

METALES, EL MEDIO MARINO COSTERO Y EL CÁNCER EN PANAMA

1. Introducción.

Durante los años 2009 y 2010, un equipo de profesionales vinculados a la investigación ambiental integrado por la oceanóloga Diana Araúz, los químicos Ana Luisa García y Félix Rodríguez y mi persona, desarrollamos un estudio sobre la calidad de las aguas en la isla Coiba, y las costas continentales de Veraguas y Chiriquí con algún grado de influencia sobre éstas. La aproximación que intentamos hacer hoy –al problema del cáncer y los metales en Panamá–, surge de los hallazgos encontrados durante la actividad cumplida. Específicamente recoge, como base, las referencias y conclusiones correspondientes a los análisis y evaluaciones efectuadas sobre los contenidos de metales pesados en los sedimentos de Bahía Damas, alrededor de la desembocadura del río Catival.

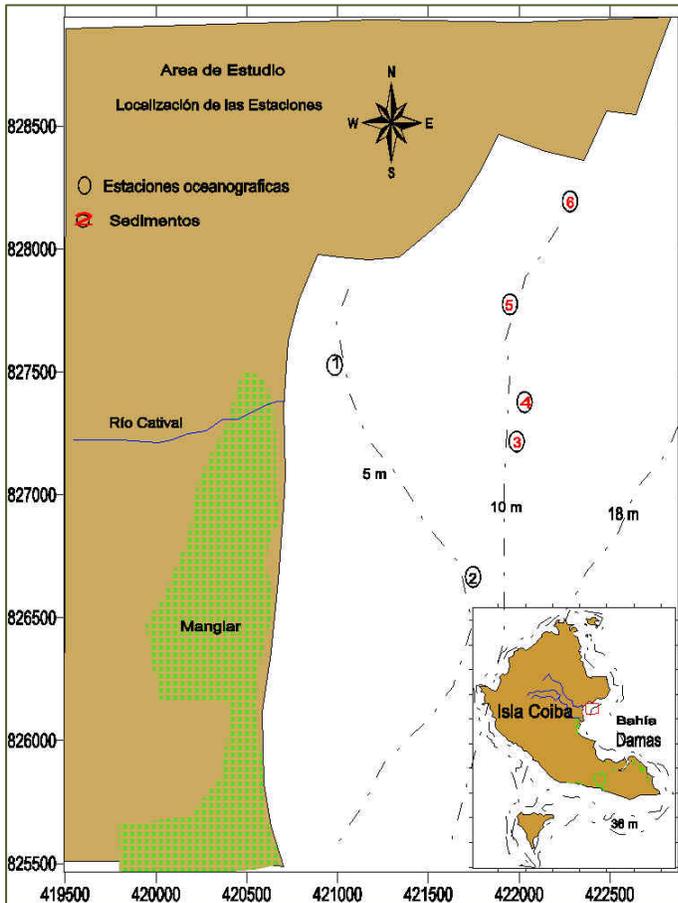
Hay que recordar que Coiba cobijó en su parte Este insular, precisamente alrededor de la bahía mencionada, un centro penitenciario y una base militar de las Fuerzas de Defensa Nacional, esta última con una gran actividad durante las décadas del '70 y '80 del siglo pasado. Desde este punto de vista, si tocara hablar de los usos de suelo del área, puede decirse que fue militar, destinado al custodio de la frontera marina nacional del Pacífico y al entrenamiento de fuerzas especiales –todo ello con sus debidas instalaciones para el movimiento aéreo y portuario–, y agrícola y ganadero, especialmente de granos, tubérculos, verduras y carne vacuna para el consumo del conglomerado residente, fuese del componente penal o militar.

Los resultados de los trabajos demostraron, en lo esencial, que existen procesos de acumulación de ciertos metales pesados dentro de la bahía, algunos identificados como cancerígenos, con diversos niveles de concentración que rebasan en casos específicos los límites permisibles de las normas internacionales, lo que puede estar afectando mediante la cadena trófica del ecosistema hídrico, a especies marinas de importancia alimentaria. El fenómeno pareciera responder, en la escala de conocimientos en que aún nos encontramos, tanto a las intervenciones antrópicas en el suelo, al clima y la dinámica hídrica del río Catival, por un lado, como a fenómenos marinos propios del marco geomorfológico costero y del movimiento de corrientes por el otro.

Es con estos hallazgos en mano, y más tarde por el contacto obtenido con algunas estadísticas e informaciones cartográficas sobre las altas tasas de incidencia del cáncer en varios puntos de la geografía del país, que nace la iniciativa de examinar a la luz de los fenómenos marinos encontrados, los sitios costeros críticos de cáncer, ahora con el propósito de hacer un estudio correlativo entre los dos ejes señalados y establecer algunas hipótesis sobre las causas de tal incidencia, a partir de las existencias y dinámica de metales pesados en los medios marino-costeros. Vale recordar que de acuerdo a las estadísticas mundiales, el 82% de las enfermedades degenerativas crónicas son por causa de metales pesados. Es este pues, el motivo del trabajo que presentamos; es en el fondo un primer borrador que recoge

valoraciones aún hipotéticas, aunque claramente fundamentadas, de esta relación en nuestro país.

2. Los metales pesados de Bahía Damas.



Bahía Damas se encuentra al Este de la isla Coiba, entre Punta Clara, extremo Norte de la bahía (828000 N – 422400 E), y la desembocadura del río San Juan, al extremo Sur (826600 N – 421000 E). En su territorio se ubicó desde 1914, lo que conocimos como la penitenciaría de Coiba y luego, a finales de los años 1960, el citado emplazamiento militar de custodio aeronaval y entrenamiento del pie de fuerza nacional.

El trabajo de Bahía Damas obedeció en lo medular a un estudio comparativo entre las aguas fluviales de una cuenca intervenida y otra de bosque prístino, y sus efectos en el área de mezcla costera. En este sentido se establecieron estaciones de muestreos para las aguas dulces del río Catival en diferentes cotas del cauce, y estaciones en el área costera, a lo largo del área de influencia de las aguas continentales drenadas por el mismo. Fueron en total cuatro puntos

para muestras de aguas superficiales en el río Catival, seis puntos costeros de aguas superficiales en la bahía y finalmente cuatro puntos para sedimentos de fondo. Se hicieron además estudios de caudales y velocidades del río, así como de correntometría lagrangiana marina en el espacio de las estaciones costeras. La actividad de campo comprendió cuatro sesiones, recorriendo los periodos climáticos secos y de lluvia con inclusión en algunos casos de momentos extremos y de transición (marzo y noviembre en 2009, mayo y octubre en 2010).

