

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Diagnóstico Ambiental del Estuario del Río Buena Vista, Ecuador

Daniela Proaño Román

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ecología
Aplicada

Quito
Enero de 2009

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Diagnóstico Ambiental del Río Buena Vista, Ecuador

Daniela Proaño Román

Stella de la Torre, Ph.D.
-----Directora de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Stella De La Torre, Ph.D.

Decana del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

Quito, enero de 2009

© Derechos de autor
Daniela Proaño Román
2009

Agradecimientos

Primeramente agradezco a mis padres por el apoyo incondicional durante toda mi carrera y durante la elaboración de mi proyecto de tesis. En segundo lugar agradezco también a Stella de la Torre por haber sido una guía y un ejemplo a seguir no solamente como directora de tesis sino también como mujer profesional. En tercer lugar, agradezco a María Fernanda Holguín por haberme ayudado en el trabajo campo y por haber hecho de este proyecto una aventura. Finalmente agradezco a toda la gente que colaboró directa o indirectamente con la elaboración de mi proyecto de tesis. Mis más sinceras gracias a todos.

Resumen

Este proyecto denominado “Diagnóstico Ambiental del Estuario del Río Buena Vista” comenzó como parte de una iniciativa de conservación que el Arq. Gustavo Gonzales quiso proponer al Municipio de Puerto López, Manabí y al Parque Nacional Machalilla. Tomando en cuenta la falta de información ecológica necesaria para conservar el estuario, los objetivos principales de este estudio fueron primeramente elaborar un diagnóstico de las características ambientales del sitio y posteriormente proponer ideas para un plan de manejo sustentable del mismo. La metodología estuvo enfocada en las medidas de área y perímetro del estuario, calidad de agua y suelo, paisaje y en la flora y fauna existentes en el lugar. Los resultados de este estudio sugieren que este ecosistema todavía mantiene algunas de sus funciones ecológicas originales y que además es refugio de varias especies de flora y fauna nativas. A pesar de que el tiempo y la falta de recursos económicos no permitieron hacer un estudio más extensivo, la información que brinda este diagnóstico apunta a la necesidad de crear un plan de manejo a largo plazo y en beneficio de las comunidades aledañas, que integre temas como conservación, economía, educación, investigación, urbanismo, legislación y manejo de áreas protegidas.

Abstract

This project named “Environmental Assessment of the Buena Vista Estuary” began as part of a conservation initiative that Arch. Gustavo Gonzales wanted to propose to the Municipality of Puerto López, Manabí and to the Machalilla National Park. Taking into account the absence of ecological information to preserve the estuary, the main objectives of this study were first to elaborate a diagnosis of the environmental characteristics of the place and second to propose ideas for a sustainable management plan for it. The methodology was focused in perimeter and area measurements of the estuary, evaluations of water and soil quality, landscape and flora and fauna of the area. The results of this study suggest that this ecosystem still maintains some of its original ecological functions and that it is also a refuge for several native species of flora and fauna. Although economic and time resources did not allow me to carry out a more extensive study, the information that this assessment offers points to the need of creating a sustainable management plan to preserve the estuary and also to benefit the surrounding communities, integrating topics such as conservation, economy, education, research, urbanism, legislation and protected areas administration.

Tabla de contenidos

Derechos de autor	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Tabla de contenidos	vii
1. Introducción	2
2. Métodos	5
3. Resultados	13
4. Discusión	19
5. Sugerencias Plan de Manejo	30
6. Anexos	37
6.1 Macro invertebrados encontrados en los sedimentos del Estuario	37
6.2 Resultados de análisis de suelo del Estuario	38
6.3 Aves observadas en el Estuario	39
6.4 Representatividad de familias de aves observadas	46
6.5 Fauna terrestre observada en el Estuario	47
6.6 Diagrama de ubicación de puntos GPS tomados en el campo	50
6.7 Artefacto modelo para muestreo de macro invertebrados	51
6.8 Imagen satelital del Estuario del Río Buena Vista	52
6.9 Modelo conceptual: Plan de manejo tentativo	53

Introducción

En el Ecuador, los ecosistemas estuarinos han sido poco o nada estudiados en el pasado. Sin embargo, los estuarios tienen particular importancia por varias razones. Por un lado son ecosistemas de transición entre agua dulce (ríos) y agua marina y por lo tanto son áreas de alta productividad debido a la gran cantidad de nutrientes que les llegan provenientes de la tierra y el mar, quedando estos atrapados en el lugar. Estos ecosistemas poseen poca profundidad, lo que permite la fácil penetración de la luz solar a través de la columna de agua, promoviendo así una fotosíntesis más activa. Además, son conocidos hábitáculos de un gran número de especies estuarinas de importancia comercial como camarones, cangrejos, moluscos, entre otros. Los estuarios sirven de refugio para muchas aves acuáticas nativas y migratorias y por lo tanto son sitios de interés turístico y además, se pueden utilizar como laboratorios naturales donde científicos puede desarrollar sus investigaciones sobre la ecología del sistema (NERRS 2006).

Los estuarios alrededor del mundo están amenazados por varias causas antropogénicas como explotación de recursos naturales estuarinos, contaminación, reducción de la vegetación, drenaje de agua para uso humano y falta de alternativas económicas para la gente local (NERRS 2006). En el Ecuador, estas amenazas son aún más evidentes porque no se han desarrollado planes de manejo para estos ecosistemas y es emergente que se evalúe su integridad a través de estudios ecológicos y que se generen planes de manejo que para que sean aplicados por los pobladores de la región. Este estudio se centró en el Estuario Buena Vista que está localizado al extremo norte de la playa de Puerto López, en la provincia de Manabí – Ecuador. A pesar de que el río Buena Vista nace en las montañas de San Sebastián y es parte del Parque Nacional

Machalilla, que está incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional de la convención Ramsar (INEFAN 1998), el plan de manejo del área protegida no especifica cómo se va a manejar el estuario y qué estrategias se van a utilizar para conservar este ecosistema (INEFAN. 1998).

El estuario del río Buena Vista se encuentra en el área de influencia urbana del pueblo de Puerto López, el cual tiene hábitos pesqueros y una gran actividad turística. El primer factor que pone presión sobre el estuario es que la población local desconoce el valor de las marismas, las que actualmente son consideradas tierras inútiles que deben ser drenadas y rellenadas para incorporarlas al desarrollo del pueblo. La segunda amenaza es el caótico desarrollo urbano, que en ciertos casos toma la forma de invasiones de tierras marginales, que posteriormente son “legalizadas” (G.Gonzales com. pers.)

Tomando en cuenta los antecedentes de la falta de protección del estuario, el Arq. Gustavo González, quien ha colaborado con la población de Puerto López por más de 10 años, decidió tomar la iniciativa de proponer un proyecto de conservación del estuario al Municipio de Puerto López, sugiriendo usos sostenibles del mismo en beneficio de la población local y de los visitantes. Para implementar dicha propuesta es necesario saber en qué estado de conservación se encuentra el estuario y qué tipo de flora y fauna mantiene. No existe información de investigaciones anteriores sobre el estado del estuario mas, de lo que se puede observar visitando el lugar, es refugio para varias especies animales y vegetales.

Debido a la falta información sobre las condiciones actuales del estuario, mi aporte a la propuesta de protección estuvo enfocado específicamente en realizar un

diagnóstico ambiental del mismo, que sirva como una línea base de referencia para un potencial proyecto de conservación del estuario en el futuro.

Objetivos generales

1. Realizar un diagnóstico ambiental del estuario.
2. Proponer ideas para un plan de manejo del estuario, que incluya temas como ecoturismo, investigación científica y educación ambiental.

