

5.0 LOS RECURSOS BIÓTICOS

Para el estudio de los recursos bióticos, el medio natural se dividió de la siguiente manera:

- Recursos acuáticos.
- Recursos terrestres.

Independientemente del tipo de recurso biótico la metodología empleada estuvo dirigida a:

- Identificar el hábitat correspondiente al tipo de recurso estudiado.
- La selección de los sitios de muestreo.
- Determinar el método de campo y/o muestreo y/o laboratorio.

Al identificar el hábitat correspondiente:

- Dentro de los recursos acuáticos se incluyó un innovador sistema que permitió la clasificación de los mismos a través del establecimiento de un "Sistema Hídrico", por primera vez utilizado en estudios de esta naturaleza en Panamá.
- La descripción del hábitat, para los recursos terrestres se basó en la estructura del bosque, la cual a su vez se realizó determinando el Coeficiente de Mezcla (CM), la abundancia relativa de las especies, la frecuencia con que se presentan las especies arbóreas, la expansión horizontal de los árboles, el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las diferentes especies de árboles y además, se identificaron las especies de plantas del sotobosque.

El proceso de selección de los sitios de muestreo se desarrolló cumpliendo varias etapas:

- Preselección inicial basada en la información documental existente.
- Visita inicial al área de estudio.
- Selección final de los sitios de muestreo.

Com resultado de la selección se escogieron:

- 28 sitios para el estudio del hábitat y la flora terrestre.
- 14 sitios para el estudio de los insectos de importancia biomédica.
- 15 sitios para el estudio de los anfibios y reptiles.
- 10 sitios para el estudio de las aves.
- 14 sitios para el estudio de los mamíferos.

En el Mapa 5-1, se puede identificar la ubicación regional de cada sitio.

Con respecto a los métodos de campo y/o muestreo y/o laboratorio, se puede decir que cada uno dependía del área de interés y están descritos en las metodologías correspondientes.

5.1 LOS RECURSOS ACUÁTICOS

5.1.1 METODOLOGÍA

La metodología se desarrolló en tres etapas:

- Determinación de los Sistemas Hídricos.
- Selección de los sitios de colecta.
- Muestreo de campo.

5.1.1.1 SISTEMAS DEPENDIENTES DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

La caracterización de sistemas hídricos es el resultado de una evaluación integrada de información física, química y biológica. El objetivo de dicha caracterización es relacionar el hábitat a los factores apuntados que describen la condición integral de las aguas. La Figura 5.1-1 presenta el esquema general de actividades realizadas para la caracterización del hábitat acuático.

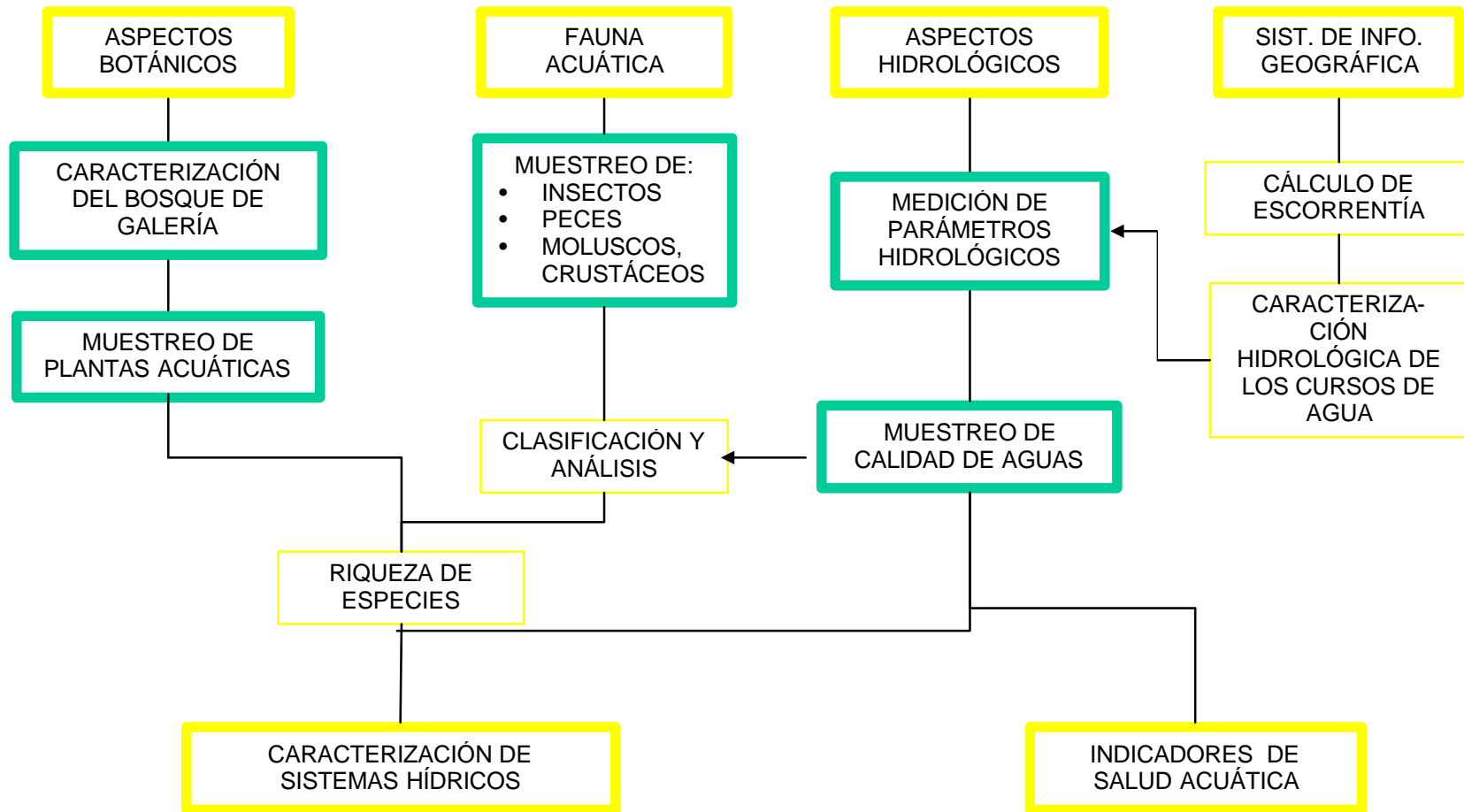
El programa de caracterización fue diseñado para evaluar el estado de las aguas en las subcuencas escogidas y contribuir al entendimiento de los principales factores que afectan la condición ecológica de las mismas y sus tendencias. La evaluación fue realizada a través de la recolección de datos físicos, químicos y biológicos en sitios que tipifican los factores naturales y humanos (p.ej. hidrología, sedimentología, uso del suelo) que controlan la calidad de las aguas. Estos datos se utilizaron para preparar una evaluación integral de la condición de las aguas e investigar la influencia de factores naturales y antropogénicos sobre la calidad del ambiente acuático. Los trabajos se desarrollaron sobre veinte (20) sitios (Mapa 5.1-1) escogidos en función de características hidrográficas, geomorfológicas, biológicas y estacionales de las tres cuencas consideradas en el estudio a lo largo de 12 meses de trabajos intensivos en campo que involucraron grupos multi e interdisciplinarios. Todo el esfuerzo ha sido sistematizado en una base de datos relacional alfanumérica y espacial, y procesado por medio de técnicas estadísticas.

Los procedimientos utilizados se apoyaron en el uso de la base de datos SIG desarrollada para el estudio, la cual incluye información topográfica, imágenes satelitarias y otras capas temáticas. Los datos a nivel más detallado, por su parte, incluyen características del cauce, márgenes y bosque de galería.

Los factores humanos y naturales que afectan la calidad del agua y sus comunidades bióticas existen en muy diferentes escalas espaciales (desde características de la cuenca de drenaje hasta condiciones del lecho en una pequeña superficie del cauce); es decir, la evaluación de hábitat comprende un amplio rango de características: p.ej. la distribución de peces es afectada por variables tales como el clima, la velocidad de la corriente y el sedimento que conforma el substrato. La caracterización del hábitat provee valiosa información de línea de base de las condiciones generales del río de manera que las condiciones aguas arriba en el mismo, resultantes de causas naturales y antrópicas, pueden ser identificadas, cuantificadas, y/o predichas. También puede utilizarse para simular las consecuencias de alteraciones estructurales en las condiciones del río, tales como represamientos o canalizaciones, entre otras.

Para el cumplimiento del objetivo del estudio, se midieron y estimaron numerosas características del ambiente acuático en diferentes escalas espaciales; algunas de ellas resultan relevantes a la escala general (cuenca) y otras a nivel local (hábitat), pero todas resultan de una u otra manera relacionables. Los procedimientos utilizados han sido estandarizados a través de todos los sitios investigados para evitar sesgos en la evaluación.

FIGURA 5.1-1
 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE CARACTERIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS



Elaborador por el Consorcio

Los protocolos y procedimientos utilizados para la recolección de información fueron plasmados en el Documento sobre Control y Garantía de la Calidad presentado como parte del Plan de Trabajo al comienzo del estudio. Lo que se presenta a continuación son los parámetros utilizados a cada nivel (cuenca, segmento y tramo/microhábitat) para la sistematización, análisis y selección de los datos que fueron incorporados a la caracterización, los cuales incluyen un fuerte componente de análisis espacial realizado a través del Sistema de Información Geográfica, en particular a nivel macro (cuenca y segmento).

A nivel del tramo, las características provienen de mediciones y observaciones en campo, tales como las características del cauce, las márgenes, el substrato y el bosque de galería, (vegetación ribereña) principalmente.

No todas las variables colectadas han resultado relevantes para la caracterización de los ecosistemas acuáticos; no obstante, las mismas forman parte de la línea de base ambiental y son útiles para otros tipos de análisis, tanto en el marco de este estudio como de otros posibles.

5.1.1.1.1 DISEÑO DEL MUESTREO

Las relaciones entre los componentes físicos, químicos y biológicos de un cuerpo de agua dependen no sólo del contexto acuático sino también de un entorno más amplio que involucra la cuenca tributaria. Por lo tanto, para un análisis adecuado de dichas relaciones, debe elaborarse un marco de referencia espacial a escala múltiple.

El marco de referencia para la caracterización de ecosistemas debe basarse en una comprensión conceptual de la forma en que los sistemas acuáticos se organizan en el espacio y el tiempo.

En distintas regiones fisiográficas, o aun en cursos dentro de una misma región (como el caso del presente estudio), los procesos geomorfológicos controlan la forma y dimensiones de cuencas y ríos. Por lo tanto, los investigadores han reconocido la importancia de ubicar los ecosistemas acuáticos en una jerarquía espacial y geográfica. En este estudio se ha utilizado una versión modificada del enfoque jerárquico propuesto por Frissell y otros (1986) para describir los grupos de variables ambientales relacionadas y el hábitat acuático; (Figura 5.1-2).

Este enfoque incluye el análisis a cuatro escalas espaciales: **cuenca, segmento, tramo y microhábitat**, respectivamente. La escala a nivel de microhábitat ha sido incluida a través de las investigaciones realizadas sobre invertebrados, principalmente.