Ubicados en el tema particular de los sedimentos, por ser estos, bajo condiciones particulares de textura (el limo-arcilla debe ser dominante) el medio hospedero de metales por excelencia, cabe señalar que todas las muestras fueron tomadas a profundidades no mayores de 10 m, siendo conservadas en bolsas de polietileno a bajas temperaturas, y se eligió el Índice de Geoacumulación de Müller (1979) para evaluar cuantitativamente el proceso contaminante. La distribución espacial de la concentración metálica se analizó mediante el método de interpolación “Kriging”, basado en fundamentos de la teoría geoestadística.

El primer resultado que subrayamos, es la influencia de las corrientes mareales en la circulación de las aguas de la bahía –con sus entradas y salidas–, así como de los vientos y bajas profundidades, de los aportes de las aguas superficiales fluviales y los cambios de densidad que producen en el mar, donde dominan procesos de transporte, de mezcla vertical y de resuspensión desde los estratos del fondo hacia los estratos medios. Se observan así, variaciones de la composición textural del fondo en el tiempo, además de una redistribución del material sedimentario en función de su tamaño y peso, por lo que junto a los aportes de caudales sólidos del río es lógico considerar que también se producen variaciones frecuentes en la concentración de metales.

Los resultados obtenidos en materia de la concentración media e índice de Geo-acumulación fueron los siguientes:

Bahía Damas	2009 Marzo				2009 Noviembre			
	Cr	Cd	Cu	Pb	Cr	Cd	Cu	Pb
ug/g media	88.32	1.84	41.47	1.09	94.05	2.41	44.67	2.24
Ígeo	-0.61	2.48	-0.7	-4.79	-0.52	2.87	-0.6	-3.75
Bahía Damas	2010 Mayo				2010 Octubre			
	Cr	Cd	Cu	Pb	Cr	Cd	Cu	Pb
ug/g media	94.63	3.28	48.43	3.1	88.7	3.53	48.7	3.80
Ígeo	-0.51	3.31	-0.48	-3.27	-0.61	3.42	-0.47	-2.98

Concentraciones media (µg/g, peso seco) e índice de geo-acumulación de Bahía Damas

Estos datos fueron muy reveladores de la mecánica del movimiento de los elementos químicos de estudio, en el medio hídrico. Sobresalen el Cromo (Cr), con concentraciones medias que oscilan entre 88,32 µg/g (marzo 2009) y 94,63 µg/g (mayo 2010), dos valores que están ampliamente por encima de los 20 µg/g para sedimentos no contaminados, y el Cadmio (Cd), con rangos entre 1,84 µg/g (marzo 2009) y 3,53 µg/g (octubre 2010), cifras que superan el techo de 0,8 µg/g para sedimentos superficiales no contaminados.

Al tomar en cuenta la masa y velocidades de las aguas del Catival¹ en su ingreso al mar, y su contraparte, o sea la intensidad de flujos marinos de la bahía², con corrientes en un 40% de

¹ Los caudales se ubicaron entre 0,180 m³/s (marzo 2009) y 5,38 m³/s (octubre 2010).

² Las velocidades del flujo de aguas del Catival, a su salida, están fijadas en un promedio de 0,6 m/s, teniendo máximas de 0,851 m/s y mínimas de 0,424 m/s; mientras que la intensidad del flujo marino oscila en velocidades de débiles a fuertes (de 0,10 m/s a 0,61 m/s), con un 40% de flujos de intensidad situada en los rangos de 0,21 – 0,30 m/s, seguida de velocidades entre 0,31 – 0,40 m/s con una frecuencia del 20%.

velocidades moderadas y su dirección supeditada al estado de la marea, siendo que durante la marea ascendente se mueve hacia WNW y en la vaciante de SE a ESE, se percibe claramente en la resultante el frecuente ingreso del recurso fluvial en la profundidad del territorio marino costero y en un amplio radio de ese espacio, con transportes, precipitación de material sólido e indiscutible incidencia en las densidades por cambios en la salinidad y temperatura del agua. Todos estos factores garantizan por un lado, la alimentación de los fondos marinos con material terrígeno, y por el otro su redistribución permanente dentro del área por la propia dinámica bahiana.

Todos los metales analizados presentaron una tendencia a la concentración por acumulación; y es que en los hechos son transportados por los sedimentos debido a su asociación con las partículas finas y materia orgánica. Así, son dispuestos en el fondo del mar, donde las mareas y sus procesos de turbulencia, resuspensión y mezcla vertical los mantienen en la columna de agua, los redistribuye y reubica en el fondo una vez encuentre densidad basal, condición que puede variar en cada ciclo de marea y estacionalmente.



Sin embargo llama la atención la conducta del Cd, cuando se examinan los valores del Índice de Geo-acumulación. Los metales Cr, Cu y Pb manifestaron valores negativos y una tendencia aleatoria en el tiempo. Si nos referimos a la fórmula del índice, todo apunta a que sus procesos de concentración están por debajo de los índices de la época preindustrial tazados para éstos (constante de referencia de la fórmula logarítmica), corregidos por un factor multiplicativo y representativo de los efectos litogénicos; o sea que es posible que lo que se produce hoy sea ya de origen más que todo litogénico³. Pero también, la lógica de los números subraya que no son suficientes las cantidades vertidas como para fijar un crecimiento sostenido de acumulación en un sitio determinado del fondo. En esto jugaría un papel central la disipación del material por la dinámica marina, toda vez que, al menos el Cr y el Cu (los más importantes por su concentración) están singularmente vinculados a los sedimentos finos⁴, fáciles de moverse en el medio.

Todo lo contrario sucedió con el Cd. Los valores no solamente salen positivos, sino que llevan un crecimiento continuo en el tiempo, pasando de 2,48 a 3,42 en el curso de los dos años de investigación. Es un rango que aunque puede calificarse de valores moderados, demuestra que los efectos de las actividades antropogénicas que existieron en la isla están aún vigentes.

³ En el Cromo, por ejemplo, vinculado más bien a las aleaciones y anticorrosivos (en pinturas), es posible que los efectos de las fuentes antropogénicas que dieron lugar a la contaminación, ya estén en procesos de reversibilidad.

⁴ Aplicando la Correlación de Pearson, se obtuvieron valores positivos del Cr con el Limo (0,73) y con la Arcilla (0,51), así como del Cu con el Limo (0,65) y con la Arcilla (0,67).