Objetivos específicos

1. Determinar las características físicas del estuario, tales como perímetro y área.
2. Evaluar la calidad del agua de acuerdo a parámetros químicos, microbiológicos y por medio de presencia o ausencia de bio indicadores.
3. Evaluar la calidad del suelo de acuerdo a parámetros químicos.
4. Evaluar la calidad del paisaje haciendo un inventario de la cantidad de basura en el área.
5. Hacer un inventario de especies vegetales circundantes al estuario.
6. Hacer un inventario de especies animales observadas en el estuario.
7. Brindar sugerencias que podrían ser utilizadas para aprovechar sustentablemente los recursos que posee el estuario.

Métodos

Área de estudio

El estudio fue realizado en el estuario del río Buena Vista, situado en el extremo norte de la playa de Puerto López en la provincia de Manabí, la cual forma parte del Parque Nacional Machalilla (PNM). El clima del PNM muestra variaciones de cálido preárido tropical en el nivel del mar a subcálido premontano a 840 m.s.n.m. (INEFAN 1998). Las características climáticas dependen del sistema orográfico y de la influencia que la corriente marítima de Humbolt y la cordillera Chongón Colonche ejercen sobre la zona. La lluvia se distribuye en dos períodos: uno húmedo que corresponde a los meses de enero a mayo, y otro seco que va desde junio a diciembre. La precipitación media anual es muy variable y oscila entre 161.5 mm. (Estación P. López) y 1120 mm. (Estación San Pablo). En general, los valores más altos de temperatura corresponden a los meses con mayor precipitación y los valores más bajos a la época de verano (INEFAN 1998).

El diagnóstico del estuario fue dividido en dos etapas: La etapa 1 fue realizada en la época lluviosa, durante los meses de diciembre y enero de los años 2006 y 2007 respectivamente. La etapa 2 del diagnóstico fue realizada en el mes de agosto del año 2008, durante la época seca. Cabe recalcar que la etapa 2 fue una inspección confirmatoria y su duración fue menor debido a motivos logísticos y a falta de recursos económicos.

Características físicas del estuario

La determinación de las medidas del estuario fue realizada solo en la etapa 1 del diagnóstico. Utilicé la metodología de un estudio de cartografía en las Islas Galápagos

(The Nature Conservancy – CLIRSEN. 2006). Esta metodología consistió en georeferenciar puntos GPS en el campo de sitios que puedan ser reconocidos en la imagen satelital del estuario obtenida del programa Google Earth. Una vez obtenidas las coordenadas de latitud y longitud de cada punto, realicé un polígono para estimar las dimensiones del estuario, utilizando un programa de GIS.

Calidad de agua

Para realizar el análisis de agua determiné tres estaciones de muestreo (A, B y C) en el agua de las orillas del estuario: La estación A estuvo situada en el extremo norte del estuario que está más cercano al mar, la estación C fue ubicada en el extremo del estuario que está más cercano a la desembocadura del río Buena Vista y la ubicación de la estación B fue establecida calculando la distancia intermedia entre la estación A y la estación C. La Figura 1 muestra la ubicación de las tres estaciones dentro del polígono medido; la distancia entre estaciones fue de aproximadamente 150m entre estaciones contiguas.

Análisis físico/químico: El análisis físico/químico del agua fue llevado a cabo en las dos etapas para observar si existían diferencias significativas de pH y temperatura entre estaciones. En la etapa 1 el muestreo fue realizado desde el 24 de diciembre del 2006 hasta el 7 de enero del 2007 en las tres estaciones. Realicé dos mediciones de temperatura y pH por día, en la mañana (7:00 – 09:00) y en la tarde (16:00 – 18:00) para evaluar si la hora del día influye significativamente en los valores mencionados. Las mediciones fueron hechas con un aparato medidor de temperatura y pH electrónico de marca OAKTON (Azul GA. 2006). Por otra parte, en la etapa 2 la toma de datos de temperatura y pH se realizó del 4 al 7 de agosto del 2008 y utilicé papel de pH y un termómetro manual. A pesar de que el salinómetro (de marca HANNA) no fue

perfectamente calibrado para medir la salinidad del estuario, en la etapa 1 tomé 7 medidas de salinidad para usarlas simplemente como referencia.

*Análisis estadísticos: Para observar si existieron diferencias significativas de pH y temperatura entre las tres estaciones de muestreo en cada etapa utilicé una prueba ANOVA simple. Para determinar si la hora del día influyó significativamente en el pH y en la temperatura utilicé una prueba t de Student no pareada. Finalmente para comprobar si existió una correlación significativa entre las dos variables hice una análisis de correlación. Todos los análisis fueron realizados con el programa StatView.

Análisis microbiológico: Los materiales y la metodología que utilicé fueron los mismos utilizados en el manual “Procedimiento de toma de muestras de agua y de suelo para análisis físico, químico y microbiológico” de la empresa Azul (2006) La cantidad de muestra tomada fue de 400ml de agua del estuario. Un día antes de mi regreso al laboratorio, en cada una de las estaciones de muestreo (A, B y C) tomé dos muestras, una en la mañana y otra en la tarde. Mantuve las muestras refrigeradas hasta salir de Puerto López y las llevé al laboratorio en Quito. La razón por la cual solo hice un muestreo es porque es necesario que exista un máximo de 24 horas entre la toma de las muestras y su análisis para que los resultados sean confiables (Azul GA. 2006). El trabajo de análisis de muestras en el laboratorio fue realizado por el Laboratorio de Microbiología de la Universidad San Francisco de Quito.

Análisis cualitativo por presencia o ausencia de macroinvertebrados bioindicadores: Realicé el muestreo de los macroinvertebrados de los sedimentos del estuario, siguiendo la metodología de un estudio realizado en el estuario Mondego en Portugal (Dolbeth et al. 2005), para de esa manera tener una idea general de los organismos que viven en los sedimentos del estuario del río Buena Vista, que pueda

servir como línea base para posibles estudios más específicos sobre bioindicadores de la salud de estuarios en el Ecuador. Adicionalmente una vez identificados los organismos encontrados, pude investigar sus ciclos de vida y evaluar cuán vulnerables eran a cambios en el ambiente; esa información puede sugerir si alguna o varias especies podrían ser utilizadas como bioindicadores.

Realicé el muestreo de macroinvertebrados en los sedimentos del estuario durante dos días de la etapa 1 del diagnóstico. Seguí la metodología del artículo “Annual production of estuarine fauna in different environmental conditions: An evaluation of the estimation methods” (Dolbeth et al. 2005), mas creé mi propio artefacto de muestreo de sedimentos con un tubo PBC y un palo de madera (Fig. 2). Tomé dos muestras de sedimento de 1000cm³ en cada estación de muestreo (A, B, C), una en la mañana y otra en la tarde en dos días distintos, al inicio del diagnóstico (24/12/06) y al final (07/01/07). Una vez tomadas las muestras, lavé los sedimentos con agua en un cernidor y con papel filtro para dejar pasar la arena y dejar los animales encontrados visibles. Los animales fueron conservados en formol al 4%.y transportados a Quito en tubos de ensayo. En el laboratorio, fueron identificados con un estereoscopio y con la guía de identificación “Bioindicación de aguas en Colombia” (Pérez 2003).

*Análisis estadísticos: Utilicé una prueba ANOVA simple para comparar el número de animales encontradas en las tres estaciones y una prueba t de Student para comparar el número de individuos encontrados en la mañana y en la tarde.

Características del suelo

Los materiales y la metodología que utilicé fueron los mismos utilizados en el manual “Procedimiento de toma de muestras de agua y de suelo para análisis físico,

químico y microbiológico” de la empresa Azul (2006). Realicé el muestreo de suelo solo en la etapa 1 del diagnóstico en las tres estaciones de muestreo (A, B y C). Las muestras fueron tomadas en la orilla de cada estación para poder comparar los resultados obtenidos con los resultados de los análisis físico/químicos del agua y así evaluar variables que no fueron fáciles de medir en el agua por motivos logísticos, tales como el transporte inmediato de muestras de agua hacia el laboratorio ubicado en la ciudad de Quito y la falta de materiales técnicos para hacer análisis in situ. Tomé las muestras en 2 días diferentes, en la mañana y en la tarde, y las llevé a Quito al Laboratorio del SESA (Servicio de Sanidad Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador), para los análisis respectivos.