Los datos a nivel de cuenca y segmento fueron obtenidos utilizando mapas topográficos del Instituto Nacional Tommy Guardia, imágenes satelitarias LandSat TM y el Mapa de Vegetación de Panamá elaborado por The Louis Berger Group, Inc., en 1999 para el Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).

Los datos a nivel de tramo se obtuvieron a partir de las giras de campo. Las mismas incluyeron la caracterización de transectos tanto transversales como longitudinales al río, teniendo como premisa la captura de información a nivel de rápidos y pozas, como así también la caracterización del área de aporte directamente conexas (considerada por algunos autores como determinante de las condiciones del microhábitat¹ que se ha asumido de 200 m de longitud (en función de los mismos autores).

¹ James Karr y Ellen Chu. Restoring Life in Running Waters – Better Biological Monitoring, 1999, Island Press.

FIGURA 5.1-2
JERARQUÍA ESPACIAL DE FRISSELL²

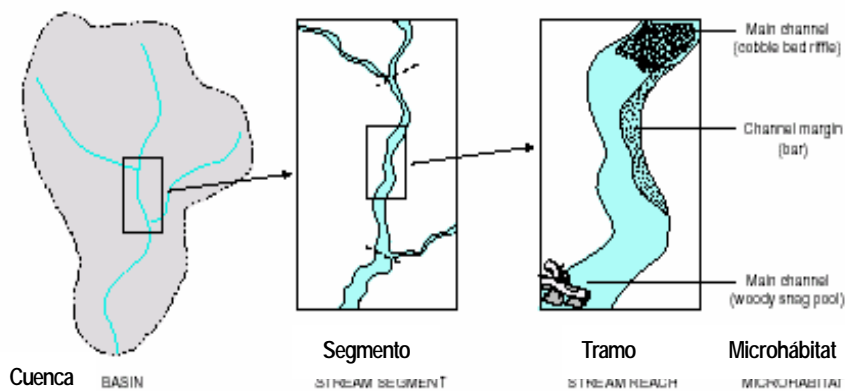


Figure 1. Spatial hierarchy of basin, stream segment, stream reach, and microhabitat (modified from Frissell and others, 1996).

A. SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Los sitios de muestreo fueron seleccionados para representar, de la mejor y más amplia manera posible, el conjunto de condiciones ambientales significativas para controlar la condición de las aguas. Estos sitios representan combinaciones de factores naturales que influyen colectivamente las características físicas, químicas y biológicas de las aguas y que, al mismo tiempo, se consideren típicos de las condiciones encontradas en toda la Región Occidental. Para ello se midieron dos grupos básicos de variables: físico-químicas y biológicas. Las primeras incluyen los parámetros típicos de la calidad del agua y características del escurrimiento, mientras que los segundos incluyen peces, invertebrados bénticos: moluscos, crustáceos e insectos. Los sitios elegidos no cuentan todavía con estaciones de medición sistemática de variables hidrológicas (a excepción del río Toabré, en Batatilla), como sería deseable para disponer de mediciones de caudal y velocidad. Se espera que algunos de los mismos sean adoptados para el establecimiento de puntos fijos de medición en el futuro. Mientras tanto, los mismos han fungido como puntos sinópticos (para mediciones puntuales) en los cuales las variables hidráulicas fueron medidas en campo.

En los sitios seleccionados para la caracterización, se utilizó una estrategia estacional para repetición de mediciones. De este modo, se han obtenido dos réplicas de cada una de las variables de interés en cada uno de los veinte sitios muestreados, lo que hace un total de cuarenta grupos de variables.

Se ha elaborado un mapa de sitios (Mapa 5.1-1) en el que se señalan los sitios efectivamente visitados. En casi todos los casos se ha logrado una notable aproximación con los propuestos "a priori" (Plan de Trabajo) atendiendo a aspectos de accesibilidad, representatividad y operatividad.

En la mayoría de los casos se ha muestreado en tributarios del curso originalmente contemplado básicamente por dificultades operativas asociadas a este último (corrientes fuertes, excesiva profundidad). En todos los casos, no obstante, se considera haber logrado la representatividad buscada en la selección del sitio original.

² Figura tomada "Revised Methods for Characterizing Stream Habitat in the National Water Quality Assessment Program", U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report 98-4052, 1998.

5.1.1.1.2 CARACTERIZACIÓN A NIVEL DE CUENCA

Las características de un curso de agua dependen, en gran parte, del flujo de agua, sedimentos, nutrientes y cargas contaminantes. Para caracterizar un río es importante conocer, por lo tanto, la geología, clima, hidrología, morfología, y cubierta vegetal dentro de la cuenca de aporte. La geología influencia la forma de los patrones de drenaje, los materiales del lecho, y la química de las aguas. Los suelos influyen las tasas de infiltración, potencial de erosión y tipos de vegetación. El clima, por su parte, afecta la precipitación y características de la vegetación; esta última afecta diversos factores, incluyendo la pérdida de agua por evapotranspiración, escorrentía, y estabilidad del cauce y las márgenes. De este modo, la cuenca sirve como unidad ecosistémica y constituye una base importante para entender las características del río en cualquier punto. El análisis de las características de la cuenca también amplía el conocimiento de los patrones biogeográficos relativos en comunidades bióticas. La caracterización a nivel de cuenca consiste en una combinación de factores:

- Descriptores geomorfológicos utilizando índices o relaciones derivadas de mapas. Topográficos cuya escala más detallada disponible es 1: 50,000.
- Características del clima y escorrentía potencial.
- Características del cauce para distintos períodos de recurrencia.
- Datos de cobertura vegetal obtenible de mapas temáticos, en particular el Mapa de Vegetación de Panamá, el cual fue desarrollado a partir de fotointerpretación manual de imágenes Landsat TM y ampliado por clasificación digital supervisada a la escala de 1: 25,000.

Los límites de cuenca se obtienen automáticamente de la topografía utilizando el módulo HYDRO de ArcView, los cuales fueron ajustados mediante digitalización manual. Algunos descriptores geomorfológicos tales como densidad de drenaje, forma de la cuenca, y pendiente han sido calculados a partir de las expresiones clásicas utilizadas en Hidrología. Estos representan una forma relativamente simple para describir procesos de física compleja y para comparar cuencas entre sí. El área de drenaje, por su parte, es una de las características más importantes de una cuenca, y es un componente de otros descriptores; la misma depende, en general, de los límites topográficos ya que, en el caso estudiado, no se han realizado consideraciones de segundo orden tales como la presencia de karst, zonas con insuficiente definición o flujos subterráneos. La longitud de cauces perennes condiciona la cantidad de hábitats acuáticos dentro de una cuenca y la disponibilidad de sedimentos para transporte, y se determina como la longitud total de cauces mapeados en la escala de 1: 50,000. A los efectos de esta determinación, se utilizó el módulo HYDRO con una definición de cantidad de celdas ("Flow Accumulation") tal que resultara equivalente a las líneas de agua definidas en forma continua por digitalización de los mapas topográficos entregada al Consorcio por ACP. La densidad de drenaje es un descriptor de la cantidad de cauces necesarios para drenar la cuenca y se trata de una relación longitud/área. Una densidad de drenaje alta es indicadora de grandes picos de caudal, alta producción de sedimentos, pendientes empinadas, dificultades de acceso, baja aptitud agrícola, y altos costos de construcción, entre otras características reveladoras. Según la literatura especializada, la densidad de drenaje varía entre 1 y 50 (Cuadro 5.1-1) (para la escala de 1:50,000), habiéndose obtenido en este caso un rango de valores entre 1.4 a 2 lo cual indica condiciones de bajo desarrollo dendrítico.

Para la definición de la longitud de la cuenca, existen varios métodos. En este caso se han utilizado los valores directamente proporcionados por el módulo HYDRO del SIG para la longitud del cauce principal. La longitud de la cuenca se utiliza para determinar el coeficiente de forma, el cual representa una medida de la elongación de la misma. La definición utilizada es la propuesta por Horton (1932), según la cual dicho coeficiente es una relación adimensional entre el área de drenaje y el cuadrado de la longitud de la cuenca.

CUADRO 5.1-1
PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN A NIVEL DE CUENCA

Nombre del Sitio	Número del Sitio	Área de drenaje (ha)	Uso del Suelo			Características Cuenca Principal						
			Bosque (ha)	Rastrojo (ha)	Pastizal (ha)	Long cuenca (km)	Maxelcu (msnm)	Minelcu (msnm)	Red de drenaje (km)	Gradiente (%)	Densidad de drenaje (km ⁻¹)	Coef.de forma
Qda. Membrillar	1	981	550	413	19	8.3	60.00	20.00	15.5	0.5	1.58	0.14
Qda. Jobito	2	638	157	365	116	5.4	40.00	10.00	16.1	0.6	2.53	0.22
Qda. Los Uveros	3	510	39	363	108	4.7	240.00	20.00	11.6	4.7	2.27	0.23
Qda. Uracillo	4	994	217	540	236	6.6	220.00	140.00	15.2	1.2	1.53	0.23
Qda. La Conga	5	288	38	201	48	3.3	214.00	57.00	4.2	4.8	1.45	0.27
Río Indio Nacimiento	6	633	263	314	56	2.5	837.00	660.00	9.4	7.0	1.49	0.98
Río Caño Rey	7	5,093	1,040	1,851	2,202	17.3	98.00	10.00	80.1	0.5	1.57	0.17
Río Caño Sucio	8	31,963	10,402	12,313	9,248	32.5	160.00	20.00	498.7	0.4	1.56	0.30
Río El Guásimo	9	380	0	0	380	4.1	140.00	60.00	5.9	2.0	1.54	0.23
Qda. Platanal	10	434		244	189	2.4	160.00	140.00	8.6	0.8	1.98	0.77
Qda. Lavandera	11	51	6	36	9	0.6	20.00	10.00	0.6	1.7	1.15	1.48
Río San Lucas	12	2,244	2,230	0	13	7.0	100.00	20.00	36.7	1.1	1.63	0.45
Qda. Jacinta	13	214	194	21	0	3.3	105.00	20.00	3.7	2.5	1.72	0.19
Río Toabré (Batatilla)	14	79,551	16,841	42,400	20,310	55.3	450.00	20.00	1269.3	0.8	1.60	0.26
Qda. Tortuguita	15	282		204	78	2.7	120.00	20.00	4.6	3.7	1.64	0.40
Qda. Victoria	16	1,071	1,029	29	13	5.5	127.00	20.00	15.1	1.9	1.41	0.35
Río Cascajal	17	14,954	3,486	5,459	6,008	26.3	518.00	40.00	237.3	1.8	1.59	0.22
Río Botija	18	3,205	2,832	264	110	13.0	160.00	60.00	50.2	0.8	1.57	0.19
Río Moreno	19	525	151	331	43	3.5	181.00	60.00	7.4	3.4	1.42	0.42
Río Guabal	20	1,146	558	577	11	5.9	700.00	160.00	18.4	9.1	1.60	0.32

Elaborado por el Consorcio

En general, con el incremento de área, las cuencas tienden a incrementar la longitud más rápidamente que el ancho; dadas dos cuencas de idéntica área, una cuenca elongada tendrá menores picos de crecida y caudales más sostenidos que una cuenca circular. En el caso que nos ocupa, el coeficiente de forma varía entre 0.1 y 0.8 aproximadamente, con preponderancia de valores bajos (cuencas elongadas).