Esto sólo se puede explicar por el uso del suelo, sobre todo por las cargas de contaminantes dejadas a través de décadas de intervención humana, con prácticas que no contemplaron nunca la dimensión ambiental. Cuando se recorre la isla por el área de Bahía Dama, se percibe sin mucho esfuerzo una profunda transformación de los ecosistemas debido al uso agrario, militar y penitenciario. Y sucede que estas actividades están estrechamente vinculadas a metales como el Cromo, Cadmio, Arsénico y Mercurio.

Estudios realizados en Vieques dentro del perímetro militar de prácticas, en las Lagunas de Anones y Gato, mostraron altos niveles de Cadmio y Cromo. Se encontró presencia de estos metales en el “Cangrejo Violinista”, con una concentración promedio de 8,05 $\mu\text{g Cd/g}$ en el *Uca pugnax rapax*, lo cual sobre pasa la dosis crítica para alimentos (6 $\mu\text{g/g}$), y de 25,48 $\mu\text{g Cr/g}$. También se encontraron altos contenidos en las plantas e incluso en las heces humanas; y siempre fue el Cadmio el elemento emblemático.

Las dos actividades señaladas en Coiba (militar y agrícola ganadera) son claramente generadoras de contaminación con Cadmio. Durante largo tiempo este metal se ha utilizado en forma iónica en los fertilizantes fosfatados y los óxidos de fósforo tienen muchos usos. A manera de ejemplo, vale anotar que en EE.UU., la concentración de Cadmio por tonelada de Pentóxido de Fósforo es de aproximadamente 36 g/t, lo que ha significado un aumento del 1% del nivel del metal donde se ha aplicado. También está presente en la quema de residuos domésticos e industriales, en las baterías (Niquel-Cadmio), soldaduras y en sitios de tiro y bombardeos militares. En Italia, durante una auditoría, sólo en la base militar norteamericana de Nápoles se encontraron 10 t de baterías usadas. Y el asunto problemático es que los dos usos citados hacen del suelo el hospedero del metal, transfiriéndolo luego por los mecanismos de erosión hídrica e infiltración a las aguas superficiales y subterráneas respectivamente.

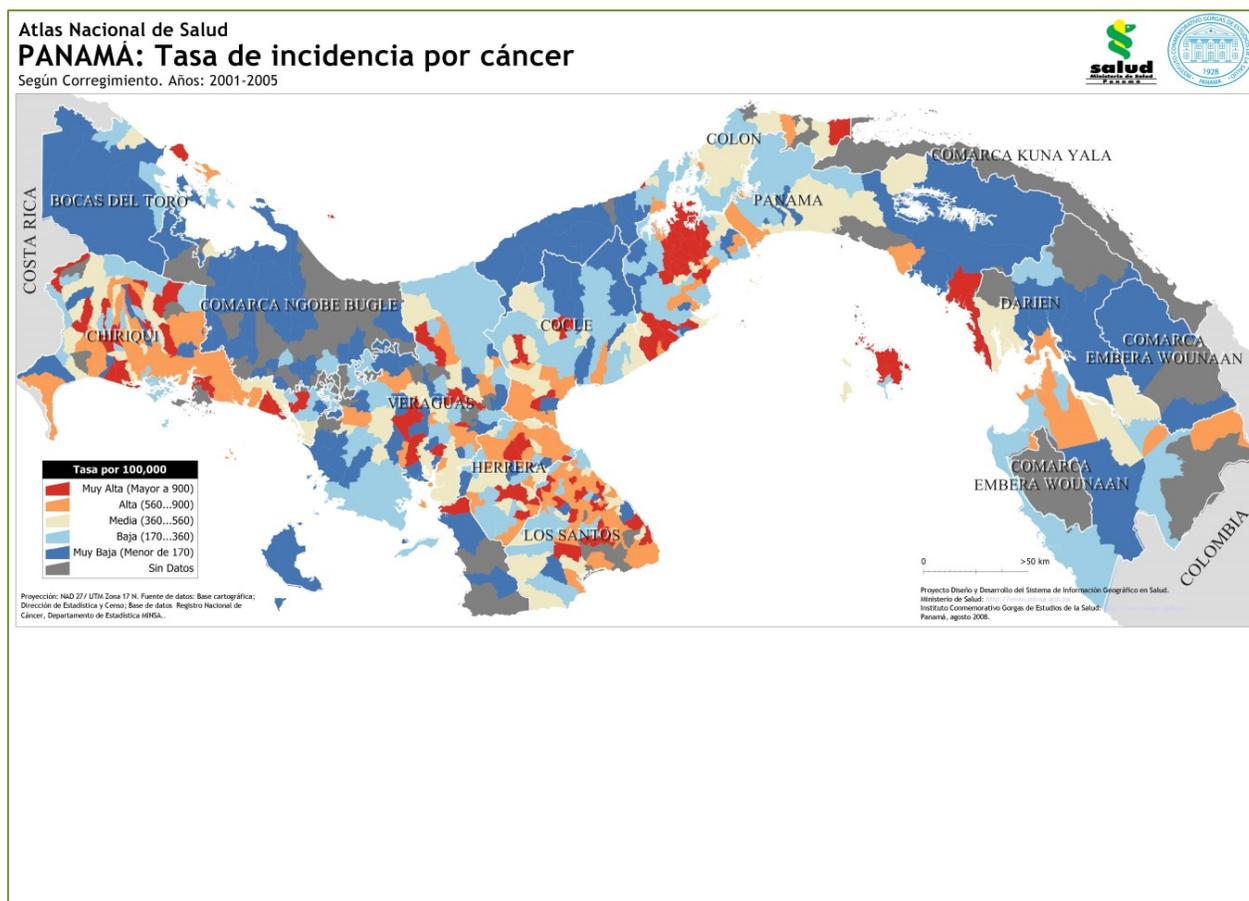
En este contexto, la interrogante inmediata que surge es, qué puede estar sucediendo con el Cadmio en las especies bentónicas de la bahía, especialmente las filtradoras; o asumiendo que se produce la resuspensión de sedimentos del fondo hacia los estratos medios de profundidad, qué puede estar sucediendo en las especies pelágicas, y finalmente en toda la cadena trófica del ecosistema marino desde el punto de vista de la biomagnificación del contaminante?...