Paisaje

Realicé la evaluación de la calidad del paisaje en la etapa 1 en dos días diferentes; un muestreo el primer día de evaluación de campo (24/12/06) y el segundo muestreo el último día de evaluación (07/01/07). Recorrí toda la orilla del estuario para observar y recoger la basura encontrada en el camino. Una vez recogida toda la basura, caractericé su contenido en: envases plásticos, papel, vidrio, pesca y varios. Además, para registrar la cantidad de desechos de cada tipo, diferencié entre desechos contables e incontables y a los incontables los pesé.

Censo de flora

La colección de plantas fue efectuada en un solo día de la etapa 1, a lo largo de la orilla de todo el estuario, la que fue tomada como transecto 1 de muestreo, con una longitud y ancho de aproximadamente 300m y 6m, respectivamente. Además la colección también fue llevada a cabo en un segundo transecto de muestreo, que fue un sendero ya formado dentro del bosque seco aledaño al estuario, el cual tiene una

longitud aproximada de 170m. Colecté todas las morfo especies fértiles, es decir que presentaban frutos o flores, en una funda plástica grande. Las plantas colectadas fueron prensadas individualmente en papel periódico y posteriormente puestas en alcohol metílico para asegurar su preservación hasta llegar a Quito y ser ingresadas a la secadora. La identificación de las plantas fue realizada por Vlastimil Zak, curador del Herbario QUSF, una copia de las muestras de cada especie fue archivada en este herbario.

Censo de fauna

Censo de aves: El censo de aves fue realizado en ambas etapas del diagnóstico. De acuerdo a la posibilidad de acceso, definí dos sitios de observación y una metodología distinta para cada uno.

El primer sitio de observación fue la orilla del estuario, la cual fue tomada como transecto de muestreo (transecto 1) la longitud de este transecto fue de 300m. La metodología utilizada para censar las aves visibles desde la orilla fue una caminata lenta sin pausa de 1 hora de duración, tomando en cuenta a todas las aves vistas a ambos lados del transecto sin mirar hacia atrás. El segundo sitio de observación fue ubicado en un solo punto, en una zona alta de bosque seco aledaño al agua del estuario (punto de observación 2). La metodología utilizada consistió en permanecer en ese punto sin caminar y registrar todas las aves observadas desde ahí, con un mayor enfoque hacia el bosque y menor hacia el agua. La identificación de aves fue realizada con la ayuda de binoculares y la guía de campo del libro *Aves del Ecuador* (Ridgely y Greenfield 2001).

Una vez definidos los sitios de observación, el esfuerzo de muestro fue el mismo en cada sitio: hice dos observaciones diarias, una en la mañana y otra en la tarde (6:00 -

7:00am/5:00 – 6:00pm). El tiempo de duración de las observaciones fue de 1 hora en cada sitio. En la etapa 1, muestreé 4 días en el transecto 1 y 3 días en el punto de observación 2; en ambos casos con la ayuda de binoculares (Tasco 7X42). En la etapa 2, muestreé 4 días en el transecto 1, pero no hice censos en el punto de observación 2 puesto que las condiciones de nivel de agua del estuario me impidieron el paso hacia el bosque; en esta etapa utilicé otro tipo de binoculares (Eagle Optic 8X42). En ambas etapas, anoté el número de individuos de cada especie por cada.

*Análisis estadísticos: Para evaluar la existencia de una diferencia significativa entre número de aves registradas en los censos entre el transecto 1 y el punto de muestreo 2, en la etapa 1 del diagnóstico, utilicé una prueba t de Student no pareada. De igual forma para evaluar si hubo diferencias significativas entre la abundancia de aves observadas en la mañana y en la tarde utilicé todos los registros de las dos etapas y de los dos transectos, comparándolos con una prueba t de Student no pareada. Por otro lado, para valorar la diversidad de especies utilicé el índice de diversidad de Shannon-Weaver y las comparaciones fueron las mismas que realicé para la abundancia de aves observadas.

Censo de fauna terrestre: El censo de fauna terrestre solo fue realizado en la etapa 1 del diagnóstico. La fauna que fue tomada en cuenta estuvo compuesta por animales que fueron relativamente fáciles de observar, es decir sin hacer ningún esfuerzo extra ni utilizar ninguna metodología de trampeo para observarlos. Sin embargo, en una de las visitas informales al estuario (diciembre 2007) puse 4 redes de neblina (10m, 6m, 4m y 2.5m) por una sola noche, desde las 6:00pm hasta las 12:00pm, dentro del bosque aledaño al estuario para observar qué murciélagos se encontraban.

Para realizar el censo de fauna terrestre utilicé la zona con vegetación inmediata a la parte arenosa de la orilla del estuario del transecto 1 utilizado también para la observación de aves. Al llegar al punto donde la orilla termina, me desvié y continué el censo por la zona exterior (sin contacto con el agua) del estuario hasta llegar al punto “cruce 3 brazos”; la longitud total de este transecto fue de aproximadamente 300 m. Además utilicé un sendero ya formado dentro del bosque seco aledaño al estuario, constituyendo así el transecto 2 para observación de fauna. La longitud de este transecto fue de 170 m. Realicé 3 días de observación en el transecto 1 y 3 en el transecto 2. Las caminatas de observación fueron realizadas dos veces por día, una en la mañana y otra en la tarde (9:00-10:00am/ 6:30-7:30pm) y su tiempo de duración fue de 1 hora. En todas las caminatas de observación tomé en cuenta el suelo y la vegetación como sitios de búsqueda, la velocidad de caminata fue lenta pero sin pausa y en silencio, porté conmigo una linterna, una cámara fotográfica para luego poder identificar las especies encontradas. La única variación fue que para el censo de moluscos solo tomé en cuenta la orilla y el suelo de la orilla más próximo al agua del transecto 1, para identificar las especies observadas utilicé la Guía de Fauna Marina del Ecuador (Simbioe/Petroecuador. 2005) y tuve el apoyo del Dr. Omar Torres, experto en reptiles y anfibios del Ecuador.

*Análisis estadísticos: Para evaluar si existe una diferencia significativa entre la abundancia de animales observados en los transectos 1 y 2 y en la mañana y en la tarde utilicé una prueba t de Student no pareada.

Para valorar la diversidad de especies utilicé el índice de diversidad de Shannon-Weaver y las comparaciones fueron las mismas que realicé para la abundancia de animales observados.

Resultados

Características físicas del estuario

Mediante el programa de GIS encontré que el polígono que se asemeja más a las medidas del estuario; éste tuvo un perímetro de 1550m y un área de 46,363.9 m² (Fig. 3).

Calidad de agua

Análisis físico/químico: De los análisis realizados con las variables pH y temperatura en el estuario obtuve tres resultados principales:

- 1) Fue evidente una diferencia significativa de pH entre las tres estaciones de muestreo (A: $\bar{x} = 8.484$, $s = 0.289$, $n = 14$, cf. B: $\bar{x} = 8.892$, $s = 0.414$, $n = 14$, cf. C: $\bar{x} = 8.986$, $s = 0.462$, $n = 14$; $F_{2,39} = 6.394$, $p = 0.0040$). La temperatura no varió significativamente entre las tres estaciones (A: $\bar{x} = 27.80$ °C, $s = 2.159$, $n = 14$, cf. B: $\bar{x} = 27.05$, $s = 2.076$, $n = 14$, cf. C: $\bar{x} = 27.05$, $s = 1.948$, $n = 14$; $F_{2,39} = 0.617$, $p = 0.5449$).
- 2) La temperatura en todas las estaciones de muestreo varió de manera significativa entre la mañana (M) y la tarde (T), siendo mayor en la mañana (M: $\bar{x} = 28.571$ °C, $s = 3.795$, $n = 21$, cf. T: $\bar{x} = 26.0929$, $s = 1.372$, $n = 21$, $t = 5.126$, $gl = 40$, $p < 0.0001$), al contrario del pH, el cual no fue influido significativamente por la hora del día (M: $\bar{x} = 8.832$, $s = 0.241$, $n = 21$, cf. T: $\bar{x} = 8.743$, $s = 0.159$, $n = 21$, $t = 0.649$, $gl = 40$, $p = 0.5201$).
- 3) Finalmente, observé la existencia de una correlación baja pero significativa entre el pH y la temperatura ($r = 0.6$, $n = 42$, $p = 0.0207$).