El desnivel de la cuenca tiene un efecto significativo sobre la densidad de drenaje y el gradiente del cauce. Hadley & Schumm (1961) demostraron que el transporte anual de sedimentos se incrementa exponencialmente con este valor. El gradiente del cauce se utiliza típicamente en la determinación del caudal. Junto con el área de drenaje, este valor es la variable hidrológica por excelencia. Para la determinación de todos los parámetros mencionados, los cuales se basan directa o indirectamente en la topografía, se desarrolló un Modelo Digital de Elevaciones utilizando el módulo Spatial Analyst de ArcView en cual permite convertir en continuo los valores dados en las curvas de nivel proporcionadas por ACP digitalizadas a partir de los mapas topográficos permitiendo así determinar la elevación en cualquier punto de interés.

Las características climáticas, (precipitación, temperatura, y evaporación) de una cuenca afectan las características de los hábitats a toda escala. La información recopilada proviene de fuente secundaria, fundamentalmente el Departamenteo de Hidrometeorología del ex Instituto de Recursos Hidráulicos y Electricidad (IRHE) ya que la ACP no posee, todavía, un registro extenso en tal sentido. Las mediciones de estos valores son, en general, a escala de las subcuencas principales; no existen datos a nivel de las microcuencas en las que se realizaron los muestreos.

A. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A NIVEL DE CUENCA

Las variables a nivel de cuenca se determinan una sola vez ya que permanecen constantes (en términos generales) a lo largo del tiempo. A continuación se definen las variables significativas a nivel de cuenca; las mismas corresponden a la cuenca del curso donde se ha realizado el muestreo o, en su defecto, a la cuenca del río principal inmediatamente aledaño.

- Área de drenaje (ha o km²): Para un punto específico del curso de agua en estudio, es la superficie encerrada por las divisorias topográficas del área hidrológicamente tributaria, medida en un plano horizontal. El área de drenaje está directamente relacionada con el caudal.
- Longitud cuenca (km): Longitud de la línea principal de drenaje, desde su nacimiento hasta el punto específico (sitio de muestreo o descarga).
- Elevación máxima de la cuenca (msnm): Elevación máxima del cauce principal.
- Elevación mínima de la cuenca (msnm): Elevación del cauce en el punto específico de interés.
- Red de drenaje (km): Suma de todas las longitudes de los cauces permanentes dentro de la cuenca observables en las cartas topográficas de escala 1: 50,000 del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.
- Gradiente cuenca (%): Relación entre la diferencia entre la elevación máxima y mínima de la cuenca, y la longitud. El gradiente de la cuenca está relacionado con la energía del río y su capacidad de transporte de sedimentos.
- Densidad de drenaje (km⁻¹): Relación entre la red y el área de drenaje.
- Coeficiente de forma (adimensional): Relación entre el área de drenaje y el cuadrado de la longitud de la cuenca.
- Uso del suelo y cubierta vegetal— La información de uso del suelo y cubierta vegetal a nivel de cuenca fue tomada del Mapa de Vegetación y Ecosistemas de Panamá, proyecto desarrollado por The Louis Berger Group, Inc. para el Proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño de la ANAM, elaborado a escala 1:250,000 con una base informativa proveniente de imágenes LandSat TM a escala 1:100,000. Como se indicó, esa información fue reprocesada para la región en estudio utilizando técnicas de clasificación

espectral supervisada y revisión por los expertos en Botánica; ello ha permitido contar con un mapa de uso del suelo y cubierta vegetal a escala 1:25,000, el cual se ha utilizado como insumo para la caracterización del uso del suelo en las cuencas hidrográficas analizadas.

- Zonas de vida— Esta información, complementaria de la correspondiente a uso del suelo, se encuentra disponible a partir del mapa de J.Tosi (1970). Se ha utilizado como insumo para la caracterización de hábitats terrestres.

En el Cuadro 5.1-1 se resumen los valores determinados y sus relaciones funcionales.

En el Mapa 5.1-2 se presentan las microcuencas muestreadas en el contexto de la región completa.

Otra información complementaria a nivel de cuenca, que puede asociarse con la calidad de las aguas pero que no ha sido utilizada directamente en el proceso de caracterización de los ecosistemas acuáticos, incluye:

- Suelos— La información de suelos de la región es sumamente escasa. La misma se reduce a algunas áreas mapeadas como parte del proyecto CATAPAN 1968, en escala 1:50,000, que cubren una reducida porción del área de estudio. El resto de la información de suelos disponible corresponde al Atlas de Panamá, a escala 1:1,000,000.
- Precipitación— Se dispone de un mapa de isoyetas medias anuales para toda la región de estudio desarrollado a partir de los datos puntuales en las estaciones meteorológicas disponibles. La misma ha sido verificada utilizando técnicas de interpolación disponibles a través del SIG. (Ver Mapa 2.2-5).

En el Cuadro 5.1-1 se resumen los valores determinados y sus relaciones funcionales.

5.1.1.1.3 CARACTERIZACIÓN A NIVEL DE SEGMENTO

Se define como segmento una longitud relativamente homogénea de río en lo que respecta a sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Los límites del segmento pueden ser puntos de unión con tributarios que presenten diferentes características de flujo o calidad de aguas, o cambios sustanciales en las características de la cuenca, discontinuidades hidrológicas notables tales como, aspectos de morfología, cambios significativos en pendiente, o sitios de descargas puntuales.

Los elementos básicos para la caracterización a nivel de segmento incluyen gradiente, sinuosidad y aspectos de manejo hídrico. Otros elementos tales como el orden hidrológico de Strahler, talud de las laderas del valle y vegetación ribereña suelen ser también parámetros significativos.

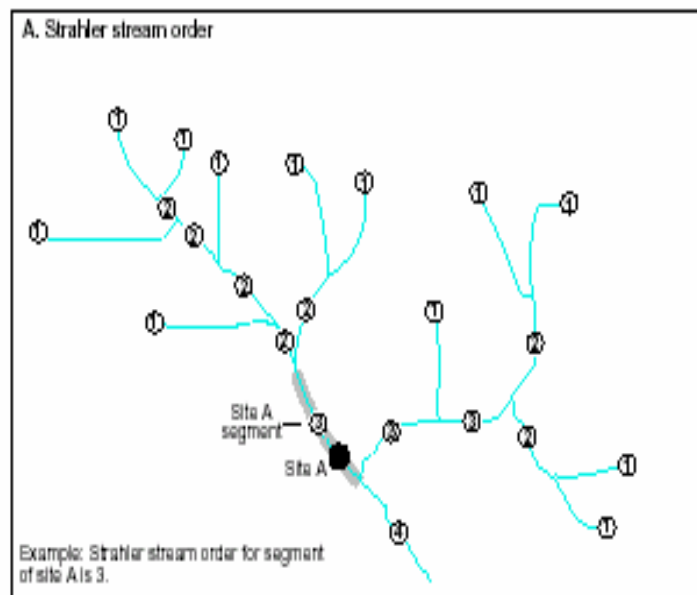
- El gradiente es la relación entre el desnivel total entre extremos del segmento dividido por la longitud curvilínea del cauce. Éste es un indicador de la cantidad de energía disponible para el movimiento de agua y sedimentos a lo largo del segmento de manera que tiene una influencia directa sobre la velocidad del flujo y tipo de ecosistemas acuáticos presentes, en particular, en la distribución de peces.
- La sinuosidad describe el patrón de canalización del río. La misma resulta de la relación entre la longitud curvilínea del cauce y la longitud de la línea central del valle ocupado por el río. Los cauces rectos tendrán una sinuosidad de uno, mientras que los cauces meandrosos por lo general tienen sinuosidades de 1.5 o más. En el caso de los ríos analizados, la sinuosidad varía entre 1.1 y 1.6 aproximadamente; las relaciones de sinuosidad fueron calculadas con el SIG, utilizando una aproximación poligonal, con los valores mayores para las cuencas más grandes. La sinuosidad resulta útil para describir aspectos energéticos y está relacionado con la diversidad de microhábitats. En general, la baja sinuosidad refleja un gradiente de cauce elevado, sección transversal uniforme y pocas pozas. La alta sinuosidad

denota gradientes bajos, secciones transversales asimétricas, márgenes indefinidas y pozas en la parte exterior (convexa) de los meandros.

- Los aspectos de manejo hídrico comprenden elementos hidrológicos locales que pueden ocasionar variabilidad espacial o temporal de los hábitats y/o de la calidad de aguas en el segmento. Éstos incluyen puentes, canalizaciones, desvíos, fuentes puntuales de descarga, drenajes, estabilización de márgenes y cualquier otra singularidad notable (estas singularidades pueden también conformar los límites del segmento). En la condición actual, casi no existen obras de manejo hídrico dado el escaso desarrollo de la infraestructura en la región.
- El orden hidrológico, o clasificación de los cauces basada en el número y tipo de uniones de tributarios, ha probado ser un indicador del tamaño del cauce, flujo y área de drenaje (Strahler, 1957). Existen diversos métodos para determinar el orden hidrológico; de ellos, se ha seleccionado el de Strahler, que es uno de los más utilizados y que es proporcionado en forma automática por el módulo HYDRO de ArcView.

Para el orden de Strahler, todos los tributarios pequeños y no bifurcados que se observan en el mapa base utilizado para el análisis de la hidrografía (en este caso 1:50,000), se designan de orden 1. Donde se unen dos cauces de primer orden, se forma un segmento de orden 2; donde se unen dos segmentos de segundo orden, se forma un segmento de tercer orden y así sucesivamente (Figura 5.1-3). En los muestreos realizados, existen dos tipos de cursos desde este enfoque: los de orden 4 y los de menor orden, respectivamente.

FIGURA 5.1-3
ORDEN HIDROLÓGICO SEGMENTO Y SITIO DE MUESTREO³



El contar con información específica acerca del uso del suelo a lo largo del bosque ribereño ha sido importante para la caracterización., en particular en aquellos casos donde se sospecha que esta vegetación sea un factor importante en la determinación de las condiciones del segmento y/o las características de las comunidades acuáticas. Los aspectos más importantes de la zona de amortiguamiento ribereña incluyen el ancho, longitud y continuidad espacial o heterogeneidad

³ Figura tomada "Revised Methods for Characterizing Stream Habitat in the National Water Quality Assessment Program", U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report 98-4052,1998.

del mismo. Las determinaciones relacionadas con el bosque ribereño incluyeron el uso de SIG, imágenes satelitales y mediciones en campo, a partir de los cuales se prepararon esquemas de vegetación ribereña como el que se indica en la Figura 5.1-4, los cuales han sido incluidas en el informe sobre Vegetación Acuática y Ribereña (Anexo 5-1).

A. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A NIVEL DE SEGMENTO

La caracterización a nivel de segmento se realizó utilizando información de los mapas E = 1:50,000 del IGNTG, las imágenes satelitarias disponibles y el uso intensivo del SIG. Los parámetros considerados incluyen:

- Longitud de valle (km): longitud entre el punto más elevado del segmento y el punto específico de interés, medida a lo largo del valle de inundación del curso de agua.
- Longitud de cauce (km): Longitud del cauce entre el punto más elevado del segmento y el punto de interés.
- Sinuosidad (adimensional): Relación entre la longitud del cauce y la longitud del valle
- Orden del segmento: coeficiente morfológico que resulta del análisis de los cursos de la red de drenaje presentes en una carta topográfica de escala 1:50,000, determinado según el criterio de Strahler.
- Elevación máxima del segmento (msnm): Elevación topográfica del extremo aguas arriba del segmento.
- Elevación mínima del segmento: Elevación topográfica del extremo aguas abajo del segmento.
- Gradiente segmento: Relación entre la diferencia entre las elevaciones máximas y mínima del segmento y la longitud del segmento.

