumentó este parámetro, en tanto que dos de ellos lo disminuyeron; el promedio considerando todos los datos, es un aumento de 6,4 mg%. El rango de variación es desde -6 hasta +19 mg%.

La tendencia es también de aumento de 2,9 mg% de HDL colesterol, lo cual guarda algo de concordancia con los datos de variación; con un rango que va desde el valor de -7 hasta + 13 mg%.

En la figura 2.1 podemos observar el aumento promedio de HDL colesterol en nuestros pacientes tratados con quitosan.

En relación a los triglicéridos totales luego del tratamiento con quitosan, los datos de variación muestran a tres pacientes que han aumentado este valor, mientras que cinco lo han disminuído; haciendo un promedio total de 36.3 mg% de disminución, con un rango desde -260 hasta +26 mg%.

La tendencia para triglicéridos totales es también de disminuir, con un promedio de 15,3 mg%; con un rango de variación que vá desde – 201 hasta +138 mg%. La disminución de los triglicéridos totales séricos en pacientes tratados con quitosan puede observarse mejor el la figura 2.2.

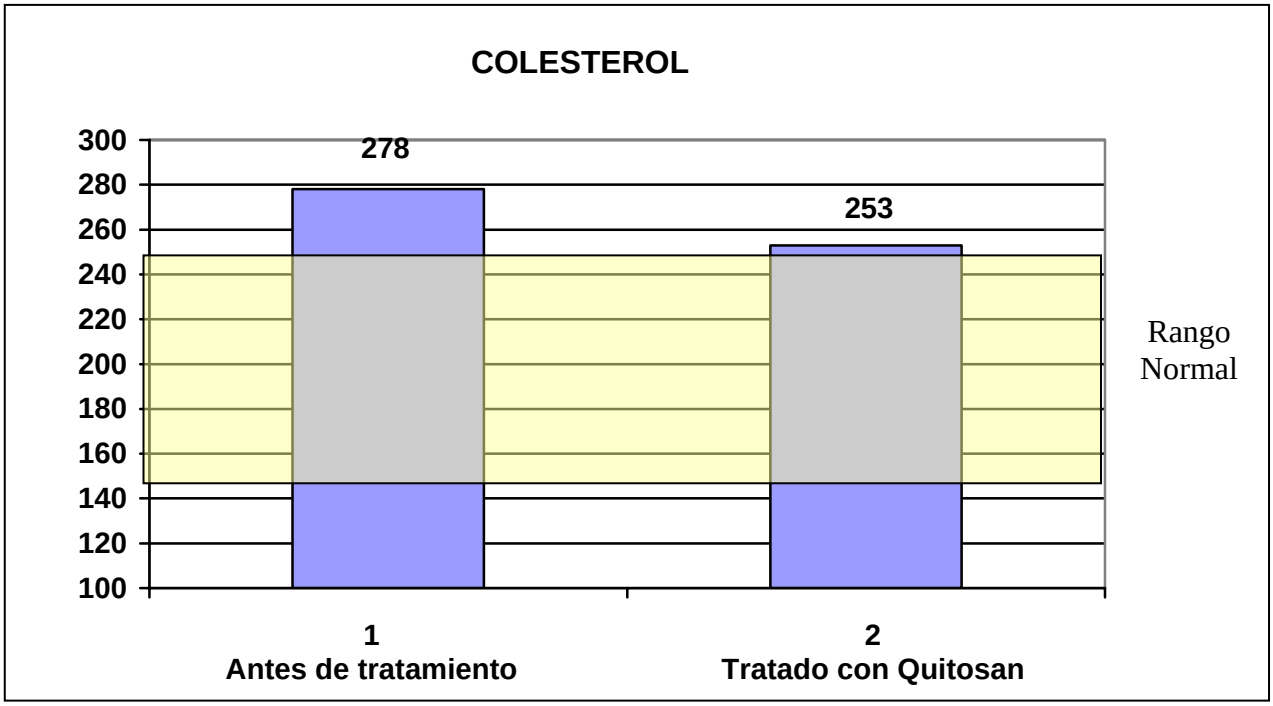
En la Tabla N° 2.2 se presentan los resultados del Efecto del quitosan como reductor de peso en pacientes con sobre peso; se consignan también los valores normales de peso para su talla, edad y sexo, además del sobrepeso y la variación luego del tratamiento con quitosan.

En la figura 2.3 podemos observar a través de un histograma la variación de peso luego del tratamiento con quitosan.

Fig. 2.1

Variación Promedio de los Niveles de Colesterol Total y HDL Colesterol Séricos en 8 pacientes Hipercolesterolémicos tratados con Quitosan

ANALISIS	Antes del tratamiento	Tratado con Quitosan	VALOR NORMAL
Colesterol Total	278	253	(150 – 250)
HDL Colesterol	42	49	(30 – 85)



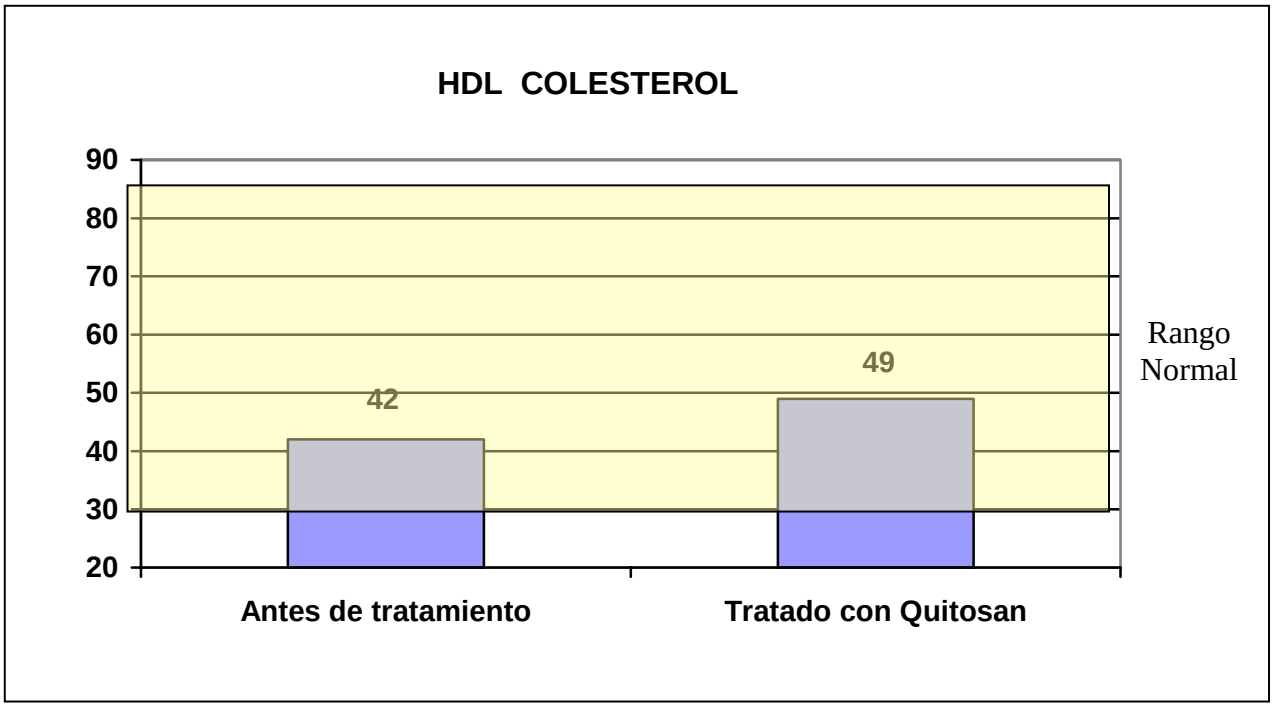


Fig. 2.2

Variación Promedio de los Niveles de Triglicéridos Séricos en 8 pacientes Hipercolesterolémicos tratados con Quitosan

ANALISIS	Antes del tratamiento	Tratado con Quitosan	VALOR NORMAL
Triglicéridos Totales	261	225	(35 – 165)

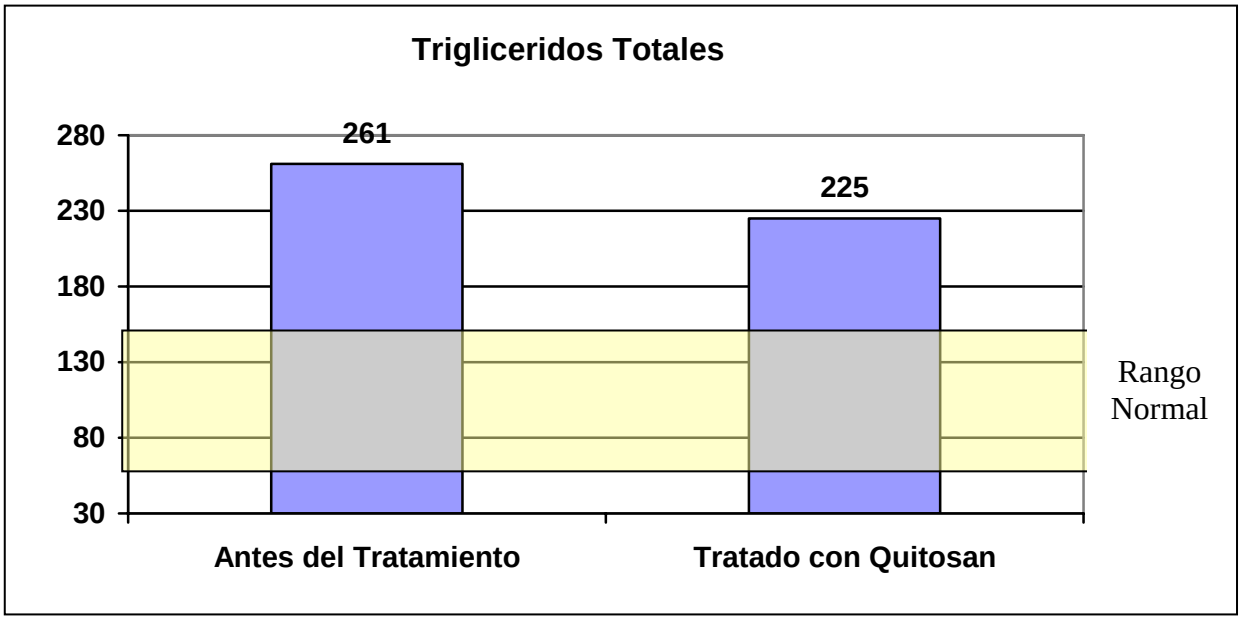


Fig. Nº 2.3

Variación Promedio del Peso corporal de 10 pacientes con sobrepeso tratados por 63 días con Quitosan