En la etapa 2 del diagnóstico, se observó que el pH en todas las estaciones fue de 8 y que la temperatura tuvo un promedio de 23.5°C. Por otro lado, el promedio de las medidas de salinidad tomadas, a manera de referencia, en las 3 estaciones del estuario, durante la primera etapa, fue de 1.62 g/litro de NaCl.

Análisis microbiológico: En la muestra tomada en la estación A por la mañana se encontró 240 cfc/ml de coliformes totales y 50 ufc/ml de *Escherichia coli*; en la muestra tomada por la tarde se encontró 140 ufc/ml de coliformes totales y <1 ufc/ml de *E. coli*. En la muestra tomada en la estación B por la mañana se encontró 50 ufc/ml de coliformes totales y <1 ufc/ml de *E. coli*; en la muestra tomada por la tarde se encontró 40 ufc/ml de coliformes totales y <1 ufc/ml de *E. coli*. Finalmente en la muestra tomada en la estación C por la mañana se encontró <1 ufc/ml de coliformes totales y <1 ufc/ml de *E. coli*, y en la muestra tomada por la tarde se encontró 40 ufc/ml de coliformes totales y <1 ufc/ml de *E. coli*. Aunque el número de muestras no permite hacer comparaciones estadísticas parece evidente que hay una gradiente de contaminación bacteriológica con el nivel más alto en la estación A.

Análisis cualitativo por presencia o ausencia de macroinvertebrados bioindicadores: En las muestras de sedimento tomadas en todas las estaciones se encontró un total de 270 individuos, pertenecientes a las familias: Tubificidae (68.1%), Cerithiidae (18.9%), Ceratopagonidae (12.6%), Tellinoidae (0.4%) (Tabla 1).

La abundancia de animales atrapados en cada censo varió significativamente entre las tres estaciones de muestreo, siendo mayor en la estación A (A: $\bar{x} = 62$, $s = 8.485$, $n = 4$, cf. B: $\bar{x} = 27.5$, $s = 2.121$, $n = 4$, cf. C: $\bar{x} = 35.5$, $s = 6.364$, $n = 4$; $F_{2,9} = 16.722$, $p = 0.0236$). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa en la abundancia de macro invertebrados atrapados en cada censo en la mañana y en la tarde

(mañana: $\bar{x} = 37.7$, $s = 14.941$, $n = 7$, cf. tarde: $\bar{x} = 24.571$, $s = 8.522$, $n = 7$; $t = 2.022$, $gl = 12$, $p = 0.0661$).

La estación B tuvo un índice de diversidad de familias de macroinvertebrados mayor que las otras dos estaciones ($H'_A = 0.668$; $H'_B = 0.867$; $H'_C = 0.788$). Se encontró una mayor diversidad de familias de macroinvertebrados bioindicadores en el muestreo del fin del diagnóstico (07/01/07) que en el del día del inicio (24/12/06) ($H'_{24/12/06} = 0.787$; $H'_{07/01/07} = 0.895$); y la diversidad de animales indicadores encontrados en la tarde fue mayor que la observada en la mañana ($H'_M = 0.772$; $H'_T = 0.92$).

Características del suelo

De los análisis de suelo realizados en las tres estaciones de muestreo, en la mañana y en la tarde, obtuve los siguientes resultados: La textura de los suelos varía desde arena franca a franco arenoso, el pH varía desde 7.88 hasta 8.47, la materia orgánica (M.O) va desde 0.48% hasta 1.21%, el nitrógeno (N) total varía desde 0.02% hasta 0.06%, el fósforo (P) va desde 10.5 ppm hasta 24 ppm, el potasio (K) fluctúa desde 2.14 cmol/Kg hasta 2.65 cmol/Kg, el calcio (Ca) va desde 11.3 cmol/Kg hasta 15.9 cmol/Kg, el magnesio (Mg) varía desde 6.17 cmol/Kg hasta 38 cmol/Kg, el hierro fluctúa desde 23.1 ppm hasta 72.7 ppm, el manganeso (Mn) va desde 12.2 ppm hasta 35.9 ppm, el cobre (Cu) varía desde 3.4 ppm hasta 7.8 ppm y el zinc (Zn) fluctúa entre 2.1 ppm hasta 3.7 ppm (Tabla 2).

Paisaje

En el primer día de recolección de basura encontré: 1.5 kg de envases plásticos (botellas y galones), 3 papeles periódicos y papel higiénico, 1 envase de vidrio, 1 kg de desechos de pesquerías (pedazos de sogas) y 1.92 kg de desechos varios (pedazos pequeños de: plástico, espumaflex y caucho). En la recolección del último día del diagnóstico encontré: 0.65 kg de envases plásticos (botellas y galones), 0.19 kg de desechos de las pesquerías (pedazos de soga), 2 latas de atún, artículos de caucho (zapatillas viejas) y 0.2 kg de desechos plásticos varios (pedazos pequeños).

Censo de flora

Un total de 18 especies fueron colectadas en los tres transectos. En el transecto 1 se encontraron las siguientes 9 especies de plantas de 9 familias: Rubiaceae sp., *Ipomoea carnea* (Convolvulaceae), *Solanum marginatum* (Solanaceae), *Anthehora* sp. (Poaceae), *Portulaca rubricaulis* (Portulacaceae), *Heliotropium curassavicum* (Boraginaceae), Euphorbiaceae sp., *Conocarpus erectus* (Combretaceae) y *Alternanthera* sp. (Amarantaceae). En el punto de observación 2 se registraron las siguientes especies adicionales: *Guasuma ulmitofolia* (Sterculiaceae) y *Castela erecta* (Simaroubaceae). Finalmente en el transecto 2 se encontraron las siguientes 7 especies de 6 familias: *Schaefferia* sp. (Celastraceae), *Phragmothea* sp. (Bombacaceae), *Cordia lutea* (Boraginaceae), *Spondias purpurea* (Anacardiaceae), *Jacquinia sprucei* (Theophrastaceae), *Maytenus octogona* (Celastraceae), *Sapindus saponaria* (Sapindaceae). Esta última especie también fue encontrada en el transecto 1 de observación de aves. Una de las plantas colectadas no fue identificada ni siquiera a nivel de familia, de todos modos quedará prensada en el Herbario QUSF para ser analizada por expertos en el futuro.

Censo de fauna

Censo de aves: Durante las dos etapas del diagnóstico, un total de 1186 aves fueron observadas, pertenecieron a 38 especies y 21 familias (Tabla 3). Las familias con mayor representación fueron Ardeidae (26.24%), seguida por Recurvirostridae (25.30%) y Fregatidae (10.40%). La Tabla 4 muestra el orden de representatividad de todas las familias observadas.

El número total de aves observadas por censo varió significativamente entre el transecto 1 y el punto de observación 2 (transecto 1: $\bar{x} = 124.429$ aves observadas por censo, $s = 40.898$, $n = 7$, cf. punto de observación 2: $\bar{x} = 52.250$ aves observadas por censo, $s = 41.652$, $n = 4$; $t = 2.798$, $gl = 9$, $p = 0.0208$). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa en el número de aves por censo observadas en la mañana y en la tarde (mañana: $\bar{x} = 45.917$ aves observadas por censo, $s = 23.543$, $n = 12$, cf. tarde: $\bar{x} = 60.333$ aves observadas por censo, $s = 36.623$, $n = 10$; $t = -1.099$, $gl = 19$, $p = 0.2857$). Finalmente, no se encontró una abundancia de aves observadas por censo significativamente mayor en la etapa 1 del diagnóstico que en la etapa 2 (etapa 1: $\bar{x} = 111.857$, $s = 50.910$, $n = 7$, cf. etapa 2: $\bar{x} = 72.600$, $s = 48.490$, $n = 5$; $t = 1.342$, $gl = 10$, $p = 0.2092$).