Sitio 14: Estación Batatilla. Posición relativa de las especies ribereñas y de las macrofitas acuáticas en una sección de menor calidad de agua.



FIGURA 5.1-4
Sitio 14: Río Toabré,
Frente a la Temporada
Batatilla

Representación Esquemática

Situación Real



El Cuadro 5.1-2 presenta los valores de las características del segmento y sus relaciones funcionales.

5.1.1.1.4 CARACTERIZACIÓN A NIVEL DE TRAMO

El tramo constituye la menor unidad claramente definida en la jerarquía espacial de Frissell; sin embargo, constituye la escala más útil para describir los efectos a largo plazo de las actividades humanas y determinar la población y distribución de comunidades acuáticas. Si bien el segmento es una unidad discreta que debería representar un grupo uniforme de condiciones físicas, químicas y biológicas dentro del cauce, su longitud (a menudo de varios kilómetros) hace prohibitiva la recolección costo-efectiva de datos de campo a lo largo del mismo. El tramo resulta, entonces, la principal unidad de muestreo para la recolección de datos físicos, químicos y biológicos que representan las condiciones dentro del segmento.

A. SELECCIÓN DE TRAMOS REPRESENTATIVOS

La selección de tramos de muestreo se realizó en base a la combinación de cuatro criterios básicos, tres de los cuales son físicos y el cuarto puede considerarse antropogénico: ancho del río, profundidad (vadeable o no vadeable⁴, geomorfología (tipo y distribución de unidades geomórficas del canal) y grado de perturbación del hábitat local.

En términos hidráulicos generales, la longitud del tramo se determina multiplicando el perímetro mojado por 20 ya que esta longitud, típicamente, contiene al menos una longitud de onda de meandro y se considera que de ese modo estarán representados todos los tipos de hábitats en el tramo.

La literatura recomienda, para los muestreos biológicos, distancias mínimas de 150 a 300 m (Meador, Cuffney, and Gurtz, 1993) en cursos vadeables y entre 500 y 1,000 m para cursos no vadeables. En este caso se ha utilizado el criterio presentado en la publicación de James Karr que considera los 200 m directamente conexos al sitio de muestreo como determinantes en la calidad del tramo.

Se ha utilizado entonces el criterio de analizar tramos del orden de 200 m aguas arriba del sitio específico de muestreo en un ancho de 30 m en cada margen como ámbito de caracterización del entorno inmediatamente conexo.

El tipo y distribución de microhábitats en el tramo - también llamados Unidades Geomórficas del Cauce (UGC) - son factores fundamentales a la hora de seleccionar tramos ya que el hábitat en sí, es un descriptor geomorfológico fluvial del río.

La identificación de UGCs es sumamente importante porque clasifica los microhábitats acuáticos en una escala espacial que es relevante para la mayoría de la biota acuática. Por lo general se consideran tres tipos de unidades geomórficas de cauce en un tramo: pozas, rápidos e intervalos (Frissell et al, 1986).

⁴ Se considera no vadeable cuando es necesaria la utilización de un bote para la toma de muestras.

CUADRO 5.1-2
PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN A NIVEL DE SEGMENTO

Nombre del Sitio	Número del Sitio	Longitud valle km	Longitud cauce km	Sinuosidad	Orden	Gradiente %	Área (ha)	Long (km)	Maxel (msnm)	Minel (msnm)
Oda. Membrillar	1	0.94	1.21	1.29	3	0.48			20	10
Oda. Jobito	2	0.64	0.77	1.19	3	1.00	594.64	3.9	20.00	10.00
Oda. Los Uveros	3	0.50	0.77	1.54	2	2.61	703.29	5.54	40.00	20.00
Oda. Uracillo	4	4.15	4.70	1.13	2	0.51	993.91	8.34	165.00	140.00
Río La Conga	5	2.33	2.81	1.21	2	5.69			200	40
Río Indio Nacimiento	6	1.09	1.24	1.14	3	2.74			665	630
Río Caño Rey	7	1.34	1.64	1.22	3	0.61			20	10
Río Caño Sucio	8	1.77	2.13	1.21	4	0.09			30	20
Río El Guásimo	9	1.72	1.89	1.10	2	0.93			70	60
Oda. Platanal	10	1.20	1.41	1.18	2	0.74			150	140
Oda. Lavandera	11	0.49	0.59	1.20	1	3.41	52.00	0.59	30.00	10.00
Río San Lucas	12	0.43	0.44	1.03	3	2.16			30	20
Oda. Jacinta	13	2.12	2.36	1.11	1	3.39	214.33	2.36	100.00	20.00
Río Toabre (Batatilla)	14	1.39	2.28	1.63	4	0.03			30	20
Oda. Tortuguita	15	1.23	1.54	1.25	2	2.60	282.55	3.41	60.00	20.00
Oda. Victoria	16	0.58	0.84	1.45	2	0.06	1071.17	6.54	30.00	20.00
Río Cascajal	17	2.54	3.36	1.32	4	0.33			50	40
Río Botija	18	0.67	0.84	1.27	3	0.17	3205.13	12.82	50.00	40.00
Río Moreno	19	1.60	2.13	1.33	2	1.88			80	40
Río Guabal	20	3.58	4.09	1.14	2	7.12			450	160

Elaborado por el Consorcio

- Las **pozas** son áreas del cauce con velocidad reducida, poca turbulencia superficial (y, por ende poca incorporación de oxígeno), y aguas más profundas que las áreas circundantes. Las mismas pueden formarse aguas abajo de barras de deposición de sedimentos detrás de grandes piedras o acumulaciones de arrastre vegetal.
- Los **rápidos** son áreas de cauce poco profundo donde las aguas fluyen sobre obstrucciones parcial o totalmente sumergidas produciendo turbulencia. Usualmente, los rápidos tienen sustratos más gruesos que las pozas y ocurren en tramos rectos. Durante aguas altas, los rápidos pueden asemejarse a tramos más lentos (condición subcrítica), y tener velocidades entre moderadas y altas. En este último caso, típicamente poseen gran turbulencia y sustrato rocoso.
- Los **intervalos** entre rápidos y pozas son áreas de cauce de moderada profundidad y ligera o nula turbulencia superficial. El sustrato típico varía entre guijarros y arenas; pueden volverse rápidos durante aguas bajas.

Un tramo típico debe incluir, al menos, dos de las unidades geomórficas para ser representativo. En nuestro caso se han seleccionado, en la mayoría de los casos, tramos conteniendo una combinación de las dos últimas.

5.1.1.1.5 DESCRIPCIÓN DE HÁBITAT EN TÉRMINOS DE CALIDAD, UTILIZANDO LAS VARIABLES DEL TRAMO

Para describir los hábitats en términos de la '**Calidad del Hábitat Físico**' se escogieron ocho de las variables que fueron evaluadas siguiendo el procedimiento recomendado por el California Department of Fish and Game (1999), Barbour y Stribling (1991) y modificado por Yolanda Águila en este documento, lo cual permite tener una clasificación de la calidad del hábitat en óptima, sub óptima, pobre y muy pobre.

Las variables físicas escogidas fueron:

- La cubierta disponible de **sustrato epifaunal (Episust)** se refiere al sustrato favorable para la colonización de epifauna y peces, lo más favorable es una mezcla de troncos expuestos y sumergidos, márgenes socavadas, peñones o piedras grandes relativamente estables, que representan un potencial de colonización importante. Esta condición presenta cuatro categorías a saber; óptima, subóptima, marginal y pobre.
- El **grado de ocultamiento (Embedd)** se refiere al porcentaje de cobertura por sedimento fino que tienen las piedras. Cuando hay mayor exposición de las piedras el hábitat es más complejo con mayor diversidad de nichos, lo cual es favorable para la colonización de diferentes grupos (mejor calidad del hábitat).
- La **disposición de sedimento (Seddep)** se refiere a la presencia de zonas de disposición donde, debido a las características geomorfológicas, se acumula el sedimento fino. Se pueden evidenciar barreras de sedimento fino. Este tipo de sustrato representa mayor restricción para la colonización ya que, sólo ciertos grupos lo pueden utilizar.
- La **alteración del canal (Altcanal)** se refiere a la canalización o dragado, mientras más alterado menor es la calidad del hábitat.
- La **frecuencia de rápidos (Freccrap)** y recodos se refiere a la presencia de unidades geomorfológicas de poca profundidad, mucha velocidad y presencia de obstáculos (piedras-grava) donde la turbulencia y oxigenación son evidentes. Se ha observado que la presencia de estas unidades geomorfológicas favorece la diversidad de los macroinvertebrados, por ende, favorece la calidad del hábitat.
- La **estabilidad del banco (Estaban)** hace referencia a la presencia de erosión en la orilla del río o presencia de áreas potenciales para la erosión. Mientras más inestable la orilla,

menor calidad del hábitat pues esta zona de transición se utiliza como refugio y/o criadero de algunas especies acuáticas.

- La **protección vegetal (Protveg)** considera la cobertura vegetal que tiene la orilla. Esta favorece la estabilidad del banco; por ende, a mayor protección vegetal, mayor estabilidad del banco y mayor calidad del hábitat.
- El **ancho de la zona ribereña (Ripancho)** toma en consideración la extensión del bosque de galería y la alteración de la misma por actividades humanas. Mientras más extensa, mayor su capacidad de filtro y de aporte de materia orgánica al río. Grandes acumulaciones de materia orgánica favorecen la colonización y contribuyen a la transferencia energética en el sistema.

Cada variable tiene una escala que puede variar de 0-10 ó de 0-20. Para obtener el **límite máximo** del estimado de Calidad Óptima o **HabQ óptimo** se sumó el máximo valor que podía tener cada variable obteniéndose 130.

En el caso de las variables que tienen evaluación en ambas orillas, tales como la estabilidad del banco, protección vegetativa y ancho de la zona ribereña, se sumaron los dos estimados (scores) y este resultado se dividió entre dos (promedio).

Para obtener el **límite** del estimado medio o **HabQ subóptimo**, se dividió $130/2$ obteniéndose 65. Luego establecimos cuatro Rangos de Calidad (HabQ) a saber:

- 0.0 - 32.5 = Muy Pobre
- 32.6 - 65.0 = Pobre
- 65.1 - 97.5 = Sub Óptima
- 97.6 - 130 = Óptima

Para obtener el **HabQ** para cada sitio de estudio, se sumó el estimado (score) de las ocho variables obteniéndose un estimado de calidad o **HabQ**, y se compararon los resultados con los Rangos de Calidad establecidos con la modificación de Aguila (Cuadro 5.1-3).