ANALISIS	Antes del Tratamiento	Tratado con Quitosan
Peso	83.7	82.4

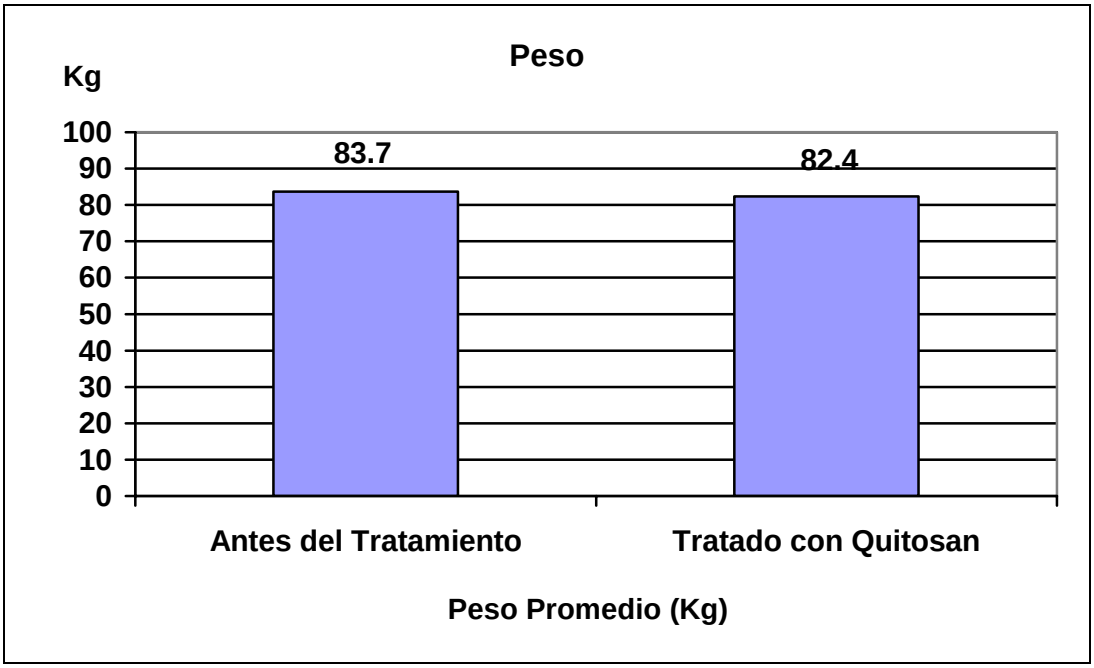


TABLA No 2.2

Efecto del Quitosan como Reductor de Peso en Pacientes con Sobrepeso

Código del paciente	Sexo	Edad (años)	Talla (metros)	Peso Normal (Kg) (@)	Sobrepeso (Kg)	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Variación (Kg)
001	M	44	1.71	73	+13.50	86.500	84.800	-1.700
002	F	35	1.55	55.8	+16.20	72.000	68.900	-3.100
003	M	40	1.56	63.5	+41.00	105.500	102.800	-1.700
004	F	65	1.52	59.4	+18.60	78.000	78.100	+0.100
005	M	43	1.72	74.8	+11.80	96.600	85.700	-0.900
006	M	31	1.71	71.2	+13.80	85.000	79.500	-5.500
007	M	29	1.60	62.6	+7.40	70.000	67.500	-2.500
008	M	29	1.72	70.3	+16.70	87.000	87.100	+0.100
009	M	47	1.70	73	+9.20	79.200	81.700	+1.900
010	M	26	1.73	70.3	+7.80	78.100	78.000	-0.100
							Promedio :	-1.34

(@): Peso Normal considerado para la Edad, Talla y Sexo.

DISCUSIÓN

Como puede observarse en la tabla I, del total de ocho, 6 personas disminuyen su colesterol total sérico en un promedio de 38,5 mg%, en tanto que los 2 pacientes que lo aumentan respecto al basal lo hacen con un promedio de 16,5 mg%. Se debe indicar asimismo que estos últimos, no ingerían grasa en su dieta, lo que determina que no exista beneficio alguno si tenemos en cuenta que el quitosan actúa atrapando la grasa y también las sales biliares (%).

El promedio de disminución del colesterol total en las 9 semanas que duró el tratamiento es de 24,8 mg%; el valor de por si ya tiene importancia como para recomendar el uso de este producto en la reducción de colesterol sérico; pero si se lo recomienda a pacientes que ingieren grasa en su dieta, el beneficio es definitivamente mejor (38,5 mg% de disminución del colesterol).

El quitosano es considerado una fibra de origen animal, esta fibra tiene similares propiedades atribuidas a la fibra dietética vegetal, por ejemplo ambas son largos polimeros polisacáridos indigeribles por las enzimas digestivas de mamíferos, ambos producen efectos fisiológicos significativos cuando se ingieren, ambos son altamente viscosos in vitro según Furda 1983 y Rogel and Vohra 1983. Sin embargo ambos materiales difieren grandemente en su susceptibilidad para la fermentación, la fibra dietética vegetal es fermentable por las bacterias humanas fecales (Matsuura 1998), mientras que el quitosano se resiste a la fermentación.

El quitosan actua como una resina de intercambio aniónica y exibe una viscosidad sustancial. Alguna de estas propiedades del quitosan podría mediar el efecto hipocolesterolémico; en forma similar **Colestiramina**, una resina comercial de intercambio aniónico, es usada como agente hipocolesterolémico, decreciendo la absorción de colesterol (Mc Namara et al. 1980) e incrementando la excreción de ácidos biliares (Gallaher and Franz 1990, Stanley et al. 1973).

El incremento en la excresión de ácidos biliares podría reducir las concentraciones de colesterol debido a que el colesterol plasmático o hepático podría ser utilizado para mantener el pool de ácidos biliares, dado que es su precursor. Alternativamente, los ácidos biliares en el intestino delgado podrían evitar la solubilidad del colesterol (tan bien como de monoglicéridos y ácidos grasos) y consecuentemente reducir la absorción de colesterol. El quitosan ha mostrado ser ideal en la reducción de la digestibilidad de grasas a nivel del ileon en pollos broiler según los datos reportados por Razdan and Pettersson 1994 and 1996.

(%): Recordemos que la descarga de las sales biliares desde el hígado y luego desde la vesícula, depende de la dosis de lípidos ingerida en la dieta. Las sales biliares cuya función es solubilizar la grasa de la dieta, son reutilizadas por el organismo debido a una reabsorción de las mismas a nivel del ileon, una vez cumplida su misión. Cuando hay deficiencia de sales biliares, los hepatocitos inmediatamente las sintetizan a partir de su precursor: el **colesterol**; la primera reserva del mismo en ser utilizada es la del colesterol sanguíneo presente principalmente en las lipoproteínas LDH, de esta manera este proceso disminuye los niveles de colesterol sérico. La segunda opción sería la síntesis del mismo en la célula hepática.

Alternativamente es posible que el efecto de bajar el colesterol sea debido a un incremento en la viscosidad del contenido intestinal. El incremento en la viscosidad del sobrenadante del contenido intestinal esta altamente correlacionado con la reducción del colesterol plasmático y hepático (Gallaher et al. 1993a and 1993b) y una reducción en la absorción de colesterol en hamsters según Carr et al. 1996. Además, Sugano et al. 1988, encontraron que las preparaciones de quitosan de diferentes viscosidades in vitro demuestran efecto hipocolesterolémico equivalente, arguyéndole un rol a la viscosidad.

De otro lado, la viscosidad de los sobrenadantes de digestión en ileon de broiler chickens alimentados con quitosan es igual a aquellos de pajaros alimentados con una dieta libre de quitosan (Razdan and Pettersson 1996). Así, la propiedad de intercambio anionico del quitosan sería la explicación de la propiedad hipocolesterolémica.

Los resultados de nuestro estudio confirman que el quitosano obtenido del tratamiento químico de quitina de *Emerita analoga*, tiene el efecto de disminuir los niveles de colesterol sérico en humanos; pero sugiere que la velocidad de disminución está fuertemente influenciada por la capacidad de síntesis endógena del mismo a nivel hepático. Disminuyendo la dosis de colesterol de la dieta se vá a estimular a una mayor síntesis, en caso de que el mecanismo de retiro del colesterol sanguíneo no funcione apropiadamente. De otro lado, una ingesta apropiada de colesterol en la dieta conduce a una disminución de la síntesis endógena del esteroide el cual ajeno a las consecuencias negativas que pueda tener, es indispensable para cumplir diferentes funciones a nivel celular.

Por esta razón es que es importante administrar a los pacientes con hipercolesterolemia además del quitosan, alguna medicación que inhiba a la HMGCoA reductasa, enzima regulatoria en el proceso de síntesis de colesterol endógeno o de lo contrario, encontrar una dosis apropiada de quitosano para evitar el estimular el proceso de síntesis.

En relación a la lipoproteína HDL (lipoproteína de alta densidad), se sabe que su prescencia en sangre es beneficiosa, pues aumenta cuando el metabolismo endógeno de la grasa está también mejorando. Como puede verse, el quitosan permite un aumento de esta (lo que se manifiesta por el aumento de HDL colesterol), en un promedio de 6,4 mg%, valor con una buena significancia en el tratamiento de cardiopatías pues corresponde a casi un 20% del valor normal menor. Observemos asimismo en la Tabla I que solo hay un paciente que disminuye en forma significativa su HDL colesterol (el voluntario 3), en los demás hay aumento llegando hasta valores cercanos a 20 mg%.

Nuestros resultados sobre HDL colesterol nos indican asimismo, que no hay correlación entre los hábitos dietéticos de los pacientes tratados con quitosan, en lo que se refiere a si comen o no grasa en sus alimentos, y los niveles de HDL colesterol.

Respecto a los niveles de triglicéridos totales, obtenemos un gran beneficio pues en promedio como puede verse en la Tabla I, hay una disminución de 36,3 mg%; vemos asimismo, que no hay correlación entre la disminución de colesterol de los pacientes con la disminución de triglicéridos de los mismos (con excepción del paciente N°2); indicando que los mecanismos del quitosan para ambos procesos, son distintos. A pesar que los estudios de Nauss et al. (1983), reportaron que in vitro, el quitosan une micelas

de ácidos biliares, sugiriendo la reducción en la absorción de todos los componentes de una micela, por ejemplo, ácidos biliares, colesterol, monoglicéridos y ácidos grasos.