El transecto 1 tuvo un mayor índice de diversidad de especies que el punto de observación 2 ($H'_{T1} = 3.24$; $H'_{T2} = 2.20$); Se encontró una mayor diversidad de especies observadas en la etapa 1 del diagnóstico que en la etapa 2 ($H'_{E1} = 2.58$; $H'_{E2} = 2.41$); y la diversidad de aves observadas en la mañana fue mayor que la observada en la tarde ($H'_M = 2.52$; $H'_T = 2.50$)

Censo de fauna terrestre: En total se encontraron 432 individuos pertenecientes a 9 órdenes distintos: Hymenoptera (43.29%), Squamata (22.22%), Lepidoptera

(17.13%), Decapoda (12.73%), Araneida (2.55%), Odonata (0.69%), Orthoptera (0.46%), Tysanura (0.23%) y Pulmonata (0.23%) (Tabla 5). Además, fuera de la hora de censo ó fuera de los sitios de muestreo, hubo registros visuales y auditivos de murciélagos y sapos de la familia Bufonidae. Fuera del horario de censo, un individuo de *Iguana iguana* fue encontrado trepado en un arbusto situado en el transecto 1 muy cerca del punto “Punta norte”, en la mañana. En el censo de murciélagos realizado informalmente no se atrapó ni un solo individuo, probablemente porque la noche estaba bastante clara.

El número total de animales observados no varió significativamente entre el transecto 1 y el transecto 2 (transecto 1: $\bar{x} = 54.600$ individuos por censo, $s = 28.884$, $n = 5$, cf. transecto 2: $\bar{x} = 53.000$ individuos por censo, $s = 27.875$, $n = 3$; $t = 0.77$, $gl = 6$, $p = 0.9413$). Se encontró una diferencia significativa en la abundancia de animales observados por censo en la mañana y en la tarde (mañana: $\bar{x} = 38.571$, $s = 14.876$, $n = 7$, cf. tarde: $\bar{x} = 23.143$, $s = 10.107$, $n = 7$; $t = 2.270$, $gl = 12$, $p = 0.0425$).

El transecto 1 tuvo un mayor índice de diversidad de órdenes de animales que el transecto 2 ($H'_{T1} = 1.5$; $H'_{T2} = 0.98$); Se encontró una mayor diversidad de órdenes de animales observados en la mañana que en la tarde ($H'_M = 1.34$; $H'_T = 0.52$)

Discusión

Características físicas del estuario

Es necesario recalcar que las medidas de área y perímetro del estuario fueron tomadas solamente de la parte a donde pude acceder fácilmente, es decir que el punto “unión 3 brazos” no es el fin del estuario, éste continua hacia el interior del continente,

mas físicamente no pude continuar tomando medidas debido a que cierta sección era propiedad privada y debido al nivel de agua que no me permitió seguir. Además, los datos de perímetro y área podrían estar sobrestimados debido que el programa de GIS simplemente formula un polígono que se aproxima a la forma real del estuario. Por otro lado, debido a que no se pudo coleccionar datos de profundidad del estuario por problemas logísticos (las estacas para medir la profundidad fueron sustraídas por visitantes desconocidos) puedo simplemente dar información anecdótica de la variación de nivel de agua que observé en las visitas realizadas desde el 2006 hasta el 2008: En el 2006, el agua del estuario llegaba hasta el punto “unión 3 brazos”, mas en visitas intermedias pude observar una tendencia de disminución del nivel del agua. Tal es así que en diciembre del 2007 (visita de observación) el agua llegaba solo hasta el punto “3ra curva”. Sin embargo, en agosto del 2008 (última visita) pude observar que el nivel del agua estaba muy alto, no me dejaba cruzar para el bosque aledaño y el agua del estuario se juntaba con el mar en el punto “Punta norte” y en el punto “2da curva” cuando la marea estaba alta. Por comentarios de gente del pueblo de Puerto López supe que en el pasado, el estuario cada año se juntaba con el mar, sin embargo, dicen que en los últimos 5 años aproximadamente, las lluvias habían disminuido tanto que el nivel de agua del estuario ya no llegaba al mar. Toda esta información sugiere que es necesario hacer estudios a largo plazo para poder distinguir si el estuario es estacional, evaluar su dinámica y determinar si su nivel de agua está siendo afectado por el cambio climático local y global.

Calidad de agua

Análisis *físico/químico*: Es posible que la variación significativa del pH observada entre las tres estaciones de muestreo sea producido por un artefacto de

metodología, tomando en cuenta que el tamaño de la muestra es pequeño y que los instrumentos no necesariamente producían medidas de gran precisión. En un estuario relativamente pequeño como este, lo más posible es que el pH no varíe significativamente entre distancias cortas (estaciones). Por otro lado, tomando en cuenta que entre el pH y la temperatura existe una correlación lineal significativa, puede asumirse que si la temperatura no varía significativamente entre las estaciones, el pH tampoco debería variar significativamente (Delvalls 1999). Estadísticamente no es posible comparar los valores de pH y temperatura entre las dos etapas del estuario debido a la diferencia de precisión de los instrumentos utilizados para medir las variables en cada etapa; sin embargo, a manera de referencia, se puede notar que en promedio el pH y la temperatura no han variado mucho durante los dos años de diagnóstico. Con respecto a la salinidad del estuario, es necesario recalcar que los datos pueden estar influenciados por una calibración deficiente del salinómetro por lo que deben ser utilizados solo como referencia, con mucho cuidado ya que fueron muy pocos los datos tomados. Sugiero que para nuevos estudios en el estuario, se realice un análisis más específico de salinidad del agua y, basándome en la información encontrada en un estudio del estuario del río Guayas, puedo sugerir que se tome en cuenta las diferentes estaciones climáticas al momento de evaluar la salinidad del estuario (Twilley et al. 1998).

Análisis microbiológico: De manera general se ve una baja concentración de coliformes totales y de *E. coli* en las muestras de agua tomadas en el estuario. Esto no necesariamente puede deberse a que el agua no esté contaminada con materias fecales, sino más bien a que quizás *E. coli* no es el mejor indicador en aguas con pH mayor a 7.75 y con salinidades relativamente altas, como es el caso de este estuario (Mara y Horan 2003). Por medio de observaciones directas pude constatar la presencia de

personas, perro y vacas en el sitio, lo cual puede sugerir que existirían restos de materias fecales en el agua. Esta es la razón por la que, para próximos estudios en el estuario del río Buena Vista o en otros humedales con condiciones físico/químicas similares, puedo sugerir tomar en cuenta como indicadores de contaminación fecal a bacterias del género *Enterococcus*, las que crecen en ambientes con pH de 9.6, salinidad de 6.5% NaCl y en un rango e temperatura de 10 a 45°C (Mara y Horan 2003). Al ser parte de Parque Nacional Machalilla, el estuario del río Buena Vista puede ser incluido dentro de la determinación del estado de contaminación bacteriológica y química del agua continental del PNM (INEFAN. 1998); es muy posible que aguas servidas del pueblo de Puerto López o de poblados río arriba estén contaminando las aguas del estuario, como es muy común en estuarios del Ecuador, siendo un ejemplo de esto el estuario del río Chone también situado en Manabí (Arriaga et al. 1999). Sugiero que en futuros estudios también se realice un análisis de DBO de manera que provea una visión más completa de la calidad del agua del estuario.