- **Análisis Multivariado**
Utilizando las ocho variables estimadas a nivel del tramo durante la temporada lluviosa se realizó un Análisis Jerárquico o Cluster, según la Distancia Euclideana. Se obtuvieron dos pares de gráficas o dendrogramas; uno para el Coclé del Norte (Figura.5.1-5c y d) y el otro para Río Indio y Caño Sucio (Figura 5.1-5 a y b), que permiten observar lo siguiente:
 - a. Los sitios ubicados en la cuenca del Coclé del Norte pueden ser clasificados en dos grandes categorías de acuerdo a los datos obtenidos y el procedimiento de Calidad del Habitat (HabQ) anteriormente explicado. Los sitios 11(Qda. Lavandera), 12 (río San Lucas), 13 (Qda. La Jacinta), 17 (Río Cascajal), 18 (Río Botija), 19 (Río Moreno) y 20 (río El Guabal) tienen calidad óptima (Rango de 97.6-130) para la colonización de especies acuáticas. En cambio las estaciones Río Toabré (14), Qda. Tortuguita (15) y Qda. Victoria (16) tienen calidad sub óptima (Rango de 65.1-97.5).

CUADRO 5.1-3 CALIDAD DE HÁBITAT

TEMPORADA LLUVIOSA

Nombre del Sitio	Número del Sitio	Episust	Embedd	CEDEP	Altcanal	Frecrap	Estaban	Protveg	Riprancho	HabQty-Wet	Hab-Qual
Oda. Membrillar	1	2.00	4.00	5.00	20.00	0.00	2.00	2.00	10.00	45	P
Oda. Jobito	2	7.00	2.00	16.00	20.00	8.00	4.00	3.00	2.50	62.5	P
Oda. Los Uveros	3	13.00	12.00	10.00	17.00	19.00	3.50	5.00	1.00	80.5	SO
Oda. Uracillo	4	18.00	19.00	20.00	20.00	18.00	8.00	8.00	6.00	117	O
Río La Conga	5	16.00	14.00	14.00	18.00	17.00	9.00	9.50	5.50	103	O
Río Indio Nacimiento	6	16.00	12.00	10.00	19.00	19.00	8.50	9.00	8.50	102	O
Río Caño Rey	7	7.00	2.00	20.00	20.00	0.00	4.00	7.00	3.50	63.5	P
Río Caño Sucio	8	14.00	10.00	17.00	20.00	18.00	7.00	6.50	5.00	97.5	SO
Río El Guásimo	9	15.00	14.00	17.00	20.00	14.00	7.00	7.50	5.00	99.5	O
Oda. Platanal	10	10.00	3.00	11.00	20.00	5.00	5.00	7.00	10.00	71	SO
Oda. Lavandera	11	14.00	16.00	17.00	20.00	19.00	8.50	10.00	10.00	114.5	O
Río San Lucas	12	16.00	14.00	17.00	20.00	19.00	10.00	10.00	10.00	116	O
Oda. Jacinta	13	19.00	19.00	19.00	20.00	19.00	7.00	7.50	9.50	120	O
Río Toabre (Batatilla)	14	13.00	18.00	17.00	19.00	15.00	6.00	5.00	4.00	97	SO
Oda. Tortuguila	15	13.00	14.00	12.00	17.00	13.00	6.50	8.50	6.50	90.5	SO
Oda. Victoria	16	14.00	16.00	15.00	17.00	18.00	7.00	4.50	5.00	96.5	SO
Río Cascajal	17	15.00	19.00	19.00	18.00	18.00	9.00	9.00	6.00	113	O
Río Botija	18	17.00	19.00	17.00	20.00	19.00	5.00	8.00	6.00	111	O
Río Moreno	19	16.00	18.00	20.00	20.00	20.00	7.50	8.00	9.50	119	O
Río Guabal	20	13.00	20.00	20.00	20.00	20.00	8.00	7.50	2.00	110.5	O

TEMPORADA SECA

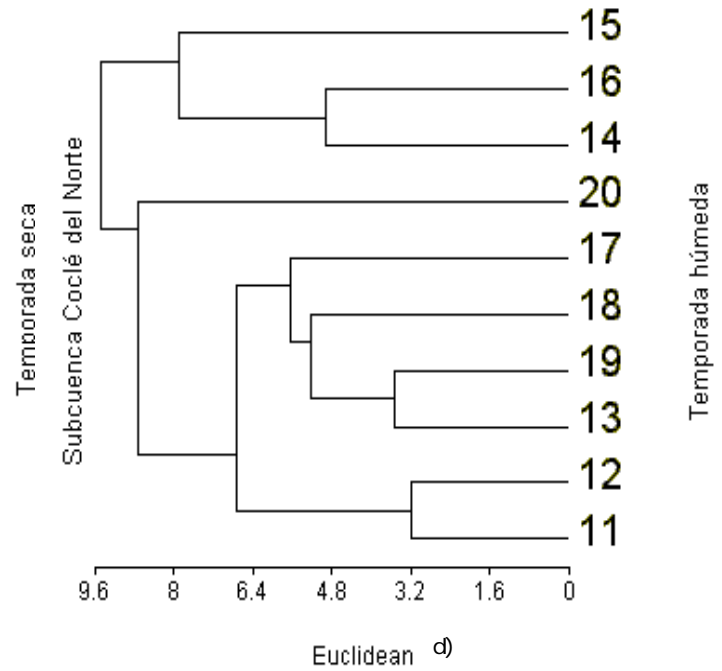
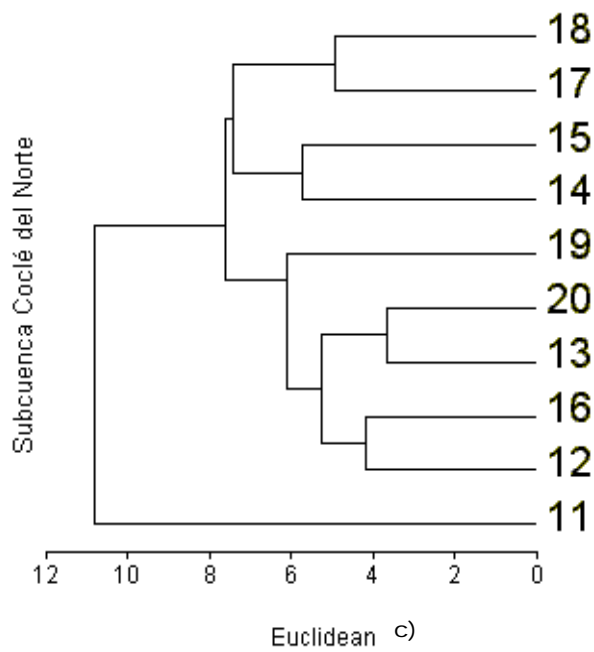
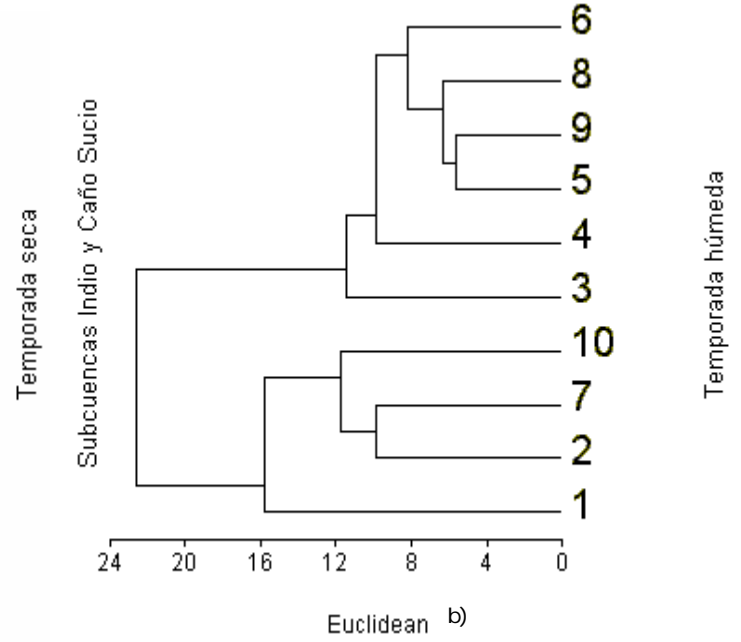
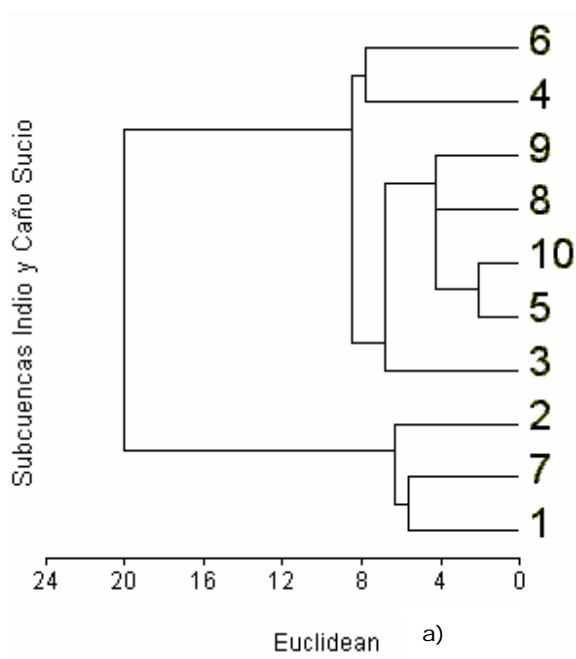
Nombre del Sitio	Número del Sitio	Episust	Embedd	Seddep	Altcanal	Frecrap	Estaban	Protveg	Riprancho	HabQty-Dry	Hab-Qual
Oda. Membrillar	1	3.00	7.00	5.00	20.00	1.00	2.00	2.00	1.00	41.0	P
Oda. Jobito	2	7.00	8.00	7.00	19.00	6.00	3.00	3.00	1.50	54.5	P
Oda. Los Uveros	3	16.00	15.00	12.00	18.00	16.00	6.00	1.00	1.50	85.5	SO
Oda. Uracillo	4	14.00	16.00	17.00	20.00	19.00	9.00	8.00	6.00	109.0	O
Río La Conga	5	15.00	12.00	11.00	20.00	17.00	5.50	6.00	4.00	90.5	SO
Río Indio Nacimiento	6	14.00	14.00	11.00	17.00	18.00	9.00	9.00	9.00	101.0	O
Río Caño Rey	7	5.00	11.00	8.00	20.00	2.00	2.00	3.00	1.50	52.5	P
Río Caño Sucio	8	14.00	15.00	13.00	20.00	15.00	7.00	6.00	6.00	96.0	SO
Río El Guásimo	9	13.00	13.00	11.00	19.00	14.00	5.50	4.50	4.50	84.5	SO
Oda. Platanal	10	15.00	13.00	12.00	20.00	17.00	7.00	6.00	4.50	94.5	SO
Oda. Lavandera	11	9.00	14.00	8.00	18.00	12.00	3.00	2.00	2.00	68.0	SO
Río San Lucas	12	16.00	14.00	10.00	20.00	18.00	5.00	5.00	7.00	95.0	SO
Oda. Jacinta	13	16.00	16.00	13.00	20.00	18.00	5.50	5.00	3.00	96.5	SO
Río Toabre (Batatilla)	14	14.00	15.00	17.00	20.00	12.00	5.00	5.50	4.00	92.5	SO
Oda. Tortuguila	15	15.00	14.00	13.00	20.00	13.00	4.00	3.50	1.00	83.5	SO
Oda. Victoria	16	15.00	13.00	11.00	20.00	18.00	3.50	5.00	3.50	89.0	SO
Río Cascajal	17	15.00	17.00	12.00	20.00	14.00	6.00	6.00	3.00	93.0	SO
Río Botija	18	18.00	18.00	10.00	20.00	14.00	6.50	8.50	5.00	100.0	O
Río Moreno	19	11.00	14.00	15.00	20.00	18.00	3.50	5.00	6.00	92.5	SO
Río Guabal	20	13.00	16.00	14.00	20.00	18.00	4.00	6.00	3.50	94.5	SO