Sobre el efecto del quitosan en la reducción de peso, podemos decir que los resultados obtenidos no son importantes si los comparamos con otros métodos de reducción de peso en donde se obtienen valores por encima de los 10 Kg en el tiempo que duró el tratamiento. Pero esto tiene una explicación lógica:

1° Muchos de los voluntarios no ingerían mucha grasa en su dieta

2° El efecto atrapador de grasa que tiene el quitosan, hacía perder la sensación de saciedad que proporcionan los lípidos de la dieta, determinando en los pacientes un aumento en el apetito, que los llevó en algunos de los casos a un aumento de peso, como puede verse en la Tabla II.

3° Es fundamental manejar la dieta de estos pacientes, de tal suerte que si controlamos las dos cosas, dosis de quitosan y dieta apropiada, conseguiremos mejores resultados.

4° Probablemente la dosis de quitosan administrada a los pacientes no fué suficiente para los resultados que esperábamos.

De todas formas, son parámetros que se pueden controlar a medida que se avance en las investigaciones.

Asimismo, vale la pena indicar que los pacientes voluntarios ajeno a la disminución de peso, notaron en la administración oral del quitosan, otra serie de beneficios, como ellos mismos lo comentaron, mejor formación del bolo fecal, mejoría en el tiempo y frecuencia de evacuación del bolo fecal, pérdida de el sabor amargo de la boca al despertarse por las mañanas, pérdida de transtornos al tracto digestivo como la flatulencia, mejoría en el sueño, disminución en la presión arterial en hipertensos, entre otras.

El quitosan puede acarrear hasta 12 veces su peso en grasas, es decir que 400 mg. de fibra "secuestran" casi 5 gramos de grasa alimentaria, evitando su absorción por el organismo.
El paciente obeso medicado con una dosis diaria de 10 comprimidos de quitosan (3 gramos) disminuye la absorción de casi 30 gramos de grasa (aproximadamente 260 calorías de la dieta), equivalentes casi al 30% de la grasa ingerida por el organismo.

Fueron realizados varios estudios en pacientes obesos a quienes se les suministraba la droga o placebos y sometidos ambos grupos a regímenes dietéticos similares, observándose descenso de peso mucho más significativos entre los que ingerían quitosan (Rogers y col., 1983; Sciutto, A. 1995 y Veneroni y col. 1996). Simultáneamente se comprobaron beneficios referentes a factores de riesgo que implica la obesidad: disminución manifiesta del LDL Colesterol, diminución del colesterol total, disminución de las cifras tensionales, disminución de la cantidad de insulina que requieren los pacientes diabéticos en las dosis de mantenimiento y disminución de los valores de ácido úrico en sangre (Veneroni, G. y col. 1996).

El ácido ascórbico ha mostrado efectos potencializadores de la droga en su acción sobre las grasas (Kanauchi, O. y col., 1995).

Es recomendable la ingesta (alejada de la toma del medicamento) de suplementos vitamínicos, minerales y de ácidos grasos esenciales que pueden ser atrapados también por el quitosan, que además de su acción específica, reducen la síntesis de triglicéridos y LDL Colesterol.
Dado los resultados positivos, para avalar de manera fehaciente la eficacia del fármaco en el tratamiento de la obesidad y los riesgos asociados, los estudios deben ser complementados por observaciones a más largo plazo.

CONCLUSIONES

1° El quitosan elaborado a partir de deshechos de exoesqueleto de *Emerita analoga*, tiene efecto hipocolesteromiante.

2° El quitosan de *Emerita analoga* aumenta los niveles sanguíneos de HDL colesterol aunque no tan significativamente.

3° El quitosan de Emerita analoga, disminuye los niveles de triglicéridos totales en sangre, aparentemente por medio de un mecanismo distinto al de disminución del colesterol.

4° El quitosan obtenido de *Emerita analoga*, produce otros beneficios a la salud

RECOMENDACIONES

1° Realizar estudios con los mismos objetivos pero utilizando dosis mayores de quitosan, manejando ademas la dieta.

2° Realizar estudios sobre el efecto del quitosan en:
- Mejora del apetito
- Eliminación de bilis por las heces
- Disminución del amargo de la boca al levantarse
- Mejor formación del bolo fecal
- Mejoría de la presión arterial en hipertensos
- Mejor frecuencia de evacuación fecal
- El tratamiento de gastritis y úlceras
- Eliminación de grasa por las heces

3º Probar la capacidad del quitosan para atrapar grasa y sales biliares a través de la determinación de estos componentes en las heces fecales en ratas (Sheltawy, M. y col., 1975) .

BIBLIOGRAFÍA

1.-. Carr T. P., Gallaher D. D., Yang C.-H., Hassel C. A. Intestinal contents viscosity and cholesterol absorption efficiency in hamsters fed hydroxypropyl methylcellulose. J. Nutr. 1996;126:1463-1469.

2. Furda I. Aminopolysaccharides—their potential as dietary fiber. Furda I. eds. Unconventional Sources of Dietary Fiber ACS Symposium Series 1983;214:105-122

3. Gallaher D. D., Franz P. M. Effect of diet on bile acid metabolism in the rat: corn oil and brans of wheat. J. Nutr. 1990;120:1320-1330.

4. Kanauchi O., Deuchi K., Imasato Y., Shizukuishi M., Kobayashi E. Mechanism for the inhibition of fat digestion by chitosan and for the synergistic effect of ascorbate. Biosci. Biotechnol. Biochem. 1995;59:786-790

5. LeHoux J.-G., Grondin F. Some effects of chitosan on liver function in the rat. Endocrinology 1993;132:1078-1084.

6. Nauss J. L., Thompson J. L., Nagyvary J. The binding of micellar lipids to chitosan. Lipids 1983;18:714-719

7. Razdan A., Pettersson D. Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. Br. J. Nutr. 1994;72:277-288.

8. Razdan A., Pettersson D. Hypolipidaemic, gastrointestinal and related responses of broiler chickens to chitosans of different viscosity. Br. J. Nutr. 1996;76:387-397.

9. Rogel A. M., Vohra P. Hypocholesterolemia and growth-depression in chicks fed guar gum and Konjac mannan. J. Nutr. 1983;113:873-879.

10. Rogers K. L., Kris-Etherton P. M. The effect of weight loss and weight maintenance on high density lipoprotein cholesterol and selected tissue cholesterol levels in lean and obese Zucker rats. J. Nutr. 1983;113:1299-1306.

11. Sciutto A. M., Colombo P. Lipid-lowering effect of chitosan dietary integrator and hypocaloric diet in obese subjects. Acta Toxicol. Ther. 1995;16:215-230

12. Sheltawy M. J., Lowowsky M. S. Determination of fecal bile acid by an enzymatic method. Clin Chim. Acta 1975; 64:127-132.

13. Stanley M. M., Paul D., Gacke D., Murphy J. Effects of cholestyramine, metamucil, and cellulose on fecal bile salt excretion in man. Gastroenterology 1973;65:889-894.

14. Sugano M., Fujikawa T., Hiratsuji Y., Hasegawa Y. Hypocholesterolemic effects of chitosan in cholesterol-fed rats. Nutr. Rep. Int. 1978;18:531-537

15. Sugano M., Fujikawa Y., Hiratsuji K., Nakashima N., Fukuda N., Hasegawa Y. A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. Am. J. Clin. Nutr. 1980;33:787-793.

16. Sugano M., Watanabe S., Kishi A., Izume M., Ohtakara A. Hypocholesterolemic action of chitosans of different viscosity in rats. Lipids 1988;23:187-191.

17. Veneroni G., Veneroni F., Contos S., Tripodi S., De Bernardi M., Guarino C., Marletta M. Effect of a new chitosan dietary integrator and hypocaloric diet on hyperlipidemia and overweight in obese patients. Acta Toxicol. Ther. 1996;17:53-70

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Nº 3

DISEMINACIÓN MEDIO AMBIENTAL DE LOS HONGOS MICROSCÓPICOS PRESENTES EN RESIDUOS DE EXOESQUELETO DE *Emerita analoga*

Blgo. Ivan Paz Aliaga (*), Blgo. Marianela Chávez de Rebisso (**), Q.F. Roxana Juárez Bueno (***) e Ing. Q. Jorge Velásquez Salinas (*)

* Profesor investigador del CICA, Profesor de la Universidad Católica Santa María y Profesor de la Universidad San Agustín
** Profesor investigador del CICA y Profesor de la Universidad Católica Santa María
*** Profesor de la Universidad San Agustín

INTRODUCCIÓN

Los deshechos del "camaroncillo" *Emerita analoga*, principal crustáceo que habita las costas de nuestra región, no son mas que los exoesqueletos de la especie luego de que las aves depredadoras la usan como alimento. Los caparazones están conformados por quitina, queratina y carbonatos de calcio principalmente, lo que los convierte en un excelente medio de cultivo para muchas especies de hongos microscópicos del ambiente que los invaden y proliferan exitosamente en ellos; a pesar de ello, son un excelente recurso natural renovable por la utilidad que muestran sus componentes.

Muchos de los hongos invasores de estos residuos son patógenos para el ser humano, algunas plantas y animales domésticos, de tal suerte que los residuos del camaroncillo se convierten en una gran fuente de contaminación, dando además un mal aspecto a las playas que resultan ser un recurso turístico, quizás la mejor fuente económica de ingreso para muchos de los pueblos de la zona.

En residuos de *Emerita analoga* provenientes de las playas de Mollendo y Camaná, se han tipificado la presencia de seis géneros de hongos microscópicos (1), en muestras tomadas durante todas las estaciones de los años 2000 y 2001:

Aspergillus
Curvularia
Penicillium
Alternaria
Cladosporium
Rhizopus

Muchos de estos hongos tienen un carácter patógeno muy grande. Así por ejemplo el género *Aspergillus* está ligado a procesos alérgicos, así como infecciones oportunistas.

Alternaria además de producir alergia y asma, ataca también a los cultivos de papa, berengena y otras plantas de la familia solanaceas.

Penicillium por su parte contiene muchas toxinas a las que se les ha encontrado actividad cancerígena y mutagénica en animales domésticos, produciendo incluso síndrome nefrótico. En el caso de *Rhizopus*, este produce micomicosis rinorvital, que generalmente ataca a diabéticos (enfermedad con una alta incidencia en la localidad de Camaná) produciendo infecciones incontroladas rápidas y fatales.

La presencia de una alta cantidad de desechos de camaroncillo contaminando las playas así como los fuertes vientos que se presentan en las zonas costeras, diseminan las esporas de estos hongos microscópicos a través del aire, con el peligro de que se pongan en contacto con el ser humano e ingresen al mismo por las vías respiratorias y/o piel.