Análisis cualitativo por presencia/ausencia de macroinvertebrados bio indicadores: Al no existir investigaciones anteriores que proporcionen una línea base de especies de fauna o flora que sirvan como indicadores de la salud de estuarios en el Ecuador, no pude comparar los resultados obtenidos en mi proyecto con estudios realizados en el país, por lo tanto utilicé la guía de bio indicación de calidad de agua de Colombia (Pérez 2003) para evaluar el grado de contaminación y alteración de los hábitats estuarinos con base en las características ecológicas de algunas familias y especies encontradas en las muestras. Según la guía mencionada, los individuos de la familia Tubificidae miden ente 1.0 y 30.0mm, la mayoría vive en aguas eutroficadas, sobre fondos lodosos con abundante materia orgánica en descomposición. Son de color rojo debido a que poseen hemoglobina y en condiciones de alta contaminación forman

manchas rojas en el fondo de las orillas. Esta familia tiene un puntaje BMWP/Col. de 1, lo cual significa que es característica de aguas altamente contaminadas (Pérez 2003). Por otro lado, con respecto a los individuos de *Stilobezzia* se sabe que miden entre 12.0 y 14.0mm; la cabeza es tan ancha como larga; las setas anales son muy cortas, aparentemente ausentes. Viven en aguas lénticas, en charcas y lagos con material vegetal en descomposición (Pérez 2003). Los animales pertenecientes este género tienen un puntaje BMWP/Col. de 4, estos se encuentran en aguas moderadamente contaminadas aunque pueden presentarse algunos de aguas contaminadas. Los individuos pertenecientes al género *Hyaella* miden entre 5.0 y 10.0mm y son equivalentes a *Gammarus* de zonas templadas. Presentan coloración blanquecina o amarillenta. Viven en corrientes y remansos de quebradas, asociados a materia orgánica en descomposición, donde se forma densas poblaciones. Los animales que pertenecen a esta familia tienen un puntaje BMWP/Col. de 8, lo que quiere decir que son característicos de aguas limpias aunque pueden presentarse algunos individuos aguas poco contaminadas (Pérez 2003). Por otro lado, la especie *Cerithium brawni* se encuentra entre las raíces de mangles y en las playas de lodo circundantes, donde el sustrato contiene arena o grava y es relativamente firme. Estos caracoles pueden ser muy abundantes sobre la superficie del sustrato y pueden llegar a cubrir casi todo el suelo. Se alimentan en la superficie del sustrato de materia orgánica, mas no se tiene información sobre su resistencia a ambientes contaminados (Simbioe/Petroecuador. 2005). Con respecto a la especie *Donax asper* no existe información sobre su abundancia en aguas contaminadas o en aguas limpias, es por eso que no puede ser tomada como una especie bio indicadora de la salud del estuario.

Familias como Tubificidae, Ceratopogonidae o el orden *Hyaella* podrían ser muy bien utilizados como bio indicadores debido a que se conocen sus hábitos de vida.

La presencia de estos individuos sugiere que las aguas del estuario tienen diferentes grados de contaminación y evidencian la necesidad de hacer estudios más profundos sobre la calidad del agua. Los datos de abundancia y diversidad de animales encontrados deben ser tomados con mucho cuidado debido a que es muy posible que el tamaño de la muestra haya sido muy pequeño para reflejar la realidad de las comunidades. Son necesarios estudios que integren más tiempo de muestreo y más datos que reflejen verazmente la relación de abundancia y diversidad de fauna sedimentaria en distintas locaciones del estuario y a distintas horas del día.

De manera general me parece que es recomendable que en futuros estudios con respecto a características de agua en el estuario se ponga menos énfasis en la hora del día a la que se toman las muestras y más énfasis en el estado de la marea para poder evaluar cómo afectan los cambios en la marea en las características del agua del estuario (Chanson 2003).

Análisis de suelo

Según los parámetros del SESA (2007) para la región costa del país, estos son los valores bajos, medios y altos para cada uno de los parámetros analizados:

- pH: El promedio de pH de todas las estaciones del estuario, incluyendo la hora del día, fue de 8.24, lo cual muestra que es un suelo alcalino (SESA 2007). Este valor de pH concuerda con el valor de pH obtenido en los análisis físico/químicos del agua del estuario y con el tipo de material del que está formado el suelo del estuario; un pH básico es característico suelos con alto contenido de arena. Debido a que el pH tiende a ser más ácido a medida que la profundidad del suelo aumenta, me

parece necesario que se realicen más análisis que tomen en cuenta varias profundidades para muestrear el suelo en el estuario (PPI et al. 1988).

- MO: El promedio de MO en todas las estaciones y tomando en cuenta las dos horas del día fue de 0.89% lo cual muestra que los niveles de MO general pueden ser considerados bajos (SESA 2007). El hecho de que existan niveles bajos de materia orgánica en el suelo del estuario afecta directamente ciertas funciones generales del suelo empeorando su condición física, disminuyendo la infiltración de agua, empeorando la friabilidad del suelo, aumentando las pérdidas por erosión y disminuyendo la disponibilidad de nutrientes a las plantas y a los animales que se alimentan de este (PPI et al. 1988). Con base en la presencia de los macroinvertebrados bio indicadores en los sedimentos del estuario, sabemos que existe todavía una cantidad suficiente de materia orgánica, que los está alimentando; sin embargo, los resultados de los análisis de suelos sugieren que es posible que el estuario esté en proceso de disminución de productividad, tanto de fauna como de flora.
- N: El promedio de N en todas las estaciones fue de 0.04% y también apunta a niveles bajos de este nutriente (SESA 2007). Los microorganismos que se alimentan de materia orgánica necesitan de nitrógeno para formar su proteína, es por eso que si hay un bajo contenido de materia orgánica, la cual contiene alrededor de un 5% del N total del suelo, los microorganismos utilizan el nitrógeno del suelo, disminuyendo así su disponibilidad. Sin embargo, con la descomposición de los mismos microorganismos, el contenido de N orgánico vuelve a estar disponible y así se va formando un reciclaje de N en el suelo (PPI et al. 1988). Tomando en cuenta que el N es un elemento básico para la producción primaria de un ecosistema (PPI et al.

1988), me parece que deberían realizarse más estudios que evalúen la cantidad de N en el estuario y cómo este afecta a distintos elementos de este ecosistema.

- P: El promedio de P en todas las estaciones fue de 16.3ppm lo cual dice que el estuario tiene un nivel medio de P (SESA 2007). Las fuentes más comunes de P en el suelo son la materia orgánica, los microorganismos, los cuerpos de insectos y otras formas de vida en descomposición (PPI et al. 1988). Esto sugiere que el estuario tiene un ciclo de P bastante equilibrado, lo cual podría influir de manera positiva en la productividad primaria de este hábitat estuarino (Hammer 1992).
- K: El promedio de K en las muestra tomadas en el estuario fue 2.37 cmol/kg, lo que quiere decir los niveles de K en el suelo del estuario son muy altos (SESA 2007). El potasio es uno de los 3 nutrientes más importantes para la producción primaria de un ecosistema junto con el N y el P (PPI et al. 1988). El potasio soluble o en solución se encuentra en el agua del suelo, pero la mayoría del potasio que se encuentra en la naturaleza no se encuentra en estado puro debido a su alta reactividad; es posible que altos niveles de potasio puedan deberse a residuos de fertilizantes que contengan potasio y que hayan sido desechados en el río Buena Vista o cerca del estuario (PPI et al 1988). Estudios enfocados en nutrientes que se encuentran en el suelo son necesarios para entender con mayor claridad sus concentraciones y sus procesos.
- Ca: El promedio de Ca en las muestras de suelo del estuario fue de 13.1 cmol/kg lo cual corresponde a un nivel alto (SESA 2007).
- Mg: El promedio de Mg del estuario fue de 19.6 cmol/kg, valor que está considerado como bastante alto (SESA 2007).