Esto no estuvo entre los objetivos de nuestra investigación. Pero es corriente en nuestros medios marinos costeros encontrar especies filtradoras (*Prothocata aspérrima* y *Anadara tuberculosa*); especies comedoras de sedimentos, que pueden absorber contaminantes como la Lisa (*Mugil curema*); carnívoros que en su forma juvenil están asociados a las áreas costeras y penetran estuarios como el Pargo Dientón (*Lutjanus novemfasciatus*), el Pargo Colorado (*Lutjanus colorado*) y el Pargo Amarillo (*Lutjanus argentiventis*), o la Corvina Blanca (*Cynoscion albus*) y la Corvina Amarilla (*Cynoscion stolzmanni*), y como eslabón terminal de la cadena la Barracuda (*Sphyraena spp.*), el Tiburón Puntiblanco de arrecife (*Trianodon obesus*) y el Tiburón Martillo (*Sphyma lewini*). En su gran mayoría son especies que forman parte de una secuencia alimentaria que se cierra con la ingesta humana; y mientras más grandes sean, mayor es la cantidad de contaminantes que pueden acarrear. Agregamos, como nota final, que el Cadmio

tiene larga vida en el cuerpo humano, por lo que pequeñas dosis ingeridas con cierta frecuencia, pueden ser no obstante peligrosas.

3. El Cromo y el Cadmio, dos agentes cancerígenos en las costas panameñas.

Los elementos de juicio que nos brinda Bahía Damas conducen sin dudas al tema de la salud y medio ambiente. ¿Qué se puede observar?... Cuando se revisan los hallazgos de Coiba, si los relacionamos con el cuadro mapeado de casos y tasas de incidencia del cáncer⁵ en el país, nos preguntamos si no pueden estarse fraguando fenómenos similares a los descritos, en varios de los puntos geográficos críticos destacados con alta incidencia. En algunos de éstos o en sus entornos cercanos nos tocó muestrear y analizar sedimentos marino-costeros, por otros tipos de estudios, resultando sus contenidos altos en metales de riesgo. Esta relación particular entre la tasa de incidencia y la existencia de metales, simplemente nos lanzó un alerta, advirtiéndonos sobre la posibilidad real de existir en estos sitios factores correlativos entre los dos fenómenos, con sus causas en eventos ambientales.



Mapa del Atlas Nacional de Salud del Ministerio de Salud, al 2005

⁵ Hablamos de los mapas sobre el cáncer en Panamá contemplados por el MINSA en el Atlas Nacional de Salud, los cuales si bien están fechados hasta el 2005, son un referente suficiente para el nivel en el que se está tratando todavía este tema.

En algunas estaciones de muestreo se encontraron niveles claros de contaminación con elementos como el Cadmio (Cd) y Cromo (Cr), dos metales de espectro cancerígeno. Los dos han sido seleccionados para el desarrollo del presente trabajo, no sin antes advertir que hay otras sustancias de incidencias también cancerígenas, incluso estudiadas por nosotros en los mismos sitios y con índices altos, como el Arsénico y el Nitrato; pero se consideró que para los propósitos iniciales que persigue este material, estos dos metales eran suficientemente representativos.

Cadmio:

Se encuentra por lo general en las “menas” de Zinc, pero puede obtenerse también mediante extracciones de Cobre o Plomo. Es un metal blanco azulado, dúctil y maleable, y representa una toxicidad similar a la del Mercurio (Hg). La mitad del Cadmio se libera de manera natural por la fuerza de los ríos, a razón de la descomposición de la roca, o es también liberado por incendios forestales y volcanes.

Es un metal muy afín al humo del cigarrillo; está presente en los residuales de la producción de Zinc, de minerales de fosfato, la bio-industria de estiércol y quema de basureros. Así mismo en los productos de baterías (Níquel–Cadmio), en la galvanoplastia, en aleaciones de bajo punto de fusión, en pigmentos (Sulfuro de Cadmio), soldaduras y fertilizantes; y se utiliza regularmente en los semi-conductores, o como revestimiento y electro-plateado de materiales militares o como estabilizante del plástico PVC.

Una característica interesante del Cadmio es que debido a su similitud con el Zinc lo absorben fácilmente las plantas con las aguas de riego. Un bajo pH en el suelo o en el agua eleva su biodisponibilidad; y puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por el lodo. La erosión hídrica de suelos es su mejor transporte a los cuerpos de agua naturales. Su afinidad con la materia orgánica del suelo le permite además, ingresar con mucha facilidad en la flora y por esta vía en los animales vegetarianos. A su vez se acumula en los bentos, mejillones, ostras, gambas, langostas por intermedio del sedimento acuático, y finalmente en los peces, en los cuales la toxicidad dependerá del contenido de calcio en el agua, entre otros. Ya mencionamos de cómo se encontraron en Vieques altos índices de este metal en algunas especies de mar; pero también se encontraron altos índices –vale agregar–, en plantas como el guandú, calabaza, piña y yuca, y en animales como la cabra.

La forma más corriente de su incorporación al cuerpo humano es por la vía oral (agua e ingestión de alimentos), o por inhalación (humos); muy poco Cadmio es absorbido por la piel. Del metal ingerido por vía oral, la sangre solamente recoge del 1% al 5%, mientras que del inhalado asimila del 30% al 50%. Por esta ruta va al riñón, el cual logra excretar solamente del 1% al 2%. Hay entonces un residual obvio, que se acumula dado que el cadmio tiene una vida entre 13 y 40 años en el humano. Deviene así peligroso a base de largas exposiciones. Se considera que produce daños a los tejidos del hígado y testículos, así como al sistema inmunológico, y puede producir cáncer en el aparato reproductivo y la próstata.

Cromo:

Es un metal de transición, duro, frágil, gris acerado y brillante, muy resistente a los procesos corrosivos. Sus estados de oxidación más estables son el Cromo con valencia 2 (CrO) u Óxido Cromoso y el Cromo con valencia 3 (Cr_2O_3) u Óxido Crómico; pero existe también en la forma hexavalente (CrO_3), conocido como Anhidrido de Ácido Crómico. Se obtiene de la Cromita (FeCr_2O_4) y pertenece al grupo de los oligoelementos.

El Cromo se emplea fundamentalmente en la metalurgia, siendo muy utilizado en las aleaciones para el “acero inoxidable” (contienen más de un 12% de Cr). También está presente en los procesos cromados por electro deposición. Se usa en pinturas antioxidantes (por ejemplo, para la protección de metales en áreas cercanas a playas, en puertos, barcos, etc.) y también en colorantes, mediante sus diversos óxidos y cromatos. Lo vemos incorporado a los materiales refractarios en forma de mineral de cromita, y en el curtido de cueros bajo la forma de Hidroxisulfato de Cromo. Pero el 85% se dirige a las aleaciones de materiales duros y resistentes a la corrosión.