Para determinar si la ocurrencia de estos deshechos contaminados por hongos y la diseminación de estos últimos por factores ambientales, tienen alguna importancia en el mantenimiento de las condiciones sanitarias apropiadas para la gente que concurre a las playas, es que en el presente trabajo determinamos la presencia de estos microorganismos o alguna de sus estructuras con capacidad reproductiva, en el aire; utilizamos como variables, el tiempo de exposición, distancia de la orilla del mar, presencia de desechos de "muy muy" en el suelo y antigüedad de los mismos.

Se expusieron grupos de placas petri conteniendo agar Sabouraud (medio de cultivo específico para determinar la presencia de hongos), a interacción con el medio ambiente.

OBJETIVOS

- Determinar si los hongos microscópicos presentes en los deshechos de *Emerita analoga* de las playas Mollendo, en la estación de invierno, diseminan por el aire.
- Determinar qué factores facilitan esa propagación.

MATERIAL

Agar Sabouraud
Azul de lactofenol
Suero fisiológico
Placas petri
Papel Crabs
Recipiente con tapa hermética
Microscopio estereoscópico
Microscopio compuesto
Cronómetro y cámara fotográfica
Soportes de placas petri
Mecheros Bunsen
Asas de siembra

PROCEDIMIENTO

Se escogió una zona de la playa contaminada de deshechos de camaroncillo. Se trazaron 2 líneas imaginarias de muestreo a dos distancias de la orilla: 30 metros y 80 metros aproximadamente. La distancia de 30 metros porque allí había una gran cantidad de residuos de caparazones con pocos días de formados y la distancia de 80 metros porque allí los desechos tenían mayor antigüedad de formación (probablemente más de un mes)@.

Se colocaron placas petri conteniendo el agar correspondiente en soportes localizados a una altura entre 50 y 100 cm. del suelo, orientando la superficie del medio de cultivo contra el viento (hacia el noroeste).

Se sometieron las placas a un tiempo de exposición de 0 (control), 15, 30, 45 y 60 minutos, teniendo la precaución de no contaminarlas con ningún elemento que no sea el aire.

Se trasladaron y se cultivaron las placas con los hongos contaminantes en el laboratorio a temperatura ambiente, en un lugar oscuro y durante 5 días.

Para la tipificación de las especies de hongos encontradas, se procedió de la siguiente manera: Una observación macroscópica utilizando el Microscopio estereoscópico:

Penicillum, se observa un pigmento de color verde y apariencia terrosa gran cantidad de esporas
Alternaria, pigmento ligeramente crema y apariencia algodonosa
Cladosporium, color blanquecino y apariencia algodonosa
Rhizopus, color negro granuloso, debido a la gran cantidad de esporangios
Aspergillus, crecimiento grisáceo y algodonoso

Para la observación microscópica, las láminas fueron coloreadas con Azul de lactofenol y se observaron al microscopio óptico con objetivo de 45x

Penicillum, se observa gran cantidad de esporas o conidios
Alternaria hifas pequeñas tabicadas, conidios en forma de raquetas de color café
Cladosporium, profusión de hifas y cadenas de conidios, el conidio terminal es el más joven y se genera a partir de un conidio subterminal
Rhizopus, hifas sin tabicar esporangios repletos de esporas
Aspergillus, hifas tabicadas, los conidios se observan rugosos

@ Criterio de determinación de la edad de los residuos:
La antigüedad de un desecho la determinamos por la pigmentación del mismo, la cual se va perdiendo con el tiempo, hasta volverse totalmente blanca; posteriormente, adquiere tonalidades más oscuras, debidas a la presencia de contaminantes.

RESULTADOS

Como puede observarse en la Tabla I, los controles, así como las placas colocadas a la distancia de 30 metros de la orilla, no contienen hongo alguno, en ninguno de los tiempos de exposición; en tanto que las muestras de 80 metros de distancia, si presentan proliferación microbiana.

	Tiempo de exposición				
Distancia de la orilla	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min
30 metros	Sin creci-miento	Sin creci-Miento	Sin creci-miento	Sin creci-miento	Sin creci-miento
80 metros	Sin creci-miento	*Rhizopus*	*Alternaria* *Penicillium*	*Alternaria* *Cladosporium* *Rhizopus*	*Alternaria* *Aspergillus* *Penicillium*

Tabla I: Presencia de hongos microscópicos en medios de cultivo de Agar Sabouraud expuestos al medio ambiente, en playas contaminadas con deshechos de *Emerita analoga*
A medida que prolongamos el tiempo de exposición, aumenta el número de especies de microorganismos, como puede verse en la Tabla I.

En relación a la antigüedad de los deshechos podemos decir que están mas contaminados aquellos que tienen mas tiempo de formados, los localizados a 80 metros de la orilla.

DISCUSION

En definitiva los resultados muestran que el viento si propaga a estos microorganismos.

Los resultados también nos confirman datos de anteriores trabajos experimentales (1), es decir la presencia de varias especies de hongos microscópicos: *Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Penicillum y Rhizopus* (ver figura 3.1 y figura 3.2); la única excepción es el género *Curvularia*, el cual no ha sido encontrado esta vez; parece que su distribución es estacional y la temporada en que se hizo el muestreo (Octubre) no era la mas propicia.

En relación al tiempo de exposición de las placas, tiene importancia el hecho de que los caparazones residuales de “camaroncillo” tengan un buen tiempo de formados para permitir la proliferación de los microorganismos y que estos puedan ser diseminados por el aire,

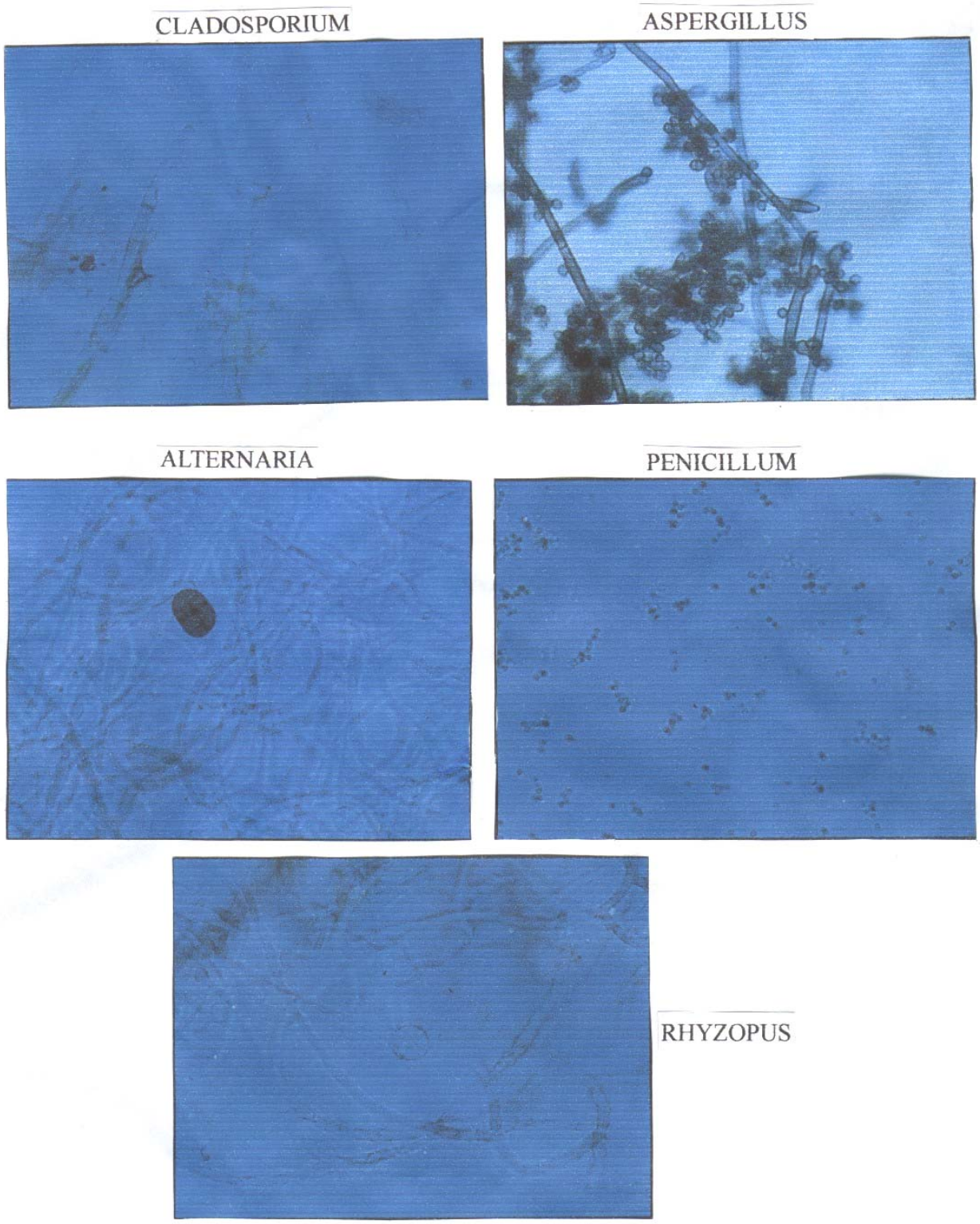


Figura N° 3.1.- Observación microscópica de los hongos encontrados en los deshechos de *Emerita analoga* de las playas de la localidad de Mollendo en Octubre del 2002. Se usó en la observación el objetivo de 45x previa coloración con azul de lactofenol.