Tanto el Ca como el Mg son nutrientes secundarios que se encuentran en el suelo en menor concentración, mas juegan un papel igual de importante en la producción

primaria de un ecosistema. Estos nutrientes funcionan como cationes y son muy importantes para determinar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. Los suelos como el del estuario, con un alto contenido de arena, tienen CIC de entre 1 y 10, es decir más bajos que los suelos arcillosos (11 y 50); en estos suelos se puede dar una mayor lixiviación de N y K y tienen una baja capacidad de retención de agua. Los niveles altos de Ca y Mg no son tan alarmantes como los niveles bajos, en los que el suelo no puede suministrar las proporciones y cantidades de nutrientes esenciales para una productividad normal (PPI et al. 1988).

- Fe: Un valor de 53.9 ppm fue el valor promedio de hierro encontrado en las muestras, lo que quiere decir que existe una alta concentración de este nutriente en el estuario (SESA 2007).
- Mn: El promedio de Mn del estuario fue de 26.2 ppm, valor que pertenece a niveles altos (SESA 2007).
- Cu: Un valor promedio de 5.9 ppm fue encontrado en las muestras de suelo del estuario; este valor es considerado como alto (SESA 2007).
- Zn: El promedio de Zinc en las muestras fue de 2.8 ppm, lo cual es considerado bajo (SESA 2007).

Los micronutrientes como el Mn, el Cu y el Zn se encuentran en menores concentraciones que los nutrientes primarios y secundarios, mas son igual de importancia para la productividad de un ecosistema. Sería óptimo hacer investigaciones más profundas de cómo funcionan los ciclos de micronutrientes en el estuario para observar, por ejemplo, cómo influye el pH en la disponibilidad de micronutrientes en ecosistemas estuarinos y sus eventuales cambios en el tiempo (PPI et al. 1988).

Es importante tomar en cuenta que los parámetros utilizados para analizar la cantidad de nutrientes, el pH y la materia orgánica disponible en el estuario son parámetros generales de cómo debería estar compuesto un suelo costero en el Ecuador. No se pudo encontrar datos de ecosistemas estuarinos para usarlos como referencia por lo cual considero que los ecosistemas estuarinos en el Ecuador tienen mucho potencial para ser investigados.

Paisaje

A pesar de que el muestreo de desechos sólidos haya sido bastante corto, los resultados encontrados sugieren que existe una permanente concurrencia al estuario por parte de la gente de los alrededores, lo cual fue corroborado al momento de encontrar basura al final del diagnóstico, tomando en cuenta que al inicio todos los desechos de alrededor del estuario fueron retirados y el mar no se juntaba con el agua del estuario.

Censo de flora

De manera general, las especies de plantas que fueron encontradas pertenecen al tipo de formación vegetal matorral seco litoral (INEFAN 1998). Se puede notar que en un área bastante restringida se encontraron 18 especies diferentes de plantas, lo cual sugiere una cierta riqueza. Es necesario mencionar que la colección de las morfo especies fue realizada en la etapa 1 del diagnóstico, tomando en cuenta solo las plantas fértiles, lo cual puede cambiar los resultados de estación a estación climática. La habilidad de diferenciación de morfo especies de las colectoras también es un factor que puede haber sesgado los resultados obtenidos, al no tener mucha experiencia botánica, es posible que algunas especies hayan sido excluidas del proceso de colección. Es por

eso que sugiero que en próximos estudios se tome en cuenta las dos estaciones climáticas de la zona y que se realice un estudio más enfocado a la botánica.

Censo de fauna

Censo de aves: Muchos diagnósticos de estuarios en Latinoamérica se han enfocado en factores abióticos como agua y suelo, mas pocos se han enfocado en abundancia y diversidad de aves de manera general. Un estudio realizado en un estuario en el este de Australia mostró que la abundancia de aves observadas fue de 496 individuos en total (Chanson 2003), que en comparación con la abundancia de aves encontradas en el estuario del Río Buena Vista es bastante menor. Necesariamente hay que tomar en cuenta que la observación de aves en el estudio de Australia fue realizada durante un solo día. Por otro lado, la diversidad de especies de aves observadas en el estuario de Australia fue mayor (70 especies) a la observada en el estuario del Río Buena Vista (38), lo cual puede deberse a que el estuario situado en Australia es efectivamente más diverso, aunque también podría deberse al número de gente dedicada a la observación, a la experticia de los observadores y al tiempo de muestreo, que en el caso de Australia fue constante durante todo el día (Chanson 2003). En el caso de este estudio, fuimos solamente dos observadoras, con binoculares de alcance medio, con poca experiencia identificando aves en el campo y solo realizamos dos muestreos de 1 hora diarios. Los resultados obtenidos en este diagnóstico sugieren que existe una considerable diversidad de aves coexistiendo en el estuario del Río Buena Vista y en muchos casos utilizándolo como sitio de paso y anidación. Esta es la razón por la que sostengo que este es un hábitat muy biodiverso, que podría ser mucho más estudiado y utilizado como atractivo para un posible proyecto de ecoturismo.

Censo de fauna terrestre: En vista de que no existen censos anteriores de fauna terrestre en el estuario del Río Buena Vista, me vi forzada a comparar mis resultados con los del estudio realizado en Australia (Chanson 2003). Un total de 103 animales, pertenecientes a 21 especies fueron observados en Australia. Al comparar con los resultados de este estudio se puede ver que existe una diferencia en abundancia y diversidad de animales, muy probablemente debida a la metodología utilizada: tiempo de muestreo, número de observadores, experticia de observación (Chanson 2003), así como a esperables diferencias biogeográficas y a posibles diferencias en el estado de conservación de las dos áreas. Por otro lado, es importante tomar en cuenta que los resultados de abundancia y diversidad de animales observados en este diagnóstico deben ser tomados con cuidado debido a que pueden estar sesgados sobre todo por aproximaciones en términos de abundancia, principalmente de la clase Insecta. A pesar de lo ya mencionado, es necesario recalcar que en el estuario del Río Buena Vista existen varios tipos de fauna que por ser fácilmente observables podrían atraer gente interesada no solo en su estudio sino también en su belleza.

Sugerencias para el Plan de Manejo del estuario

Antecedentes

Es importante señalar que ha existido la intención del PNM de despertar la conciencia conservacionista de la población vinculada al mismo, fomentar el conocimiento de los ecosistemas y culturas vinculadas y promover el manejo del PNM por la población que habita dentro del mismo y en su zona de amortiguamiento (INEFAN 1998). Como parte de esta iniciativa y con el objetivo de monitorear el trabajo realizado, el Parque Nacional Machalilla realizó una evaluación del manejo y administración del mismo durante el período 1987 a 1996, aplicando la metodología

desarrollada por De Faria (1992). Dicha metodología fue adaptada a la realidad del parque y se basó en encuestas que fueron realizadas a diferentes actores según el tipo de información requerida. De esa forma se recopiló información que permitió tener una visión objetiva del manejo y la administración del parque durante el período de tiempo citado y revisar también la naturaleza jurídica y las relaciones interinstitucionales del PNM para sobre esta base poder proponer los cambios necesarios para mejorar su gestión (INEFAN 1998).

Según la metodología, dentro de los ámbitos y programas de evaluación de cada variable y sub variable resulta un valor, que comparado con un óptimo preestablecido, permite calificar el manejo de acuerdo con la escala del sistema ISO 10004 usado por De Faria (1992), como sigue (INEFAN 1998):

VALOR	% DEL OPTIMO	NIVEL: EFECTIVIDAD DE MANEJO
4	90-100	Muy satisfactorio (óptimo establecido)
3	76-89	Satisfactorio
2	51-75	Medianamente satisfactorio
1	36-50	Poco satisfactorio
0	0-35	Insatisfactorio

Según la evaluación realizada mediante el método de De Faria (1992) la aplicación del plan de manejo se califica como medianamente satisfactoria. Los subprogramas de protección y dirección de recursos como medianamente satisfactorios, el subprograma recreativo/turístico y el programa de administración como poco satisfactorios, y el programa de educación e investigación como insatisfactorio (INEFAN. 1998).