Elaborado por el Consorcio P= Pobre, O= Óptimo, SO= Sub-óptimo

CONSORCIO TLBG / UP/ STRI

Informe Final de la Región Occidental de la Cuenca del Canal

FIGURA 5.1-5
ANÁLISIS JERÁRQUICO (CLUSTER) SEGÚN DISTANCIA EUCLIDEANA



- b. Al considerar los sitios ubicados en el Río Indio y el Miguel de la Borda, se observa en el dendrograma **dos** grandes grupos o clusters. Un grupo que incluye los sitios 1 (Membrillar), 2 (Qda. Jobito) y 7 (Caño Rey) que presentan una **calidad de pobre**
- c. (32.5-65) a **sub óptima** (65.1-97.5) para la colonización. Por otro lado se ubican los sitios 3 (Los Uveros), 4 (Las Marías), 5 (Qda. La Conga), 6 (Río Indio, Nacimiento) , 8 (Qda. Tolú), 9 (Río Guásimo) y 10 (Platanal) de **calidad sub óptima** (Rango de 65.1-97.5) a **óptima** (Rango de 97.6-130) para la colonización de especies acuáticas.

Se repitió el procedimiento anterior con los datos del tramo estimados durante la temporada seca; de los dendrogramas correspondientes (Figura 5.1-5 a y b) se pudo observar que:

- Los sitios de la cuenca de Coclé del Norte presentaron menor calidad de hábitat que la estimada durante la temporada lluviosa. Sólo el sitio 18 mantuvo su categoría de calidad de hábitat óptima.
- Con relación a los sitios ubicados en el río Indio y Caño Sucio, también bajó la calidad del hábitat, pero se mantienen en general los dos grandes grupos o clusters. El grupo que incluye a los sitios Qda Membrillar, Qda. Jobito y Río Caño Rey presentaron calidad pobre y todos los demás, calidad óptima a subóptima.

5.1.1.2 DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Para la caracterización de las comunidades acuáticas se seleccionaron 20 sitios de muestreo cuya descripción se presenta a continuación:

- SITIO 01: QUEBRADA MEMBRILLAR (Tributario del Río Indio, cerca de su desembocadura).

Corregimiento: La Encantada
Distrito: Chagres
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 589509.3- 1013987.4
Elevación aprox.: 10 msnm.
Afluente de orden: 2

Esta sección de la quebrada se asemeja un canal. En ambas márgenes se encuentran paredes casi verticales, cuyas alturas oscilan de 0.5 a 2.5 m por encima del nivel actual de las aguas. En el sitio la quebrada tiene una anchura variable entre uno a más de tres m, aunque en la mayor parte del recorrido tiene aproximadamente dos metros. La profundidad varía desde los 0.2 hasta 1.5 m. El agua parece un poco turbia, lo cual se puede atribuir más, a la opacidad producida por las sustancias en suspensión que a efectos de una crecida. En toda el área por donde corre la quebrada los suelos parecen ser el producto de depósitos sedimentarios. En secciones de las paredes verticales, puede apreciar un perfil con los estratos típicos de este tipo de suelos. Sobre la margen izquierda se encuentra una terraza aluvial bastante amplia, que está como a 1.5 m sobre el nivel actual del agua. Como a unos seis m desde el borde del río, se eleva una planicie a un metro sobre la terraza anterior. La margen derecha presenta una pendiente más abrupta y no hay un bosque de galería como tal.



FOTO 5.1-1. RÍO MEMBRILLAR

Este pequeño río desemboca en el río Indio, cerca de su desembocadura al Mar Caribe. La característica principal del mismo es que atraviesa por plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*) que se usaban para producir aceite.

- Sitio 02: Quebrada Jobito (Río Indio)

Corregimiento: La Encantada

Distrito: Chagres

Provincia: Colón

Coordenadas (UTM): 589460.1- 1002021.8

Elevación aprox.: 20 msnm

Afluente de orden: 2

En el recorrido aguas arriba se observó que en términos generales la fisonomía de este río en su parte baja es muy parecida a la del río Miguel de La Borda/Caño Sucio. Los terrenos inmediatos son planicies aluviales dedicadas a la agricultura o a la ganadería bovina y caprina extensivas.

Después de dos horas de recorrido río arriba, se seleccionó la quebrada Jobito, un afluente menor del río Indio, como sitio de estudio. El punto de muestreo hidrológico se ubicó a unos 400 m aguas arriba de la confluencia de la quebrada con el río, mientras que las observaciones de vegetación acuática se realizaron desde este punto hasta unos 200 m aguas arriba. En su trayecto la quebrada presenta un curso sinuoso, con una anchura y profundidad variables. Ya casi al final de nuestro recorrido aguas arriba, la quebrada llega a formar curvas en U, con un lecho más angosto, hasta 1.5 m y es menos profunda. Las aguas estaban mucho más claras que las del río y corren a poca velocidad sobre un lecho de sedimentos suaves, entre barrancos de suelos latosólicos. Sobre ambas márgenes los suelos se han formado del material volcánico original meteorizado, mezclado con sedimentos fluviales. La margen derecha tiene una pendiente poco pronunciada, mientras que el izquierdo es más accidentado, presentándose en algunos puntos paredes de casi tres metros de altura.



FOTO 5.1-2 QUEBRADA JOBITO

- Esta quebrada desemboca en el curso medio del río Indio. Aunque presenta fincas a ambos lados de su recorrido, en algunos parches presenta bosque ribereño más o menos denso. En este sitio se encontró la Tagua (*Phytelephas semmannii*), una palma que está en la lista de especies en peligro (EP) por ser muy explotada comercialmente al ser utilizada en la elaboración de artesanías.

- SITIO 03: QUEBRADA LOS UVEROS (Tributario del Río Indio)

Corregimiento: Ciri de los Sotos

Distrito: Capira

Provincia: Panamá

Coordenadas (UTM): 594773.3- 989068.9

Elevación aproximada: 60 msnm

Afluente de orden: 2

El punto de muestreo de agua se ubicó a unos 150 m aguas arriba de donde el camino atraviesa la quebrada. La evaluación de la vegetación ribereña se hizo 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto de calidad de agua, ya que no hay acceso por la orilla de la quebrada. El cauce de este río transcurre por una hondonada, cerca de cuatro m por debajo del nivel del camino y unos tres m por debajo de las huertas. El suelo es sedimentario, muy arenoso, muy meteorizado, con poca presencia de material arcilloso. La anchura de la quebrada varía de tres a cuatro metros y una profundidad media menor de 50 cm, aunque hay dos pocitas de más de metro y medio de profundidad. La velocidad de la corriente es poca pues la pendiente es mínima, y el agua es bastante clara.

En ambas orillas hay paredes de arena de 1.5 a 2.5 m de altura, generadas por el desgaste producido por las crecidas. Los dueños de las casas cercanas dicen que en el último de estos eventos el agua llegó hasta sus residencias y que con cada nueva crecida la quebrada se lleva parte de sus sembrados.

El lecho de la quebrada la forman bancos de sedimento, gravas, algunos cantos rodados, y pocas rocas sedimentarias. También son comunes fracciones de árboles petrificados entre las pocas rocas del fondo. En algunas secciones del cauce, principalmente en los recodos, se observan pequeñas playitas de arena bastante fina proveniente del lavado de las márgenes.

Al hacer un recorrido por el cauce de la quebrada, se pudo detectar que hay mucha basura, como latas, envases plásticos y restos de comida.



FOTO 5.1-3 QUEBRADA LOS UVEROS

Esta quebrada es un tributario menor del río Indio. De todos los sitios visitados es el que presenta la mayor pérdida del bosque ribereño ya que sólo quedan algunos árboles dispersos. Al faltar el bosque se pierde la estabilidad de las márgenes que están siendo lavadas paulatinamente por las crecidas.

- SITIO 04: RÍO LAS MARÍAS (Tributario del Río Uracillo)

Corregimiento: Río Indio

Distrito: Penonomé

Provincia: Coclé

Coordenadas (UTM): 585711.6- 981551.9

Elevación aprox.: 150-180 m

Afluente de orden: 1

La sección del río donde se ubicó el sitio de muestreo de calidad de agua tiene una anchura variable entre 7 y 11 m, manteniéndose en alrededor de 10 m en la mayor parte del trayecto. La profundidad es igualmente variable, pero generalmente está por debajo del nivel de las rodillas, cerca de 45 cm. La profundidad máxima encontrada era de un metro en un remanso casi al centro del recorrido.

Las aguas corren entre márgenes abruptas, sobre un lecho de rocas sedimentarias mezcladas con rocas volcánicas, cantos rodados y guijarros. El suelo se destaca por ser bastante suelto, algo arenoso, aunque cerca de las orillas, en las partes más quebradas hay un suelo arcilloso rojizo.



FOTO 5.1-4 RÍO LAS MARÍAS

Este río desemboca en el río Uracillo, el que a su vez es el principal afluente del río Indio. Es uno de los pocos sitios donde la vegetación ribereña tiene una continuidad casi interrumpida, aunque en algunos puntos los restos de bosque no tengan más de 3 metros de ancho desde el borde de la corriente, ya que ha sido cortado para establecer fincas y sembradíos.

- SITIO 05: QUEBRADA LA CONGA (Tributario del Río Teriá).

Corregimiento: Ciri de los Sotos
Distrito: Capira
Provincia: Panamá
Coordenadas (UTM): 595205.5- 985215.6
Elevación aprox.: 70 msnm
Afluente de orden: 2

En ambas márgenes los suelos son sedimentarios, encontrándose sobre la margen derecha una pequeña terraza aluvial cuya altura está a unos 50 cm sobre el nivel actual del agua de la quebrada. Le sigue otra terraza que se eleva de dos a tres metros.

En los terrenos más elevados los suelos presentan una coloración chocolate (pardo), en contraste con la coloración rojiza de la arcilla, más compacta, en los terrenos más bajos próximos a la orilla de la quebrada.

Sobre la orilla izquierda los terrenos de la terraza son más bajos, produciéndose una gradual y casi imperceptible elevación sin notarse la separación entre las partes bajas y las más altas.

La quebrada en los alrededores del sitio de muestreo el agua es clara, su profundidad es variable y en algunos pequeños rápidos no supera los 20 cm, aunque alcanza hasta 1.5 m en los remansos encontrados a lo largo de la sección; la anchura es de unos cuatro metros.

La corriente fluye con alguna rapidez sobre un lecho donde predominan cantos rodados y guijarros de rocas volcánicas mezclados con una menor cantidad de rocas sedimentarias. En los recodos y remansos se encuentran pequeños bancos de arena que empiezan a ser colonizados por vegetación herbácea.