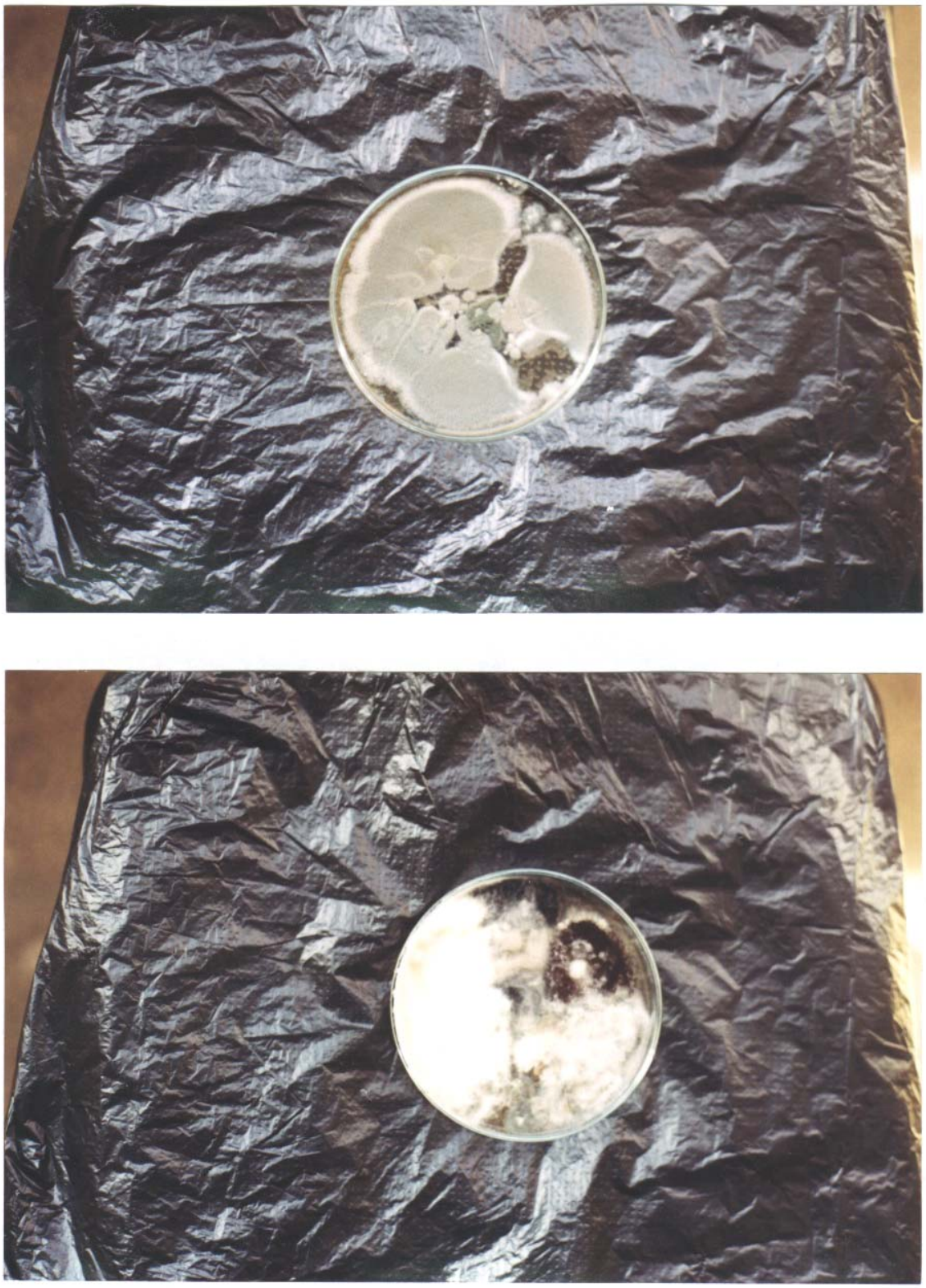


Figura Nº 3.2.- Observación macroscópica de los hongos encontrados en los deshechos de *Emerita analoga* de las playas de la localidad de Mollendo en el mes de Octubre del 2002.

como lo muestran los resultados de 80 metros de distancia a la orilla, en donde las caparazones de *Emerita analoga* son mas antiguas. Podemos concluir que a medida que estos residuos permanecen más tiempo en la playa, aumenta el carácter patógeno de los mismos.

Por esta razón es que los residuos localizados a 30 metros de la orilla, no muestran suficiente contaminación como para permitir una diseminación importante de esporas e hifas de estos microorganismos; se debe tomar en cuenta también el hecho que los desechos distribuidos más cerca a la orilla, están en contacto con el agua marina, la que de alguna manera disminuye la proliferación de los microorganismos por el constante lavado.

Es también importante señalar que los tiempos de exposición empleados en este trabajo (hasta 60 minutos), son muy breves comparados con el tiempo que los bañistas que concurren a las playas, permanecen en las mismas, el cual se prolonga algunas veces hasta 12 horas, lo que aumentaría 12 veces el grado de contaminación.

Si consideramos asimismo la fecha de muestreo (octubre), que corresponde a la estación de invierno momento en que las condiciones ambientales no son las mas propicias para la proliferación de los hongos y la comparamos con la calurosa estación de verano, tiempo de concurrencia de los turistas, el problema se hace aún mas preocupante.

CONCLUSIONES:

1.- Los residuos de exoesqueleto de *Emerita analoga* de las playas de la ciudad de Mollendo en la temporada de invierno, son una fuente de contaminación de los siguientes hongos microscópicos: *Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Penicillium y Rhizopus*.

2.- Los hongos microscópicos se propagan por el aire.

3.- La presencia de hongos en el ambiente aéreo depende de la antigüedad de los deshechos de *Emerita analoga,* de la distancia de la orilla de los mismos, por el constante lavado del mar y del tiempo de exposición de las placas al ambiente.

4.- La distribución de estos microorganismos es estacional.

RECOMENDACIONES:

1.- Es recomendable la limpieza constante de las playas de estos deshechos, consideramos apropiado una vez por semana en temporada de verano y una vez por mes en las otras estaciones.

2.- Hacer un estudio minucioso sobre la causa de las alergias de los pacientes que concurren a los Centros de Salud en dichas localidades, que aunque es dificultoso y costoso por los inconvenientes descritos anteriormente, puede llegar a ser necesario, sobre todo si la incidencia de alergias en estos lugares está en aumento, como parece ser.

3.- Hacer un seguimiento sobre el uso que le dan ciertos criadores de animales domésticos a estos deshechos, pues hay información de que es usado como suplemento alimenticio, lo cual como sabemos no es correcto pues estos compuestos no son digeridos por ningún vertebrado, por la carencia de las enzimas respectivas en su tracto digestivo; es más, pueden causar infecciones severas al ganado, debido a la contaminación microbiana.

BIBLIOGRAFÍA:

1.- Paz I. , Chavez M. Revista Véritas, Universidad Católica Santa María-CICA, año5, N°5, páginas 13-18. Arequipa Perú, 2001

2.- Sánchez Marka. http://www.elpais.es/suplementos/salud/20010320/30alergia.html, Madrid, 2001

3.- Vargas P., "Asma y Hongos ambientales", Actas del IV Congreso Panamericano Asma Bronquial. Lima Setiembre, 1994.

4.- Gómez Angeles, "La mortalidad por Aspergillus en TMO asciende al 65 por ciento". DIARIO MEDICO.com, Microbiología. Miércoles, 17/11/99

PROPUESTA Y PLAN DE TRABAJO

“LA PARTICIPACION DE LOS INDIVIDUOS Y COMUNIDADES EN MANTENER Y MEJORAR SUS AMBIENTES DE VIDA, DEBE PROMOVERSE Y APOYARSE.

LAPARTICIPACION COMUNITARIA DEBE PLASMARSE EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE...” (OMS)

"*Emerita analoga* MEDIO DE CRECIMIENTO PARA HONGOS MICROSCOPICOS PATOGENOS Y ALTERNATIVA ECONOMICA PARA LA LOCALIDAD DE MOLLENDO"

Autores: Iván Paz Aliaga, Marianela Chávez de Rebisso, Roxana Juárez Bueno y Jorge Velásquez Salinas - Centro de Investigaciones de la Universidad Católica de Santa Maria (CICA), Arequipa.

Presentación

Los balnearios de Mejía y Mollendo así como los de Camaná, son los más visitados por la población arequipeña especialmente en las épocas de verano, dando un carácter turístico a la zona; muchos centros de esparcimiento logran convertirse en generadores de recursos económicos para la localidad, sin embargo, terminada la época de verano las estadísticas de salud muestran el incremento de diversas infecciones, tanto intestinales, como respiratorias y de la piel, que son manifestación del alto grado de contaminación que hay en las playas.

Los problemas sanitarios de las playas de nuestro litoral deben estar enmarcados en la política ambiental de las municipalidades para la toma de decisiones que beneficien al poblador de la localidad y al turista; con este objetivo la Universidad Católica Santa María a través de su centro de investigaciones CICA y del proyecto "EFECTOS MEDIO AMBIENTALES Y SANITARIOS DE LOS DESHECHOS DEL CRUSTACEO *Emerita analoga* EN LA REGIÓN AREQUIPA", como parte de su labor de Investigación y de Proyección Social, en base a los trabajos de Investigación realizados por los Autores del Proyecto, se permite plantear los siguientes objetivos:

- Elaborar e implementar una Estrategia Ambiental Local y Regional.
- Resaltar la importancia de los recursos naturales en el desarrollo sostenible.
- Crear un convenio entre las Municipalidades de las localidades de las zonas costeras de la Región Arequipa y la Universidad Católica Santa María, para aprovechar los recursos naturales en beneficio de los pobladores en los aspectos, económico, turístico y de salud.

En la medida que se conozcan con mayor exactitud los problemas que tiene el medioambiente, es que se logrará un adecuado uso y protección de los recursos con que cuenta el territorio, lo que contribuirá a la adopción de las medidas requeridas.

Este trabajo deberá apoyarse sin duda en el funcionamiento de la Comisión Provincial y las Comisiones Municipales para la Protección del Medio Ambiente, las cuales deberán estar dirigidas por las correspondientes instancias de Gobierno con la participación activa de los organismos relacionados, lo que permitirá avanzar en el fortalecimiento institucional y la elevación del nivel de las acciones.

En el informe que se presenta se ofrece una situación panorámica ambiental de las playas de la ciudad de Mollendo, la cual fue tomada como referencia, dado que es la más cercana a nuestra ciudad, la de mayor afluencia turística en temporada de verano, determinando que esta actividad sea su principal recurso económico, y porque sus playas son las que muestran la mayor cantidad de deshechos de "camaroncillo" en toda la Región.

Diagnóstico ambiental de las playas de la ciudad de Mollendo

La ciudad de Mollendo está situada en la costa sur del Departamento de Arequipa, su clima frío y húmedo es suavizado durante casi todo el año por los vientos del noroeste, siendo la temperatura media anual de 15°C y el promedio histórico de humedad relativa de más del 60 %, lo que refleja la fuerte influencia marítima en su clima.

La precipitación promedio anual es variable, estando bien definidos dos períodos, el de lluvia ligera (mayo a octubre) y el seco (de noviembre a abril).

Tiene una población de 25500 habitantes #, aunque muy variable, pues emigran en su mayoría a las ciudades aledañas en época de invierno por razones de estudio y trabajo; permanecen y se incrementa enormemente en época de verano por la afluencia turística. Su extensión territorial comprende la zona urbana, con una población de 23500 # y las zonas costeras y de sembríos con aproximadamente 2000 habitantes #; esto le confiere al medio ambiente características propias de los centros urbanos pequeños.