Este metal ingresa al agua, aire y suelo en forma de Cromo (III) y Cromo (VI), tanto por procesos naturales (emisiones volcánicas, incendios, restos vegetales, etc.) como por actividades humanas (torres de refrigeración, plantas de espejos, textiles, fábricas de aceros, de cementos, etc.). Al igual que el Cadmio, la acidificación del suelo o del agua influye en su biodisponibilidad y tiene buena correlación con el Limo y Arcilla en el medio hídrico. Está probado que la biota acuática es buena hospedera del metal procedente del agua y los sedimentos.

El Cromo (III) puede ser transferido fácilmente del suelo a las plantas, dado que por lo regular es absorbido para sus procesos biológicos; pero una alta presencia puede aumentar las concentraciones en los cultivos y conducir a efectos dañinos. Lo cierto es que este Cromo ocurre de forma natural en muchos vegetales, frutas, carnes, levaduras y granos. También, en dosis bajas es esencial para los organismos al intervenir en el metabolismo de la glucosa, lípidos y los ácidos nucleicos. En cambio el Cromo (VI), muy vinculado al agua (por ejemplo agua de pozos) es tóxico; y su gran toxicidad se debe a su solubilidad y la facilidad con la que penetra en las membranas de los organismos, dado su poder oxidante. No obstante tiene la propiedad, a diferencia de otros metales, de convertirse en Cromo (III) una vez está dentro de éstos, por lo que no se acumula en el medio ambiental.

El Cromo (III) es más que todo absorbido en la ingesta, mientras que el Cromo (VI) ingresa también fácilmente por la piel. Al ingresar al cuerpo humano, es absorbido primeramente en la zona media del intestino delgado y se regula por la presencia de agentes complejantes (acetato, citrato, etc.); luego se concentra mayormente en el hígado, el bazo, los tejidos blandos y huesos. El Cr (III) no revela mayores efectos adversos relativos a una alta ingesta; solamente se sostiene que personas con alguna enfermedad renal o hepática son más susceptibles a efectos adversos por ingesta excesiva. Pero en lo que corresponde al Cromo (VI) y sus niveles de toxicidad, una vez dentro de la célula puede reaccionar con el ADN produciendo finalmente

tumores. La información existente afirma que ante una exposición frecuente, aumenta la incidencia del cáncer pulmonar y también el gastrointestinal.

4. Cinco sitios de referencia para un estudio ambiental del cáncer.

De los múltiples sitios críticos del cáncer encontrados en los mapas del Atlas Nacional de Salud, se decidió revisar cinco de forma más pormenorizada con la finalidad de hacer algunas relaciones comparativas. Estos son: Bahía de Almirante (Isla Colón); el estuario del río Chiriquí (confluencia de las aguas de Pedregal y Alanje); Bahías Bique–Chorrera (vinculadas al río Caimito); Isla de las Perlas–Golfo de San Miguel, y finalmente Bahía Honda (Veraguas), seleccionado por ser un sitio donde la correlación de metales–índice de cáncer expresa todo lo contrario a los anteriores, por lo que interesó estudiar sus causas.

Veamos algunos rasgos sintomáticos de cada sitio, para efectos del análisis que buscamos.

Bahía de Almirante:



El lugar sobresale por la presencia de cáncer del aparato reproductor. Si revisamos bien la región, los usos de suelos están dominados por la producción intensiva agrícola y ganadera, con especial énfasis en el banano (producción histórica transnacional), arroz y la ceba de res, sometiéndola así a voluminosos flujos de agroquímicos, entre los cuales los plaguicidas y fertilizantes. Es un territorio con extensos predios en producción, explotados por largas décadas bajo esquemas insostenibles y recorridos por múltiples drenajes naturales que

desembocan en la bahía, como son los ríos Banano y Oeste, y las quebradas Nigua, Jones, Pastores y Cascajo. Además, se observa en sus aguas marinas la práctica pesquera de peces, langostas y camarones entre otras, así como el tránsito permanente de barcos y lanchas que recorren sobre todo la línea Almirante–Bocas del Toro cabecera.

En el área marina de Almirante y de la Isla Colón, se detectaron valores de Cadmio de 1,1 $\mu\text{g/g}$ (peso seco) hacia la isla y de 1,25 $\mu\text{g/g}$ hacia la costa continental, cifras que si bien son de nivel moderado están por encima del límite de 0,8 $\mu\text{g/g}$.

En la Bahía hay un ingreso desde el mar abierto hacia sus zonas interiores, de la corriente SE–ESE, condicionada en su flujo y velocidad por el Canal de Boca de Drago. Esta corriente desciende luego por el Canal de Bocas del Toro, el cual conecta con el mar abierto y con la Laguna de Chiriquí. Las bajas energías de las aguas de la bahía, así como de las aguas fluviales, sumado a la dirección de estas corrientes es un factor de distribución y concentración de sedimentos provenientes del área continental, sobre las diferentes zonas costeras y con estos,

de contaminantes que tengan afinidad. Dado que hay procesos continuos de producción de los suelos, es seguro que haya también procesos continuos de contaminantes vertidos al mar, donde son captados por moluscos del fondo, o por peces durante su precipitación.

En un lugar donde la gastronomía está dominada por los productos del mar, no extraña la alta ingesta de las especies marinas, todo lo cual se agrava por los factores de deterioro social que hacen que la población local, eleve los consumos de productos de su propia cosecha.

Estuario del río Chiriquí:

En este lugar se subraya el cáncer del aparato reproductivo en hombres y mujeres y de la próstata. Alanje, con el sistema de riego de río Chico elevó a niveles de alto rendimiento la producción agrícola y ganadera, pero especialmente la agrícola de arroz, caña de azúcar, maíz y cucurbitáceas de exportación. El sistema principal de uso de los agroquímicos es el de la aspersión aérea y son elevadas las cantidades de fertilizantes con minerales fosforados que cubren sus plantaciones⁶. A esto se agregan por el lado de Pedregal, mediante los ríos Platanal y el propio Chiriquí, los efluentes industriales de la Ciudad de David y en particular los lixiviados del basurero de la urbe.

Pero Alanje y Pedregal son también altos consumidores de la cosecha de la Concha Negra (*Anadara tuberculosa*) y en general de la riqueza ictiológica estuarina. Al igual que en la Bahía de Almirante, de la mano de la precariedad social la población local no encuentra otro medio de consumo de proteínas, que no sea el producto del mar.