Aparte de los resultados generales presentados, también se mencionan algunas otras observaciones que reflejan el estado de conservación del estuario del río Buena Vista: 1) El plan de manejo no incorpora estrategias para resolver el problema de tenencia de la tierra, 2) En la zonificación no se delimita el espacio territorial para cada comunidad y las actividades permitidas en esta zona, 3) No establece regulaciones para actividades incompatibles establecidas antes de la creación del Parque, 4) El plan no considera la participación de los habitantes del Área y de la zona de amortiguamiento, en el manejo del Parque, 5) No propone alternativas de desarrollo con base en a las aptitudes productivas de cada comunidad, 6) No incorpora un programa de monitoreo y evaluación tanto de las operaciones del plan como de los impactos ambientales en el área, 7) No desarrolla un plan de financiamiento a largo plazo, 8) Responsabiliza exclusivamente al Estado para la implementación del plan.

En conclusión se puede decir que el plan de manejo del PNM tiene potenciales áreas de trabajo y mejoramiento en los siguientes tópicos (INEFAN 1998):

1. Control y vigilancia sobre uso de los recursos naturales
2. Educación ambiental e investigación para el manejo sustentable del los recursos naturales
3. Adecuada aplicación del programa de manejo de recursos naturales
4. Problemática de tenencia de la tierra particular y comunal
5. Reclutamiento de recursos para proyectos productivos alternativos sustentables

Teniendo ya un contexto de cómo ha sido manejado el PNM, es necesario enfocar más la atención el estuario del río Buena Vista en específico, ya que éste se encuentra dentro del Parque. Con la información cuantitativa y anecdótica obtenida en este estudio de diagnóstico me fue posible realizar un modelo conceptual que ilustra los

principales objetivos de conservación, las posibles amenazas que atentan contra estos objetivos y las soluciones potenciales a esas amenazas, que consideré trascendente mencionar. Es importante recalcar que al no contar con información pasada sobre la ecología de plantas y animales que habitan el estuario y sobre las características físicas del estuario, el modelo conceptual es bastante tentativo, mas de cualquier forma puede servir como una guía para futuros planes de manejo del sitio. Para realizar el modelo conceptual me basé en la información obtenida en el diagnóstico y en los funciones utilitarias para el ecosistema y para el ser humano, que en general tienen los humedales en el mundo, entre ellas están la recreación, la educación ambiental, la reducción de inundaciones, la investigación científica, la estética o paisaje, la purificación del agua, la mantención de un equilibrio de un banco de agua, la extracción de productos comerciales, la recarga de agua en el suelo y la mantención de flora y fauna del sitio (Hammer 1992).

El modelo conceptual de las prioridades para un plan de manejo tentativo del estuario brinda una visión general del estado de conservación del estuario y de cuáles podrían ser prioridades de acción para conservarlo (Figura 4). A partir de la información anecdótica y cuantitativa obtenida en el diagnóstico en conjunto con la información que brinda el plan de manejo del PNM (INEFAN 1998), puedo sugerir que las amenazas (en azul) que ejercen mayor presión sobre este ecosistema estuarino y sus alrededores incluyen temas como contaminación por desechos líquidos y sólidos, extracción de fauna nativa, ingreso descontrolado de gente, falta de interés, crecimiento desenfrenado del pueblo del Puerto López hacia las zonas circundantes al estuario y falta de investigación científica y socio-económica del ecosistema. Este último factor repercute directamente en los potenciales proyectos de manejo debido a la falta de datos en los que basarse para crear objetivos reales y medibles de conservación en el sitio.

Las posibles soluciones que podrían minimizar las amenazas que ejercen presión sobre el estuario integran distintas áreas de acción tales como: conservación, economía, educación, investigación, urbanismo, legislación y manejo de áreas protegidas. Es debido a todos estos aspectos, que el dilema de manejo del estuario debe ser abordado con una visión amplia, integral y a largo plazo. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que para poder llegar a crear un plan de manejo que integre satisfactoriamente todos las áreas de acción necesarias para conservar el estuario, se necesita de algunos recursos básicos como son: tiempo, dinero y un equipo multidisciplinario.

El problema de falta de protección y manejo, que afecta al Estuario del Río Buena Vista, es definitivamente importante para las comunidades aledañas, en especial para el pueblo de Puerto López. En vista de que Puerto López tiene al turismo como una de las bases de su economía (INEFAN 1998), el no tomar en cuenta un lugar que podría ser muy atractivo para el turismo como es el estuario, implica una real pérdida de potenciales fuentes de trabajo para el pueblo. Obviamente, en caso de tener la intención de implementar un proyecto de ecoturismo en el sitio en cuestión, es necesario tomar medidas para conservar sus características principales, su fauna, su flora y su paisaje. Por otro lado, si el ecosistema estuarino tiene fauna de interés económico para la gente de Puerto López, de igual manera es importante hacer un plan de caza y pesca sustentables que beneficie a la gente a largo plazo y que proteja al sitio de afectaciones significativas en la biodiversidad y en las funciones del ecosistema.

Bibliografía

- Arriaga.L, Montaña.M., y Vásconez. J. 1999. Integrated management perspectives of the Bahía de Caraquez zone and Chone River estuary, Ecuador. Ocean and Coastal Management: vol42, pp229-241.
- AZUL, GA. 2006. Procedimiento de toma de muestras de agua y de suelo para análisis físico, químico y microbiológico. Quito.
- Chanson,H., R. Brown, J. Ferris y K. Warburton. 2003. A Hydraulic, Environmental and Ecological Assessment of a Sub-tropical Stream in Eastern Australia: Ebrapah Creek, Victoria Point QLD on 4 abril 2003. Department of civil engineering – University of Queensland.
- Cisneros-Heredia, D. F. 2006. Amphibians, Machalilla National Park, province of Manabí, western Ecuador. Check List 2(1): 45-54.
- CLIRSEN-The Nature Conservancy. 2006. Cartografía Galápagos 2006: Conservación en otra Dimensión. CD-ROM.
- Delvalls, T.A. 1999. Medidas en continuo del pH en condiciones de afloramiento: la corriente de California. Ciencias Marinas: vol25, No. 003, pp 345-365. México.
- Dolbeth*. M, A.I. Lillebø, P.G. Cardoso, S.M. Ferreira, M.A. Pardal. 2005. Annual production of estuarine fauna in different environmental conditions: An evaluation of the estimation methods. Institute of Marine Research (IMAR), c/o Department of Zoology, University of Coimbra. Coimbra, Portugal.
- Hammer, D. 1992. Creating freshwater wetlands. Lewis Publisher, London.
- INEFAN. 1998. Plan de Manejo del Parque Nacional Machalilla. Proyecto INEFAN – GEF.

- Jenkins D., Snoeyink V.L., Ferguson J.F., Leckiem J.O. 1972. Water Chemistry Laboratory Manual. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A.
- Pérez, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Potash and Phosphate Institute (PPI) & Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) & Foundation for Agronomic Research (FAR). 1988. Manual de Fertilidad de los Suelos.
- Duncan, M., Nigal, H. 2003. The Handbook of Water and Wastewater Microbiology. School of Civil Engineering University of Leeds, UK.
- NERRS (Reserva Nacional de Investigación Estuarina “Bahía de Jobos”), 1998. <http://ctp.uprm.edu/jobos/>.
- Ridgely R.S. Greenfield P.J. 2001. The Birds of Ecuador. Cornell University Press. Hong Kong. Vol 1 y 2.
- Simbioe/Petroecuador, 2005. Guía de Fauna Marina del Ecuador. Quito.
- Twilley, R., Gottfried, R., Rivera-Monroy, V., Zhang, W., Montaña Armijos, M., y Boderó, A. 1998. An approach and preliminary model of integrating ecological and economic constraints of environmental quality in the Guayas River Estuary, Ecuador. Environmental Science and Policy, No. 1, pg 231-288.