Datos según el censo del 11 de julio de 1993

Las principales fuentes de ingreso de la provincia son: las Playas, las cuales no han recibido una atención apropiada a pesar de sus valores ecológicos y la función social que cumplen, la pequeña agricultura y ganadería (con una población de 940 habitantes dedicados a ellas #), el terminal marítimo de Matarani, segundo puerto mas importante del país, que presta servicio a grandes embarcaciones, las cuales utilizan al puerto como punto de distribución de diferentes insumos, no solo para la localidad si no para otras urbes inclusive extranjeras; la pesca artesanal (con una población de 300 personas dedicadas a ella #) y algunas empresas envasadoras de pescado y mariscos que funcionan en la ciudad de Mollendo.

Las playas de la Ciudad de Mollendo confrontan los graves problemas de contaminación ambiental de otras grandes ciudades del territorio peruano, entre estos daños y alteraciones que se producen en el medio, se sitúan:

- Contaminación de la zona urbana: aire, suelo y agua
- Descargas de residuales a los cuerpos de aguas receptores
- Acumulación de deshechos en las playas, producto del exoesqueleto de crustáceos, conchas de moluscos, plumas de aves marinas, vegetales varados por el mar y residuos alimenticios de los bañistas en temporada de verano, muchos de los cuales no son biodegradables.

La contaminación ambiental en la ciudad de Mollendo es cada vez mayor debido al incremento en los últimos años (2002 y 2003) de los turistas provenientes de la ciudad de Arequipa, los cuales antiguamente se repartían casi en igual número entre la ciudad en mención y Camaná; los efectos del terremoto y el maremoto del año 2001 ha determinado que la mayor parte de bañistas que concurrían a las playas Camaneñas, dejen de hacerlo; quedando como principal foco turístico de la región, la ciudad de Mollendo.

Mollendo ha desarrollado en estos 2 últimos años, un importante incremento en cuanto al número de negocios de alimento, de recreación y de hospedaje, comparados con los datos del censo del 11 de Julio de 1993; fundamentalmente en la temporada de verano. Esto ha traído progreso económico a la localidad; pero, a pesar que han mejorado la mayoría de servicios que se prestan a los turistas, no se han tomado las medidas preventivas del caso para evitar las consecuencias de este aumento incontrolado de visitantes, sobre todo los fines de semana, momento en que la ciudad no abastece a esta fuerte demanda.

Las nuevas actitudes que toman los visitantes ante este problema, como traer consigo sus alimentos o prepararlos en las mismas playas, ha conducido a un incremento de los deshechos, notándose claramente una deficiencia en los servicios de limpieza y la falta de una toma de acciones por parte de las autoridades encargadas, para evitar estos problemas. La Universidad Católica en este sentido se ve en la obligación de ampliar su equipo de investigación, para abordar estos tipos de problemas de contaminación y encontrar soluciones a los mismos.

Si a esto sumamos, el acumulo de basura que se observa en distintos sitios de Mollendo, como cerros, canales de regadío, playas, carreteras e incluso a veces calles de la propia ciudad, se está generando una nueva forma de contaminación con quizás peores consecuencias. El problema es bastante grave pues hasta el mismo ambiente en muchos lugares de esta localidad, presenta un olor desagradable (a heces fecales, pescado descompuesto y basura en general), muestra del alto grado de contaminación.

De acuerdo con el comportamiento general, podemos afirmar que aunque existen medidas correctivas tomadas por la municipalidad en este aspecto, en los últimos años ha aumentado la presencia de enfermedades infecciosas a los sistemas respiratorio, digestivo y a la piel, provocando un impacto ambiental negativo sobre la calidad del medio ambiente (datos obtenidos a través de encuestas a los pobladores de la zona y al personal médico del Hospital de Mollendo).

En la ciudad de Mollendo, los servicios de agua potable no dan cobertura al 100 % de la población, aparte de que la calidad de la misma pensamos, no es la suficiente para esta importante zona urbana. Asimismo, se observan deficiencias en las acciones para la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas más afectados.

Los residuales generados por algo más de la mitad de la población mollendina descargan en acequias, arroyos y zanjas sin recibir tratamiento en la mayoría de los casos, lo que representa un problema de consideración. Del mismo modo, el sistema de alcantarillado central, no presta servicio al total de la población.

Estrechamente vinculada está la contaminación de las aguas del mar, provocada por los ríos de la provincia al desembocar en el litoral. Mollendo cuenta con un río "El Tambo", caracterizado por una fuerte contaminación debido al vertimiento en ellos de residuales industriales y domésticos durante todo su recorrido.

Acumulación de deshechos producto del exoesqueleto de crustáceos

La especie ***Emerita analoga*** conocida por la población mollendina, como "muy muy", es un crustáceo de color gris, que alcanza en su edad adulta, un tamaño de hasta 35 mm de longitud por 25 mm de ancho, se desarrolla en playas arenosas en la zona del oleaje; las playas de la región Arequipa son zonas de alta proliferación de la especie.

A pesar de que esta especie es excelente recurso alimenticio para el ser humano, en estas playas sureñas sirve de alimento tan solo a las aves depredadoras que comparten el ecosistema, las que retiran únicamente la carne de la misma, dejando como deshecho el exoesqueleto.

Desde hace muchos años nos inquieto la presencia de grandes cantidades de residuos de caparazones de *Emerita analoga* en las playas de esta localidad, las que no solo

son el resultado de la depredación, por parte de las aves marinas sino también el producto de las mudas o ecdisis propias de la especie. Este material resulta ser un foco de contaminación para el ser humano y algunos animales domésticos pues muchos microorganismos patógenos, los utilizan como medio de cultivo, donde proliferan exitosamente.

En trabajos anteriores realizados por nuestro equipo de investigación, hemos tipificado seis géneros de hongos microscópicos *Aspergillus, Curvularia, Penicillium, Alternaria, Cladosporium y Rhizopus* y algunas especies de bacterias, dentro de las que podemos destacar a *Bacillus subtilis* un contaminante propio del suelo y a *Escherichia coli*, presente en la contaminación por heces fecales.

Debido a la posición geográfica de la ciudad, y al largo periodo de invierno, momento en el cual las playas son olvidadas por el Municipio, se acumula una alta cantidad de estos residuos contaminantes, producto normal del ciclo vital de los organismos que habitan en el mar, en especial los exoesqueletos de *"Emerita análoga"*, que al ser arrastrados por el oleaje, quedan sobre la superficie, dejando toneladas de los mismos a lo largo del litoral.

OBJETIVOS ECOLÓGICOS

La acumulación de los deshechos de *Emerita analoga* en las playas es de especial significación en la preservación del medio ambiente, debido a los valores ecológicos, económicos y turísticos de este importante ecosistema de la ciudad.

Para el desarrollo sostenible de las Playas de Mollendo, el presente informe tiene como objetivo elaborar un Plan Director, al que se incorporen los criterios ambientales a partir de un Plan de Actuación que contemple medidas a corto, mediano y largo plazo a cumplir fundamentalmente por el sector Económico y Turístico, siendo el poblador el principal beneficiario de los recursos naturales de la zona. Los recursos financieros obtenidos permitirían la elaboración de proyectos para la conservación y mejoramiento de los diferentes tramos de playa.

Con similar objetivo, el Gobierno Regional y la Municipalidad de Mollendo fortalecerían la implementación y cumplimiento de un reglamento para la preservación de las playas por parte de la población que, sobre todo en la etapa vacacional, acude masivamente a disfrutar de los recursos naturales.

Este conjunto de acciones posibilitarían que se aprecie una mejoría en el aspecto y la calidad de las Playas y de la ciudad de Mollendo.

En relación a la calidad de aguas marinas, será necesario mantener un monitoreo sistemático de los principales parámetros del nivel de contaminación, lo cual permitirá afirmar que es un ecosistema ambientalmente recuperable.

Entre las acciones por ejecutar para obtener resultados positivos se encuentran:

Acciones preventivas:

Campañas de educación comunitaria
Limpieza de playas
Diagnóstico e identificación de enfermedades
Medidas de bioseguridad

Acciones Intervencionistas:

Reciclamiento de material de desecho de las playas de la localidad

Creación de playas especialmente acondicionadas para realizar campamentos, con toda la infraestructura apropiada, dentro de la cual podemos considerar, servicio de agua, desagüe y luz eléctrica, servicios higiénicos, duchas, zonas de depósito y recolección de basura clasificada, zona de parqueo de carros, servicio de guardianía permanente, tiendas y mercados.

Asimismo, acondicionar mejor las playas convencionales, mejorando los servicios higiénicos, las duchas, las zonas de parqueo y la calidad de atención de los restaurantes que allí funcionan; además de la presencia de un buen sistema de depósito y recolección de la basura.

Mitigación:

Manejo y manipulación de residuos
Campañas de salud preventiva

INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

Educación Ambiental

Es una necesidad trabajar en función de desarrollar una cultura ambiental en nuestra población como condición básica para el tránsito hacia el desarrollo sostenible. Para lo cual es importante trabajar con Normas de Educación Ambiental, documento que permitirá orientar al poblador sobre los peligros de salubridad existentes en playas contaminadas y normará asimismo el sistema de recolección de desechos así como su almacenamiento y comercialización, los cuales serán viabilizados por el municipio

La Municipalidad de Mollendo cumpliría un rol importante como comunicador social, puesto que permitiría que el poblador se informe de los grandes beneficios de la limpieza de playas y de la comercialización de la materia prima encontrada en los desechos de camaroncillo "*Emerita analoga*". Para este efecto, deberá contarse con el

auspicio del Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Cultura, Comités de Defensa del Medio Ambiente, Prensa Radial y Televisiva, entre otros interesados en el progreso de la ciudad.

La actividad de Inspección Ambiental se fortalecerá significativamente desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, la mano de obra para la limpieza de las playas será pagada con la utilidad por la venta de los desechos de camaroncillo o de los productos obtenidos de ellos.

La Inspección Municipal

El proceso de Inspección municipal, deberá contar con personal calificado para las medidas de control sanitario, para lo cual se podrá emplear el sistema de prácticas pre profesionales realizados por los estudiantes de la UCSM, quienes podrían participar activamente en esta tarea sobre todo en las épocas de verano.

Será entonces el municipio el que acogerá a personal calificado para la evaluación medioambiental de las playas, cuya acción permitirá fortalecer la capacidad para la recopilación, análisis y utilización de información para la toma de decisiones que garanticen la planificación e implementación del desarrollo sostenible.