FOTO 5.1-5 QUEBRADA LA CONGA

Esta Quebrada es tributario del río Teriá, el que desemboca posteriormente al río Indio. El bosque ribereño es prácticamente inexistente ya que del lado derecho.

- SITIO 06: RÍO INDIO (Nacimiento)

Corregimiento: Río Grande
Distrito: Capira
Provincia: Panamá
Coordenadas (UTM): 597441.7- 956615.5
Elevación aprox.: 650 msnm
Afluente de orden: 1

En este lugar, debido a las limitaciones del terreno, las observaciones de la vegetación acuática se realizaron 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto de monitoreo de agua, en una amplitud de 15 m a ambos lados de la corriente.

El río corre sobre un lecho poco profundo, principalmente dominado por gravas y rocas pequeñas. Siguiendo corriente abajo aparecen algunos pequeños rápidos donde hay rocas medianas, mientras que más abajo encontramos rocas muy grandes dentro del cauce.

En el sitio de muestreo el terreno sobre la margen izquierda, se eleva abruptamente hasta unos seis metros sobre la orilla con una pendiente de alrededor del 100% (ver foto 5.1-6). Continuando aguas arriba, disminuye significativamente la pendiente.

Finalmente, se realizó un recorrido por el cauce del río, encontrándose cuatro plantas acuáticas y dos especies relacionadas a ríos y quebradas (una aráceas y una ciclantácea).



FOTO 5.1-6 RÍO INDIO NACIMIENTO

Este es uno de los pequeños brazos que forman las cabeceras del río Indio. Es el sitio de más altura visitado que se encuentra a 650 msnm. Del lado derecho que hay un bosque ribereño más o menos continuo, mientras que del izquierdo hay un playón de rocas y grava cubierto por hierbas.

- SITIO 07. RÍO CAÑO REY (Miguel de la Borda)

Corregimiento: Miguel de la Borda

Distrito: Donoso

Provincia: Colón

Coordenadas (UTM): 577638- 1009646.1

Elevación aprox.: 10 msnm

Afluente de orden: 2

Las aguas del río corren lentamente sobre un lecho de sedimentos suaves, presentan alguna turbidez. En los terrenos más bajos los suelos tienen un nivel alto de aguas subterráneas y ambas márgenes parecen inundarse durante las crecidas del río.

Sobre la margen izquierda aguas arriba hay una terraza aluvial que se estrecha y termina donde el río hace una revuelta hacia la izquierda. Sobre la margen derecha la terraza se extiende con mayor profundidad que sobre la margen opuesta. En algunas partes de las orillas donde están los potreros, se presentan servidumbres de abrevaderos lo cual constituye una fuente de contaminación de las aguas.



FOTO 5.1-7 RÍO CAÑO REY

Se ubica en la Cuenca de Miguel de la Borda/Caño Sucio y es afluente de río Miguel de la Borda, muy próximo al Pueblo de Miguel de la Borda, en sus márgenes se encontraron los restos bosque ribereño, seguido de amplias áreas de potreros. En el agua se encontró *Eichornia*, *Pontederia* e *Hydrilla*.

- SITIO 07A. RÍO MIGUEL DE LA BORDA/CAÑO SUCIO

Corregimiento: Miguel de la Borda
Distrito: Donoso
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 576150.0- 1011625.0
Elevación aprox.: 10 msnm
Afluente de orden: 4

El sitio de muestreo hidrológico se ubicó frente al mismo poblado, aproximadamente a unos 300 m de las costas del Mar Caribe. La medida de la anchura del río fue de aproximadamente 80 m y el agua fluye lentamente. La parcela para la caracterización del sitio abarca ambas márgenes del río en una distancia aproximada de 200 m aguas arriba de la temporada de monitoreo hidrológico, con una amplitud aproximada de 20 m a ambos lados de las orillas.

Sobre las planicies aluviales en la margen derecha está el poblado de Miguel de la Borda/Caño Sucio. Unos 40 m aguas arriba aumenta la pendiente.



FOTO 5.1-7a RÍO MIGUEL DE LA BORDA/MIGUEL DE LA BORDA/CAÑO SUCIO

En su desembocadura en el margen izquierdo palmeras se encontraron, vestigios de vegetación primaria y sobre todo vegetación secundaria. En el otro extremo se encuentra el poblado de Miguel de la Borda. En las aguas de este sitio se encuentra la macrófita acuática conocida como *Hydrila*.

- SITIO 08: QUEBRADA TOLÚ (RÍO MIGUEL DE LA BORDA)

Corregimiento: Guásimo

Distrito: Donoso

Provincia: Colón

Coordenadas (UTM): 570924- 999401

Elevación aprox.: 10 msnm.

Afluente de orden: 3

Hábitat terrestre circundante: Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas

En la sección del río ubicada en la confluencia de ambos cuerpos de agua hay un banco de cascajo. Las aguas del río están claras y corren sobre un lecho de piedras, con una anchura mayor de 15 m a una velocidad moderada. Sobre el sustrato pedregoso y sobre algunos restos sumergidos de árboles se observó la macrófita enraizada llamada pasacarne.

En la margen derecha la pared baja con una fuerte pendiente, exponiendo parte del perfil de un suelo latosólico. En este lado se presenta una planicie aluvial con un suelo franco arenoso.

Hay indicios de que durante las crecidas de los meses de noviembre y diciembre las aguas alcanzan un nivel de cerca de seis metros sobre el nivel actual.



FOTO 5.1-8 RÍO MIGUEL DE LA BORDA/CAÑO SUCIO

Justo frente a este punto se encuentra la salida de la Quebrada Tolú que es un cauce pequeño donde se hizo la medición de calidad de agua. En este sitio se aprecian pequeños remanentes de bosque, abundante vegetación secundaria y áreas de cultivos.

- SITIO 09: RÍO CONGAL (NACIMIENTO DEL RÍO GUÁSIMO)

Corregimiento: Guásimo
Distrito: Donoso
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 579758.7- 993996.8
Elevación aprox.: 150 msnm.
Afluente de orden: 1

El punto de muestreo de agua se ubicó aproximadamente a unos 25 m aguas arriba de un abrevadero ubicado al bajar desde la planicie por una cuesta de aproximadamente 25° de pendiente.

El cauce de este río transcurre por una hondonada, cerca de 20 m por debajo del nivel de la planicie, esto como resultado de la erosión de los suelos por las aguas meteóricas que escurren de los terrenos más elevados en las laderas adyacentes.

El río corre a través de terrenos latosólicos, el lecho está formado por rocas y cascajo, y también en los recodos se observan algunos bancos de arena bastante fina.

La anchura varía de cinco a siete metros y una profundidad media menor de un metro. La velocidad de la corriente es normal pues la pendiente es mínima, y el agua es bastante clara.



FOTO 5.1-9 RÍO CONGAL

Como río Congal lo conocen los moradores, aunque en el mapa topográfico aparece como Guásimo. Este río pertenece a la cuenca de Miguel de la Borda/Caño Sucio. La intervención del hombre es apreciable en este sitio donde se han establecido potreros y áreas de cultivo de subsistencia en los márgenes. En algunos puntos en la parte baja, las riberas han sido desgastadas por las crecientes.

- SITIO 10: QUEBRADA PLATANAL (NACIMIENTO DEL RÍO RIECITO)

Corregimiento: Río Indio
Distrito: Penonomé
Provincia: Coclé
Coordenadas (UTM): 579471.6- 981539.9
Elevación aprox.: 80 msnm.
Afluente de orden: 1

La sección de la quebrada que comprende el sitio, tiene una anchura aproximada de tres metros en el sitio de aforo que es un sitio de paso del camino real. Esta quebrada corre sobre un lecho de piedras y sedimentos, formando revueltas en forma de U en una hondonada rodeada de laderas con un bosque de galería cuyos elementos arbóreos han sido dejados como sombra para las plantas de café. Los lugareños manifiestan que durante las crecidas las aguas suben hasta unos tres metros por encima del nivel actual. También se informó sobre la cría de cerdos en soltura, lo cual es una fuente de contaminación para el agua. Sobre ambos márgenes el nivel del terreno sube en forma progresiva con una pendiente de 12° a 15°. Los suelos de las laderas son latosoles rojos, indicativos de abundantes sesquióxidos de hierro y aluminio. En las pequeñas terrazas este tipo de suelo se mezcla con sedimentos aluviales.



FOTO 5.1-10 QUEBRADA PLATANAL

Esta quebrada, de poco cauce drena sus aguas hacia el río Riecito que forma parte de la cuenca del río Miguel de la Borda/Caño Sucio. En este sitio se encuentra plantas de café y banano mezcladas entre la vegetación ribereña remanente, la cual está conformada principalmente por vegetación secundaria.

- SITIO 11: QUEBRADA LAVANDERA (RÍO COCLÉ DEL NORTE)

Corregimiento: Coclé del Norte

Distrito: Donoso

Provincia: Colón

Coordenadas (UTM): 546735.7- 1002739.7

Elevación aprox.: 30 msnm.

Afluente de orden: 2

Una característica de esta quebrada es la cantidad de recodos con curvas en forma de U y sinuosidades en forma de S que favorecen la formación de montículos de material más fino como guijarros y arena en las partes internas de las curvas. La sección de la quebrada que comprende el sitio tiene un ancho que varía entre los dos y tres metros según las revueltas; el agua es bastante clara y corre sobre un lecho formado por rocas volcánicas y sedimentarias, con una velocidad que aumenta en los sitios donde se forman pequeños rápidos cuando disminuye la profundidad. Los suelos arcillosos sobre la margen derecha tienen, en general, una alta capa freática y se observan pequeñas corrientes superficiales de agua que drenan en la quebrada; están saturados, por lo que la baja oxigenación favorece la acumulación de materia orgánica en varias etapas de descomposición. Esto, en gran parte, contribuye a disminuir el proceso erosivo por escorrentía superficial. La topografía presenta variaciones en pequeños tramos donde ocurren pendientes entre los 30 y 40 grados.

Sobre la margen izquierda el suelo es también arcilloso, protegido por la gran cantidad de hojarasca y residuos vegetales. En los terrenos inmediatos a la orilla, se encontró una pequeña porción de terraza aluvial, donde la topografía sube abruptamente en una pendiente en unos 45 grados.



FOTO 5.1-11 QUEBRADA LAVANDERA

Se ubica en la parte baja de la cuenca de Coclé del Norte, siendo el último tributario de este río. En sus márgenes se encontró abundante vegetación ribereña de crecimiento secundario que forma una franja casi continua en ambos márgenes. En sus aguas no fueron encontradas plantas acuáticas, pero sí fueron encontrados algunos árboles de caoba (*Swietenia macrophylla*), especie escasa y que está en peligro por su excesiva comercialización.