En este medio se encontraron altos niveles de Cadmio en el río Platanal y su cauce bajante hasta la confluencia con el río Chico, y en otros puntos del estuario relacionados por lo general con la producción intensiva de arroz. En las áreas de confluencia entre el río Chiriquí y el río Chico se encontraron valores en el rango de 2,4 µg/g a 3,48 µg/g durante el invierno, bajando en verano hasta 0,7 µg/g, lo cual es un indicativo de que habiendo depuración del mar, sus existencias tienen origen en los usos del suelo y las escorrentías de estos drenajes naturales.



En este lugar se dan también fenómenos marinos de resuspensión por mareas (con su entrada) y descargas de sólidos por los ríos, al igual que en Bahía Damas, lo cual presagia una asimilación importante del material sedimentario por parte de los peces. Así mismo la retención de

⁶ Corresponde recordar que nuestros suelos son muy pobres en fósforo, por lo que en general la inyección de minerales fosforados es de suma importancia para la agricultura..

sedimentos blandos por los manglares, puede estar afectando a los bivalvos con el metal. Y hay algo adicional que importa destacar: al estuario baja la Lisa mencionada (*Mugil curema*), y sube luego por las aguas dulces, lo que puede representar un medio de transporte del contaminante a otros puntos de consumo de la cuenca.

Todas estas especies son parte de la gastronomía diaria de los pobladores locales. Investigaciones realizadas a lo largo del río Chiriquí, nos han llevado a identificar cuánto representa para la dieta diaria de los habitantes locales, las especies como la Lisa, el sábalo, o los juveniles de pargo y otros, en las condiciones de pobreza.

Bahías Bique–Chorrera:



El cáncer que se destaca en el área es el del pulmón y el gastrointestinal, muy relacionados con el Cromo. Esta región tiene varios elementos influyentes en la contaminación de sus aguas como son las industrias que se han venido instalando desde la ciudad de Chorrera hasta Capira, cuyos efluentes van en su mayoría al río Caimito y al río Perequeté; y muy probablemente también la producción intensiva de la piña con los voluminosos agroquímicos que utiliza, así como los lixiviados no tratados del basurero actual. Pero hay especialmente

que considerar el emplazamiento del puerto de Vacamonte, donde existen instalaciones de mantenimiento de barcos con un uso intensivo de pinturas y elementos anticorrosivos que van directamente al mar.

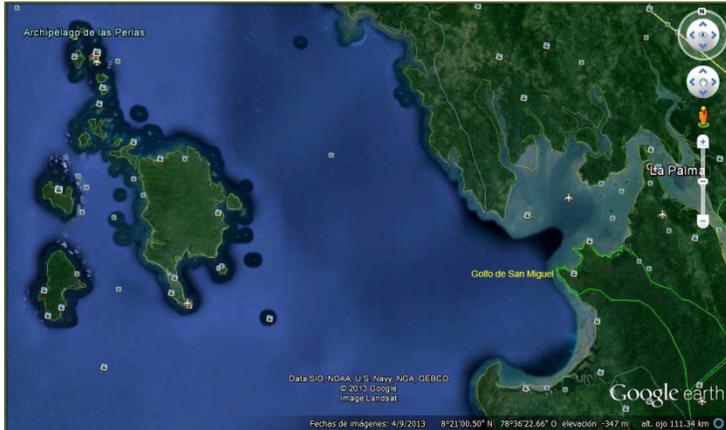
En el sitio de Vacamonte apareció el Cromo con niveles de 425,7 $\mu\text{g/g}$ a un costado del puerto, de 591,0 $\mu\text{g/g}$ y 602,6 $\mu\text{g/g}$ en estaciones ubicadas hacia la ensenada del Caimito, y con 581,0 $\mu\text{g/g}$ en el punto más lejano del puerto, mar afuera... Realmente altos; y si son de origen antropogénico, de seguro que es resultado de material hexavalente...

Vale considerar al respecto, que siendo el Cromo un metal de baja acumulación ambiental, su persistencia indicaría una alimentación permanente de las fuentes. Y en este caso, es posible que las corrientes marinas del Golfo, direccionadas de NE a SW durante todo el año, junto a las mareales, lo estén distribuyendo a lo largo de toda la zona marino-costera de la región. Las dos bahías poseen una zona intermareal amplia de fondos limo–arcillas, producto de las descargas del río Caimito que aporta una gran cantidad de sólidos con sus avenidas. Hidrodinámicamente, las mareas causan una notable resuspensión de los fondos cada 6 horas y lo devuelve a la columna de agua. La corriente costera transporta entonces estos, hacia el Oeste.

El hecho es que esta zona también es ampliamente utilizada por los pescadores artesanales, desde Puerto Caimito hasta Playa Leona; y por lo general su producción es vendida en la

población local, por lo que el consumo queda en la mesa del residente. Se puede agregar así mismo, que al igual que en los otros sitios estudiados, es muy probable que en la región la mayor ingesta se esté produciendo en los sectores más empobrecidos.

Isla de Las Perlas–Golfo de San Miguel:



Esta región aparece con un alto índice de cáncer en sus diferentes manifestaciones. Pero hay algo más que se observa; y es que junto con las costas que suben del Tuira a Chimán, pareciera integrar una unidad geográfica de impacto, representativa de la enfermedad; es decir que se producen casi los mismos tipos de cáncer en la zona y con el mismo grado de incidencia, aunque ello aparezca con menos sintonía hacia las Islas de

las Perlas. Lo cierto es que con la II Guerra Mundial, en el siglo pasado, la región inició una transformación profunda en su paisaje, que en particular se ha acelerado en lo que va de este siglo.

Es bien conocido que todo el archipiélago fue centro de prácticas militares de los norteamericanos durante la gran guerra; y que el custodio del Pacífico, por la presencia japonesa en el “Eje”, llenó de sitios y dispositivos militares el Golfo (islas y costas continentales desde Darién hasta Los Santos), con especial efecto en lugares como la Isla San José, donde se probó armamento químico. Todavía hoy esta isla está contaminada y no sabemos los panameños todas las consecuencias de este pasaje histórico.