Proceso de evaluación de impacto ambiental

El estado es incapaz de satisfacer las demandas de la sociedad, por lo cual es necesario tomar en consideración las iniciativas locales de los municipios a través de sus comisiones de protección del medio ambiente, así como de las Universidades quienes están al servicio de su comunidad.

Deberá consignarse un informe periódico de Evaluación de Impacto Ambiental y el Proceso Inversionista del sector. El impacto ambiental será medido en base a los parámetros de salud estadísticamente hallados en el hospital regional de Islay.

Programas Científico - Técnicos

La situación medio ambiental de las playas costeras, deben ser abordadas por la ciencia y la tecnología por medio de un significativo grupo de proyectos de investigación e innovación tecnológica. El mejoramiento del *medio ambiente*, así como el *desarrollo sostenible* de la región, están dirigidos a fundamentar la toma de

decisiones en el campo del uso sostenible de los recursos naturales y de la adaptación a situaciones ambientales presentes, concernientes a escala local, regional, nacional y mundial que nos afectan en mayor o menor medida.

En los últimos años, el CICA de la Universidad Católica de Santa María ha realizado estudios tipificación de **hongos microscópicos** presentes en los desechos marinos de *Emerita analoga*, y su diseminación por el ambiente, encontrándose resultados nada favorables, pues estos hongos son causantes de enfermedades infecciosas. Así también, se ha elaborado a partir del caparazón de este crustáceo, cápsulas de Quitina y Quitosan, luego de un tratamiento de esta materia prima; desarrollándose así una técnica de procesamiento para la obtención de estos polisacáridos. Estos derivados tienen propiedades lipofílicas importantes y han sido utilizados como fibra dietética por su capacidad para bajar los niveles de colesterol sanguíneos, y de reducir el peso corporal de personas obesas.

Los trabajos experimentales desarrollados, corresponden al Proyecto EFECTOS MEDIO AMBIENTALES Y SANITARIOS DE LOS DESHECHOS DEL CRUSTACEO *Emerita analoga* EN LA REGIÓN AREQUIPA, cuyos autores, Docentes de la Universidad Católica Santa María, Iván Paz Aliaga, Marianela Chávez de Rebisso y Jorge Velásquez Salinas, tuvieron el apoyo del CIES, Consorcio de Investigación Económico Social.

A continuación exponemos los resultados de nuestro trabajo de investigación tanto bibliográfico como experimental, como un informe general, accesible al público en general de la comunidad mollendina, informando sobre el peligro de los deshechos de *Emerita analoga* cuando permanecen por mucho tiempo en las playas, y de la utilidad y rentabilidad de los mismos si se obtienen a partir de ellos los derivados **quitina** y **quitosan**, productos que muy bien podrían permitir el establecimiento de una planta procesadora a posteriori.

El informe intenta asimismo, el establecimiento de un convenio entre las Municipalidades de las distintas localidades costeras de la Región Arequipa y la Universidad Católica Santa María, para conseguir un mejor desarrollo sanitario, económico y social de la región.

¿Cuál es el peligro de los hongos microscópicos que se instalan en los residuos de caparazones del "muy muy"?

En los residuos de *Emerita analoga* provenientes de las playas de Mollendo y Camaná, se han tipificado seis géneros de hongos microscópicos: *Aspergillus, Curvularia, Penicillium, Alternaria, Cladosporium y Rhizopus*, durante todas las estaciones de los años 2000 y 2001. Muchos de estos hongos tienen un carácter patógeno muy grande:

Aspergillus está ligado a procesos alérgicos, así como a infecciones oportunistas.

Alternaria además de producir alergia y asma, ataca también a los cultivos de papa, berenjena y otras plantas de la familia solanaceas.

Penicillium por su parte contiene muchas toxinas a las que se les ha encontrado actividad cancerígena y mutagénica en animales domésticos, produciendo inclusive síndrome nefrótico.

En el caso de *Rhizopus*, este produce micomicosis rinorvital que generalmente ataca a diabéticos, produciendo infecciones incontroladas, rápidas y fatales.

La presencia de una alta cantidad de deshechos de camaroncillo, contaminando las playas así como los fuertes vientos y brisas que se presentan en las zonas costeras, diseminan las esporas de estos hongos microscópicos a través del aire, con el peligro de que se pongan en contacto con el ser humano e ingresen al mismo por las vías respiratorias y/o piel.

La alergia es una respuesta exagerada de nuestro organismo cuando entra en contacto con determinadas sustancias provenientes del exterior. Las sustancias capaces de provocar una reacción alérgica se conocen como alérgenos. Aunque se han descrito casos de anafilaxia (la más grave de las reacciones alérgicas) por picadura de abejas y avispas en la civilización milenaria del antiguo Egipto, la verdadera expansión de los procesos alérgicos se produjo en la mitad del siglo XX, con el advenimiento de la industrialización.

La respuesta inmunitaria es de gran importancia aunque, en ocasiones, es causa de serios problemas como:

- En los transplantes de órganos, nuestras defensas inmunitarias identifican el nuevo órgano implantado como extraño e intentan combatirlo, produciéndose el rechazo a menos que se le administre al receptor del órgano sustancias para disminuir esta respuesta, los llamados inmunodepresores.
- Puede suceder que el sistema inmunitario confunda componentes de nuestro cuerpo con elementos extraños e inicie una reacción contra ellos, dando lugar a las enfermedades conocidas como autoinmunes como la artritis reumatoidea.
- A veces se produce una respuesta inmunitaria ante la presencia de sustancias inocuas para el organismo, que habitualmente son toleradas por éste; esta reacción exagerada se conoce como alergia.

En los últimos cinco años han sido identificados más de una docena de genes implicados en la respuesta alérgica y se han localizado principalmente en los cromosomas 5, 6, 11, 12 y 14, indicando que este problema es de origen genético.

Los posibles alérgenos son muy numerosos y pueden ponerse en contacto con nosotros a través de diversos medios:

- El aire que respiramos: pólenes de plantas, polvo de la casa, hongos, pelo de animales, etc.

- Los alimentos: pescados, huevos, frutas secas etc.
- Medicamentos: penicilina, aspirina, etc.
- Picaduras de insectos, mordeduras etc.
- Contacto con la piel: cosméticos, productos industriales, etc.

A la mayoría de personas estos alérgenos no les producen una respuesta inmune importante, en tanto que a una persona alérgica ha alguna de estas sustancias, desencadenará una respuesta exagerada cada vez que se pone en contacto con ella, así la cantidad del alergeno sea ínfima. Por esta razón es que en definitiva, la causa de una alergia no debe atribuirse a una sustancia en particular, sino al individuo, que está predispuesto genéticamente a desarrollar una respuesta exagerada, tras el contacto repetido con las materias potencialmente capaces de inducir a una reacción defensiva en el organismo.

Más del 15% de la población es alérgica a alguna sustancia, la mayoría de veces sin causar grandes molestias; sin embargo, algunas veces pueden ser graves y precisan de una intervención médica urgente.

Puesto que el sistema inmunitario se encuentra ampliamente distribuido en nuestro organismo, no es de extrañar que las reacciones alérgicas sean capaces de desencadenar trastornos muy diversos, según el lugar donde se produzca la reacción:

- Aparato digestivo: diarreas, dolor abdominal
- Ojos: conjuntivitis (enrojecimiento y picor)
- Nariz: rinitis (picor y secreción de moco acuoso)
- Piel: urticarias (habones y picor) o eccemas.
- Pulmón: asma (obstrucción de los bronquios)

Principales grupos alérgicos:

- Los ácaros del polvo doméstico
- Pólenes (gramíneas, olivo, parietaria, abedul, etc.)
- Epitelios, pelos, plumas y otros productos animales
- Hongos y sus esporas
- Polvos de granos y habas.

Entre el 30 y el 35% de la población de los países industrializados sufre enfermedades alérgicas y se calcula que para mediados del siglo XXI ese porcentaje superará el 50%. Cada vez son más numerosos los estudios que refrendan que el incremento de las alergopatías es un atributo del progreso y del desarrollo industrial. Si la contaminación ambiental y el estilo de vida urbano intervienen como factores desencadenantes, la teoría de la higiene sugiere que el sistema inmunológico del ser humano, al no tener que actuar como mecanismo de defensa frente a muchas de las infecciones que hoy se combaten sin problemas con antibióticos y otros fármacos, reacciona produciendo enfermedad ante agentes o sustancias que por si mismos no son patógenos (4).

La alta incidencia de enfermedades infecciosas al tracto respiratorio (fundamentalmente causadas por bacterias como *Streptococos, Stafilococos o Haemophilus*), que se dan en los pobladores de nuestra región, principalmente después de concluida la temporada de verano, una vez que dejan las cálidas zonas

costeras para internarse en la fría región de la sierra o por el cambio drástico del clima con el advenimiento del Otoño en los pobladores de la costa, ha motivado al uso indiscriminado de nuevos antibióticos para atacarlas. Este tratamiento ha conducido en los últimos años a un aumento en la incidencia de infecciones causadas por hongos microscópicos, debido a que estando presentes en el medio ambiente que nos rodea o formando parte de nuestra propia flora microbiana, encuentran en nuestras vías respiratorias un medio propicio para proliferar al no encontrar especies de bacterias competitivas, las que son arrasadas con los medicamentos usados.

Actualmente se discute mucho sobre el papel de los hongos como originarios de procesos alérgicos de vías respiratorias y esto se debe a la carencia de extractos adecuados para poder realizar la investigación de la presencia de anticuerpos tipo Ig E y/o Ig G formadas por el organismo como respuesta al contacto con antígenos provenientes de los hongos, y también la sensibilización cruzada que se observa entre especies de hongos. Estas dos razones no permiten determinar con precisión el hongo causante de una alergia en caso de suceder.

Los hongos se clasifican en dos tipos: saprofitos y parásitos; son los saprofitos los que producen las reacciones alérgicas de las vías respiratorias, estos se conocen como hongos ambientales o anemófilos (no presentan una reproducción sexual completa); aunque algunos de estos en ciertas condiciones pueden actuar como parásitos del ser humano, causando patologías diferentes a las alergias como las aspergilosis invasivas, aspergilomas, etc. (12). Los hongos se multiplican a temperaturas promedio de 20ºC y humedades por encima del 60%, condiciones propias de las zonas costeras de nuestra región.

Uno de los hongos que más daño causa al ser humano es el *Aspergillus* , el problema es la dificultad para su diagnóstico que conlleva a una alta mortalidad, tal como lo demuestra el hecho de que en un estudio alemán sobre 800 autopsias de fallecidos por aspergillosis, al 60% no se le pudo establecer el diagnóstico en vida. La dificultad estriba en lo inespecífico de sus síntomas. La sospecha de una aspergilosis (según Verweij) se da cuando un paciente con infección, persiste en la fiebre luego de 5 días de tratamiento con antibioterapia (en nuestro país no se puede tomar en cuenta este criterio pues puede tratarse de una tuberculosis, enfermedad muy frecuente). La radiografia de torax tampoco es un método muy fiable y la biopsia pulmonar no está indicada por el riesgo de hemorragia.

Las investigaciones sobre antifúngicos no ha interesado mucho a los laboratorios, porque el número potencial de candidatos al tratamiento es mucho menor que en otros procesos; sin embargo, en los últimos años esta perspectiva está cambiando, debido en parte a que las infecciones por el VIH, los transplantes y la contaminación con materia orgánica, ha provocado un aumento de las infecciones por hongos.

Hasta el momento el fármaco mas potente para el tratamiento de aspergillosis es la **anfotericina**, que es muy tóxica y acarrea muchos efectos colaterales; pero ya están a punto de comercializarse 6 nuevos antifúngicos menos tóxicos, con lo que tal vez, será más sencillo instaurar la profilaxis.

En la última década se están investigando los componentes antigénicos de los diversos hongos implicados en la alergia; así tenemos, **Cla 1** (de *Cladosporium*); **Asp f1** y **Asp f2** (de *Aspergillus fumigatus*); **Alt 1** (de *Alternaria*).

En el asma cobran especial importancia para nuestra región, los siguientes hongos:
- *Alternaria tenuis*: pulula en las zonas costeras entre Mayo y Octubre, es un hongo otoñal e invernal

- *Penicillum expansum*: vive en closets, roperos y zonas húmedas de las casas, es el hongo de interiores más frecuente y el más potente sensibilizante.

- *Aspergillus niger*: Desarrolla abundantemente durante las lluvias y garúas (julio y agosto). Origina además de asma, rinitis y conjuntivitis, cuadros de alveolitis alérgicas extrínsecas.

- *Cladosporium*: es el mas frecuente, casi el 60% de las esporas captadas de hongos corresponden a este género; parasita en las hojas de los árboles, negreándolas.

- *Mucor*: género que se encuentra en los pelos de animales

- *Aspergillus clavatus*: se le encuentra en closets

- *Aspergillus fumigatus*: saprofito y parásito; origina 5 cuadros clínicos diferentes: asma, rinitis alérgicas, alveolitos alérgicas extrínsecas, micetomas aspergilares y aspergilosis pulmonar invasiva.

Por lo menos seis de estas especies de hongos han sido encontradas en los deshechos de *Emerita analoga*, de las playas de Mollendo y Camaná, como mencionamos anteriormente.

¿Qué utilidad tienen los caparazones de "muy muy"?

A pesar de las consecuencias negativas que muestran los residuos de camaroncillo, estos contienen en su estructura a la quitina, polisacárido con múltiples usos en la actualidad en países industrializados y que puede constituirse en un recurso económico de alta rentabilidad.

La quitina ha sido utilizada como agente quelante para el tratamiento de aguas residuales ya que tiene la peculiaridad de remover sólidos en suspensión y absorber metales pesados. Asimismo, se emplea en la industria farmacéutica para la elaboración de pastillas antiácidas.
En inmunología se utiliza como efectivo agente antitumoral por su actividad toxica contra las células malignas.

En la industria tabaquera como aditivo sustituto del tabaco; también puede ser utilizada como sustrato para la producción de proteína microbiana la cual se emplea en la elaboración de alimento de animales

La quitina es un polímero acelerador de la cicatrización y reconstructor de tejido epitelial.

El quitosan o quitosano, se obtiene de la quitina por desacetilación de esta, bien por métodos químicos con hidróxido de sodio caliente, o biológicos, empleando enzimas desacetilantes de origen microbiano.

Los polímeros de quitina y quitosano tienen numerosas aplicaciones industriales. Así, el quitosano se emplea como agente floculante para clarificar efluentes industriales y urbanos. La agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos aprobó el uso del quitosan para la purificación del agua potable.

El quitosano se ha utilizado en la fabricación de películas para elaborar empaques, en la recuperación de proteínas de los residuos de industrias alimentarias; como quelante de contaminantes como el mercurio, plomo, cadmio y radioactivos como uranio y cobalto. Igualmente en la fabricación de shampús secos y lociones para el cabello.

En medicina como secuestrante de sales biliares y anticoagulantes.

Quitosan tiene un efecto benéfico sobre las bacterias intestinales, luego de tomar de 3 a 6 gramos durante dos semanas se reduce la intensidad de putrefacción intestinal, un cambio que podría prevenir enfermedades y el peligroso cáncer del colon.

No añade calorías, actúa como antiácido y reduce notablemente la placa dental.

Tiene propiedades antibacterianas y se usa en medicina en la curación de úlceras y lesiones a nivel tópico.

Las nanopartículas del quitosan son eficientes vehículos para el trasporte de insulina a través de la mucosa nasal, método que se está empleando actualmente en el tratamiento de diabéticos.

Además en un estudio se demostró que el quiltosan estimula la producción de vitamina K.

Otra aplicación interesante es en nutrición animal, como fibra dietética y por favorecer el desarrollo de Bifidobacterias en los animales.

La actividad anticolesterolémica detectada en el quitosano, ha permitido su incorporación como ingrediente en algunos alimentos como galletas y pastas dietéticas.

Resumiendo, la quitina como producto intermedio y el quitosano como producto final, tienen entre sus multiples aplicaciones:

En la Industria de los alimentos: sirven como agentes para tratar sistemas acuosos: esto incluye la reducción de sólidos totales, recuperación de proteínas, purificación de bebidas (aguas, jugos, cerveza, vinos, etc). Son ingredientes funcionales para controlar la textura, estabilidad, mejorar el flujo de otros ingredientes, dar volumen, controlar la viscosidad y para incrementar el contenido de la fibra dietética. El quitosan también se emplea como agente clarificante en los zumos de frutas reduciendo la turbidez de los mismos y retardando el pardeamiento enzimático en los zumos de manzana y pera.

En contaminación ambiental: en la remoción de sustancias indeseables como metales pesados, plaguicidas, etc.

Aprovechando que estas no se absorben, han sido empleados como acarreadores de enzimas, células, pigmentos, sabores y nutrimentos. Por ello es utilizado para la pigmentación de especies acuícolas como truchas y salmones, aumentando así su valor comercial. También como medios de atrapamiento que permiten la liberación controlada de ingredientes concentrados, sabores, agentes antimicrobianos y sustancias agroquímicas.

Existen por lo tanto muchas razones que justifican la industrialización de este recurso natural renovable; el conocimiento de las tecnologías apropiadas para su obtención y del mercado internacional del producto, podrían ser la puerta de ingreso al desarrollo de nuestra Región.

PROGRAMA DE ACCIONES AMBIENTALES

A continuación relacionamos un conjunto de acciones, para la contaminación ambiental de las playas, muchas de las cuales se han estado ejecutando y se continúan priorizando en el momento actual, con el propósito de minimizar y en algunos casos resolver, los principales problemas ambientales identificados.

1. Introducir la atención primaria ambiental en el desarrollo integral de la ciudad.
2. Recopilar información para la toma de decisiones por el Municipio.
3. Promover la educación, capacitación y toma de conciencia de los pobladores.
4. Desarrollar los proyectos de utilización de recursos sostenibles.
5. Evaluar los riesgos para la salud humana que puedan derivarse de la contaminación y los peligros ambientales
6. Promover una legislación y regulación ambiental adecuada para la localidad

OBJETIVOS DE UN PLAN DE ATENCION PRIMARIA AMBIENTAL

Contribuir a la constitución de Municipios saludables: apoyando la fiscalización ambiental, mediante la elaboración de un diagnóstico ambiental participativo.

Fortalecer las capacidades de gestión ambiental de los gobiernos locales. Mediante la vigilancia ambiental, denuncias y fiscalización.

Establecer un nivel de gestión ambiental, que incluya a todos los actores locales en particular al gobierno comunal y la comunidad. Realizar campañas de educación ambiental (recojo apropiado y reciclaje de las distintas basuras, ahorro de energía, etc.)

Incentivar en la comunidad en el ámbito de la sustentabilidad local. Acciones ambientales de reciclaje, control de plagas, forestación, etc.

Capacitar y formar líderes ambientales, en la toma de decisiones, acciones preventivas (desastres naturales, Energía química, control de la erosión, planes de protección y conservación de especies, etc.)

Las líneas estratégicas de la presente propuesta han sido diseñadas a partir de la identificación de los principales problemas ambientales de las playas de la ciudad de Mollendo y los objetivos seleccionados, se inspiran en los Principios de la Organización Mundial de la Salud OMS, que dicen…

> *"los seres humanos constituyen el centro de las inquietudes de desarrollo sostenible por consiguiente tienen derecho a tener una vida saludable y productiva en armonía con el medio ambiente natural"* *Primer principio*.

> *"El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados en el nivel que corresponda. En el plano nacional toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre los materiales y actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en procesos de adopción de decisiones. Los estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y participación de la población poniendo la información a nivel de todos".* *Décimo principio.*

> *Se reconoce el derecho del ser humano a vivir en un ambiente sano y agradable y a ser informado sobre los riesgos del ambiente en relación con la salud, bienestar y supervivencia, pero a la vez define su responsabilidad y deberes relacionados con la protección, conservación y recuperación del ambiente y la salud.* *Definición de la estrategia de Atención Primaria Ambiental.*

BIBLIOGRAFÍA

1.- Valdés Santurio JR. La estabilidad de los productos farmacéuticos. IMEFA 1988; 4(5):1-16

2.- Balassa L. Prudden J. Aplications of chitin an chitosan in wound healing acceleration. Proc. of he Int. Conf. On chitin/chitosan, Muzarelli and Pariser, Italy. 1984:296-305.

3.- Camero LJ. Socorro B., Montes A. Utilization of chitin in the cicatrization of cutáneos burns. Rev Cub Univ Central Venez 1994;57(1):12-6

4.- Quitina y quitosano: (1999) J. M. Gallardo Vigo. Mar y Pesca. Faro de Vigo pag 6

5.- Rodríguez M.S., Albertengo L. Y Agulló E. Acción del quitosano contra la obesidad Slan 2000 ....www.konnecting. com/slan2000/trabajo.asp?idContenido=508

6.- Actas del IV Congreso Panamericano de Asma Bronquial, Fundación Peruana para el asma bronquial. Lima, setiembre de 1994