Darién fue también fuertemente colonizado durante este periodo, primero por campesinos precaristas y luego por los grandes latifundistas, produciéndose una intensa deforestación e introduciéndose tecnologías de producción intensiva, con lo cual incorporaron grandes cantidades de agroquímicos al suelo (fertilizantes, pesticidas, plaguicidas, etc.). La extracción de madera fue así (y es) una de sus grandes industrias. Sin embargo, la geomorfología del pequeño golfo receptor del Tuira, la riqueza de nutrientes del caudaloso río y la cercanía marina a la metrópolis dieron tempranamente la mayor ventaja comparativa y competitiva al estuario, permitiéndole solidez en la explotación de los recursos acuáticos. En este contexto, el estuario con sus “out-puts” de aguas dulces e “in-puts” de aguas azules es un inmenso nido de especies que se esparcen por toda la zona hasta Isla de las Perlas, garantizando un transporte de cargas para bien o para mal del ecosistema, de acuerdo al trato ambiental que se le dé al sitio.

En el área de La Palma, en el Tuira, en la estación de muestreo de sedimentos más alejada de su costa ribereña se encontraron niveles de Cromo del orden de 230,3 $\mu\text{g/g}$ y de Cadmio en el orden de 3,3 $\mu\text{g/g}$, lo cual es alto. Otras estaciones también dieron por resultados niveles por

encima de los límites de riesgo, aunque más bajos. Las fuentes de estas existencias han sido muy difíciles de identificar con la información que poseemos, pero es importante observar que los niveles más altos recogidos no fueron en las estaciones cercanas a la población, si bien reconocemos que los puntos estaban ubicados un tanto aguas abajo de la misma; o sea que los contaminantes provienen, al menos en parte, desde más arriba.

En esta zona, el factor del río es determinante por la fuerza de sus aguas; su pluma ha llegado en ocasiones hasta el Archipiélago de las Perlas. La conformación de los bancos arenosos y de sedimentos que deja a su salida del Golfo de San Miguel, habla claramente de una dinámica convulsa por los efectos del choque con la corriente marina del Sur, que ingresa al Golfo de Panamá por su parte Este y sube hacia la Bahía de Panamá con movimientos hacia el NW y W. Sus arrastres entonces tienen una alta dispersión en el área, logrando depositarse en gran medida en una línea que llega ampliamente hasta el Banco San José y más allá, siempre tomando fuerza una desviación hacia el NW y acumulando bancos que dibujan una batimetría poco homogénea, que a veces marca 10 m de profundidad y a veces 100 m. Esto es un indicativo de que, si hay contaminación persistente en la zona estuarina, una gran cantidad de especies, con mercados incluso en la Ciudad Capital, pueden estar siendo afectadas con metales pesados como el Cr y el Cd; y al igual que en los lugares ya caracterizados, pueden estar incursionando en los pobladores locales con su contaminación, dada la ingesta de frecuente a muy frecuente que tienen de estos productos.

Bahía Honda.

Bahía Honda fue contemplada en los estudios de los años 2009 y 2010 realizados sobre Coiba. En el sitio se hicieron muestreos de sedimentos durante las cuatro sesiones de trabajo de campo, en una línea transversal al Sur de la Isla Talón (al centro de la bahía) que se trazó de costa a costa. Los resultados de las tres estaciones muestreadas fueron los siguientes:

Bahía Honda	2009 Marzo				2009 Noviembre			
	Cr	Cd	Cu	Pb	Cr	Cd	Cu	Pb
ug/g media	158,57	3,43	92,83	1,54	132,83	3,30	90,92	2,10
Ígeo	0,23	3,38	0,45	-4.28	-0.023	3,32	0,42	-3.83
Bahía Honda	2010 Mayo				2010 Octubre			
ug/g media	165,90	3,00	93,98	ND	155,86	3,66	93,46	4.30
Ígeo	0,29	3,18	0,47	ND	0,20	3,47	0,46	-2.8

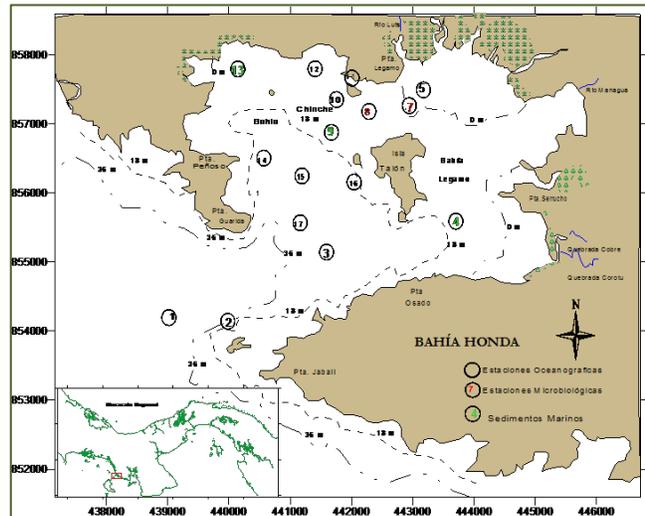
Concentraciones media (µg/g, peso seco) e índice de geo-acumulación de Bahía Honda

Como se puede apreciar, la media del Cromo y el Cadmio son altos en todos los puntos y ocasiones, variando el Cr entre 132,83 µg/g (noviembre 2009) y 165,90 µg/g (mayo 2010), y el Cd entre 3,18 µg/g (mayo 2010) y 3,38 µg/g (marzo 2009). No obstante, el Índice de Geo-acumulación tiene una variación aleatoria, incluso en el Cadmio que se mantiene siempre

positivo, lo que nos indica que la acumulación no lleva una pendiente constante y esto, seguramente por factores de la dinámica marina de la bahía.

Sobre las causas del contaminante muy poco podemos abundar. Sólo podemos adelantar que el área es de una topografía muy quebrada, de suelos altamente erosivos y se siembra en las pendientes tanto arroz, como maíz y tubérculos, por sistemas de quema y rosa, notándose además el uso de algunos fertilizantes con fósforo, potasio y nitrógeno, y de nematicidas. El manglar es utilizado justo en lo imprescindible (madera de construcción) y hay residuos de chatarra naval en descomposición en el mar.

Lo interesante del lugar es que cuando revisamos el mapa de incidencia del cáncer, todas las modalidades aparecen bajas... ¿Por qué esta distancia correlativa?... Es posible que por la conducta de los sedimentos, debido a fenómenos marinos y a las zonas de pesca de los artesanos. La bahía es un cuerpo de agua semi-cerrado en forma de U invertida, con una entrada de 2 km de ancho que la conecta con el mar adyacente, entre Pta. Guarida y Pta. Jabalí, aumentando después a 4 km en la parte media, hacia Isla Talón. Sus profundidades van de 0 – 10 m alrededor de la isla, y más al Sur –vía un talud– baja a niveles de hasta 36 m, que se mantiene hasta la puerta del mar abierto, todo lo cual le confiere características tipo fiordo.



La intensidad de corrientes encuentra una frecuencia de 60% en el rango de 0,09 – 0,11 m/s, pero con las mareas entrantes se mueven también entre 0,01 m/s y 0,10 m/s; en tanto que a la hora de la vaciante se ubican en 0,04 m/s. Hay pues muy poca variación durante los flujos y reflujos de las mareas. Esta situación, sumada a las características geomorfológicas hace que no se den fuertes procesos de resuspensión en las partes menos profundas, y se estabilicen los sedimentos en los fondos de las honduras, hacia la boca y sus laterales, donde abundan justamente las especies de pesca. La gastronomía del poblador está basada además en los peces, más que en los moluscos o bivalvos. Son entonces variables que se deben tomar en cuenta en una investigación sobre este tema.

A nuestro criterio son seis los aspectos fundamentales que se deben considerar en un estudio a profundidad sobre las diversas interacciones del sistema, que permitan explicar la correlación entre los fenómenos de cáncer, metales pesados y medio ambiente marino costero. Son estos:

- Tipos de cáncer con tasas de alta incidencia
- Usos de suelos y del recurso hídrico (blancos y azules), y prácticas culturales de estos usos.

- Metales contaminantes del sitio, concentración en sedimentos e índice de geo-acumulación
- Dinámica marino–costera de los sedimentos
- Mecanismos biológicos de transporte
- Condición social de la población, ingesta humana y áreas de extracción de las especies hospederas.

5. Conclusiones.

Al observar el cuadro de rasgos de los cinco sitios seleccionados –que representan en el fondo, variables determinantes del proceso de movilización de los contaminantes en la cadena donante/receptor–, y relacionarlos con la predominancia del tipo de cáncer incidente en el lugar (mapas de la tasa de incidencia de las neoplasias bronquio-pulmonar, prostática, de mamarías, o gástrica en el Atlas Nacional de Salud), la hipótesis sobre las causas del mal, ubicada en la geo-acumulación y bio-transportación de estos elementos en el medio marino costero, cobra para nosotros mucha lógica. Es lo que lleva a nuestro equipo a plantear, para los años venideros, una investigación profunda, actualizada en datos y con un programa de muestreos certificados y suficientemente abarcador, que sustente a nivel de tesis los supuestos establecidos.

No obstante, vale manifestar que las hipótesis avanzadas, aun considerando el estado inicial en que se encuentran, son suficientes como para darnos dos conclusiones, a nuestra manera de ver importantes:

- La actividad preventiva contra el cáncer va indudablemente más allá de la simple atención a la salud personal, incluso preventiva, abarcando desde este ángulo el ámbito de la salud ambiental; pues se destaca a través de todo el material que cualquier mecanismo preventivo debe incorporar en sus diagnósticos, teoría y medidas, el conocimiento científico sobre procesos que corresponden a la relación entre lo social y lo natural, y que tocan sustancialmente la condición de homeostasis de singulares unidades sistémicas. Esto entra así en un campo propio de las ciencias de la complejidad, pues son múltiples las variables interactuantes en este ámbito con capacidades suficientes para transferir masa y energía sobre el cuerpo humano (caso de los metales analizados), induciendo muchas veces “estrés oxidativo” e incidiendo como disruptores endocrinos en la vida humana.
- Cuando caracterizamos los sitios en cuestión, observamos que tanto los manejos de suelo como de los recursos hídricos (sean estos blancos o azules) han seguido patrones ambientalmente insostenibles; y dominan en su territorio poblaciones vulnerables, con grandes desequilibrios sociales estructurales e índices de pobreza. Además, como expresiones del problema nacional de las relaciones de dependencia, los sitios señalados han sido víctimas directas de los patrones de opresión de la nación por centros hegemónicos foráneos. Todo esto nos pone ante un gran reto; y es que resolver el problema que nos ocupa, de la alta incidencia del cáncer en el país, implica a fin de cuentas resolver el dilema entre una sociedad ambientalmente enferma y otra más sana,

lo que nos lleva inevitablemente al campo de la conservación en términos de la sostenibilidad de la condición estacionaria de los sistemas ambientales, que es su forma de equilibrio. Esto significa en los hechos –hablando ahora en el plano de la ecología política–, la necesidad de transformar la sociedad misma hacia otra socialmente más justa y equitativa, más independiente, sustentable en su desarrollo y por lo tanto más solidaria, democrática y participativa en su gestión.

Foro: “Cáncer, Salud y Medio Ambiente en Panamá”

Panamá, 25 de enero 2014.

Equipo de Planeta Panamá Consultores S.A.

Manuel F. Zárate P.

Diana Arauz

Ana Luisa García

Aramis Averza C.

BIBLIOGRAFÍA.

- Diana Arauz, Ana Luisa García, Félix Rodríguez y Manuel Zárate. Nivel de contaminación y distribución espacial de metales pesados en sedimentos superficiales de Bahía Damas, Isla Coiba. Revista I+D Tecnológico, Vol 9. N° 2, Panamá, julio – diciembre 2013.
- Arturo Massol Deyá y Elba Díaz de Osborne. Ciencia y Ecología: Vieques en crisis ambiental. Publicaciones “Casa del Pueblo”, Puerto Rico, 2002.
- Atlas Nacional de Salud. Tasa de incidencia del cáncer en Panamá. Ministerio de Salud, Panamá, 2005.
- Olga Cifuentes, Daniel Escudero, Silvina Medus y Betina Devoto. Procedencia del Cadmio detectado en el Estuario Bahiense (Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires). Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, 2012.
- Dolores Romano Moso. Disruptores endocrinos: nuevas respuestas para nuevos retos. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), España, 2012.
- Grupo de Investigación Planeta Panamá Consultores, por contrato de la JICA. Plan Maestro Portuario Nacional. Panamá, 2004.
- Grupo de Investigación Planeta Panamá Consultores, por contrato de la Fundación Mar Viva. “Ordenamiento de la extracción de la Concha Negra en los manglares de los Distritos de Alanje, David y San Lorenzo, Provincia de Chiriquí. Panamá, 2012.
- Grupo de Investigación Planeta Panamá Consultores, por contrato de la Fundación PANGEA WORLD. Diagnóstico Estratégico Ambiental: Proyecto Isla Bayoneta & Cañas. Panamá, 2011.
- Ana Luisa García. Caracterización sedimentológica y geoquímica de los sedimentos marinos de Bahía Honda y Bahía Damas, Provincia de Veraguas. Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, 2013.