- SITIO-12: RÍO SAN LUCAS (RÍO COCLÉ DEL NORTE)

Corregimiento: Coclé del Norte
Distrito: Donoso
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 546726.6- 994399.6
Elevación aprox.: 76 msnm.
Afluente de orden: 2

En la sección que comprende este sitio, el río corre con una velocidad normal, aunque aguas arriba suele ser más rápida en concordancia con una menor profundidad, sobre un lecho de cantos rodados y guijarros en su mayoría de origen volcánico, mezclados con menor cantidad de rocas sedimentarias. Se aprecian montículos de materiales más finos en las orillas que coinciden con la parte interna de las curvas. El lecho tiene un ancho aproximado de 15 m, el cual varía muy poco a medida que avanzamos aguas arriba, quedando entre los 10 a 12 m. La profundidad promedio es de 30 cm. En relación con los máximos niveles a que suben las aguas durante las crecidas, hay indicios de que estas alcanzan hasta cuatro metros por encima del nivel actual.

Sobre la margen derecha, más cerca de la orilla al comienzo de la sección, el terreno sube con una pendiente aproximada de 40°. Luego se presenta un bajo de río con suelos latosólicos.



FOTO 5.1-12 RÍO SAN LUCAS

Este río es otro de los afluentes del río Coclé del Norte y desemboca justamente en el poblado de San Lucas. En la foto se aprecia su abundante bosque ribereño secundario en ambos márgenes, aunque en otras secciones de este río hay plantaciones abandonadas que llegan hasta la orilla del agua. En este lugar se reportó la presencia de tagua (*Phytelphas semmannii*), la cual es muy explotada localmente.

- SITIO 13: QUEBRADA LA JACINTA (RÍO CUATRO CALLES)

Corregimiento: Coclé del Norte
Distrito: Donoso
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 551769.0- 991411.0
Elevación aproximada: 20 msnm
Afluente de orden: 1

La sección estudiada de esta quebrada inicia desde el punto de muestreo de calidad de agua el cual se encuentra aproximadamente 100 m aguas arriba de la confluencia con el río Cuatro Calles. El cauce tiene una anchura aproximada de cinco metros, las aguas son bastante claras, y corren lentamente sobre un fondo de grava y arena.

En ambas márgenes de la quebrada los suelos son arenosos y algo pantanosos, pero esta última condición es más evidente del lado derecho.

Sobre el margen derecho hay una terraza aluvial de unos 25 m de ancho, la cual se eleva como a 1.5 m sobre el nivel actual del agua.

Sobre la margen izquierda, hay una pendiente de unos 25 grados, la cual va subiendo hasta llegar a una terraza que está como a tres metros por encima del nivel de agua.



FOTO 5.1-13 QUEBRADA LA JACINTA

Esta quebrada drena sus agua al río Cuatro Calles y este al río Coclé del Norte. En la margen derecha (izquierda en esta foto) hay áreas cubiertas por herbáceas, mientras que en la margen izquierda (derecha en la foto) hay restos de bosque ribereño en etapas tempranas de regeneración. Este es otro sitio donde se reportó la tagua.

- SITIO 14: TEMPORADA BATATILLAL (RÍO TOABRÉ)

Corregimiento: Llano Grande
Distrito: La Pintada
Provincia: Coclé
Coordenadas (UTM): 554711.0- 985634.5

En el área de la temporada, el río Toabré tiene un ancho aproximado de 20 m y en algunos sitios de esta sección sobrepasa los 20 m.

La regla limnimétrica de la temporada de aforo marcaba una profundidad de 1.5 m, aunque hacia el centro el río parece ser mucho más profundo. La corriente es bastante rápida y las aguas están algo turbias, pero de acuerdo a un lugareño, esta condición prevalece casi todo el año, aún en época de pocas lluvias. Se presentan algunos bancos y playas de grava en el centro del río.

Sobre ambas márgenes los suelos son franco-arenosos y en las orillas las paredes de los barrancos alcanzan entre seis y ocho metros de altura sobre el nivel actual del agua. Hay varios puntos donde hay bajadas de ganado hacia el río para abreviar y también bajadas de personas para llegar a los botes. Cuando los campesinos limpian sus botes, tiran los desperdicios de comida y restos de frutas al agua, lo que puede contribuir a la contaminación.

En la margen derecha el barranco tiene una pendiente cercana a los 40°. Al llegar al tope de esta pared se encuentra una terraza casi plana con una longitud de más de 450 m y una anchura cercana a los 400 m.

A lo largo de todo el recorrido sobre la margen derecha, se pueden observar derrumbes de las laderas, lo que está provocando una ampliación del cauce del río, pero se está perdiendo la navegabilidad al ir apareciendo cada vez más playones en varias partes del río.

Sobre la margen izquierda se encuentra la base de la temporada hidrometeorológica de Batatillal. Se puede apreciar una topografía más abrupta, con pendientes de hasta 45 grados. Aquí se ha dejado una franja boscosa cuyo ancho varía entre los 10 y 50 m.

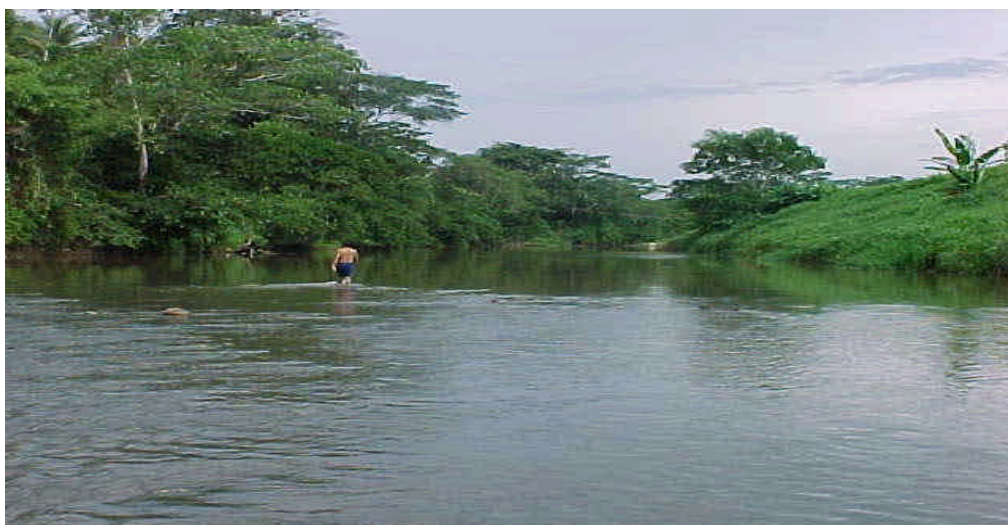


FOTO 5.1-14. RÍO TOABRÉ

El área de muestreo se ubicó frente a la Temporada Meteorológica de Batatillal. El lugar se encuentra muy intervenido con amplios potreros sobre la margen derecha (izquierda de la foto) que llegan hasta el borde del río. Del otro lado los bosques de galería son escasos y raleados para sembrar café, cacao y otras especies de consumo local.

- SITIO 15: QUEBRADA TORTUGUITA (RÍO TOABRÉ)

Corregimiento: Tulú

Distrito: Penonomé

Provincia: Coclé

Coordenadas (UTM): 566957.6- 981575.2

Elevación aprox.: 20 msnm

Afluente de orden: 2

El punto de inicio del recorrido en esta quebrada se encuentra aguas arriba del camino real. La quebrada tiene un ancho que oscila entre dos y tres metros y su profundidad varía entre los 20 y 50 cm y en algunos remansos alcanza un metro. Las aguas son bastante claras, y corren a poca velocidad aunque hay un par de cortos rápidos donde alcanza mayor velocidad. El lecho de la quebrada está formado por lajas y rocas sedimentarias, mientras que en los recodos y remansos hay algunos pequeños bancos de arena gruesa.

El suelo en ambas márgenes es primordialmente arcilloso, de una coloración rojiza y de consistencia pastosa. Este color del suelo no solamente refleja una intensa meteorización del material original, sino también un proceso erosivo avanzado. En las orillas, las paredes se elevan por encima del nivel actual del agua entre uno y dos metros con pendientes entre 20° y 30°.

Del lado derecho, a la salida de la quebrada Tortuguita, está la comunidad de Santa Elena. sobre la margen izquierda, la topografía se presenta un poco más abrupta. El nivel del terreno va ascendiendo con una pendiente de unos 30° hasta llegar a una especie de terraza donde hay una finca con carácter autosostenible patrocinada por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y por la Autoridad Nacional del Ambiente. En dicha finca trabajan la mayor parte de las familias de Santa Elena y en ella cultivan hortalizas varias, tienen plantas medicinales, frutales y algunos maderables.



FOTO 5.1-15 QUEBRADA TORTUGUITA

Es un afluente de río Toabré en el cauce medio, próximo al poblado de Santa Elena. La vegetación en este sitio está muy intervenida, sobre todo sobre la margen derecha (izquierda en la foto), mientras que del otro lado hay vegetación secundaria combinada con árboles viejos.

- SITIO 16: QUEBRADA LA VICTORIA (RÍO COCLÉ DEL NORTE)

Corregimiento: San José del General
Distrito: Donoso
Provincia: Colón
Coordenadas (UTM): 549319.2- 986590.3
Elevación aprox.: 15 msnm
Afluente de orden: 1

La sección estudiada de esta quebrada tiene una anchura aproximada entre cuatro y seis metros, la cual se mantiene a todo lo largo del trayecto recorrido.

Las aguas son bastante claras, y corren a una velocidad moderada. El lecho de la quebrada está formado por una combinación de grava y de cantos rodados mezclados con algunas piedras de origen sedimentario.

La grava se acumula a las márgenes próximas a los recodos formando bancos y playas. Se observan terrazas aluviales sobre ambas márgenes de la quebrada que se elevan de unos dos a tres metros sobre el nivel actual del agua y tienen entre 20 y 60 m de ancho.

En ambos márgenes el suelo es arenoso y bastante fangoso, especialmente sobre el margen izquierdo donde se observaron varios abrevaderos.



FOTO 5.1-16 QUEBRADA LA VICTORIA

Afluente de Coclé del Norte, en sus riberas se encuentran potreros donde hay búfalos en semisolotra. Es un sitio en el que hay escasos árboles de gran tamaño y la vegetación ribereña es pobre. Hay varias áreas alrededor de la corriente cubiertas por hierbas, principalmente poáceas (gramíneas).

- SITIO 17. QUEBRADA CONEJO (RÍO CASCAJAL)

Corregimiento: Llano Grande

Distrito: La Pintanda

Provincia: Coclé

Coordenadas (UTM): 551367.0- 975025.0

Elevación aprox.: 72 msnm

Afluente de orden: 2

Las aguas de la quebrada presentan muy poca turbiedad, corren a velocidad moderada por un lecho de piedras sueltas. Los terrenos sobre la margen izquierda son ligeramente inclinados y los suelos latosólicos, arcillosos, derivados de la meteorización del material volcánico original con agregados de sedimentos fluviales



FOTO 5.1-17 RÍO CASCAJAL

Frente a este punto entra la Quebrada Conejo. Este sitio presenta escaso bosque de galería debido a la existencia de potreros en el lado derecho, mientras que del lado izquierdo hay áreas que están siendo limpiadas para cultivos.

- SITIO 18: RÍO BOTIJA (RÍO SAN JUAN)

Corregimiento: San José del General

Distrito: Donoso

Provincia: Colón

Coordenadas (UTM): 546272.1- 974066.0

Elevación aproximada: 40 msnm.

Afluente de orden: 2

En la sección del río donde se estudió la vegetación acuática, el agua estaba bastante clara, aunque en el fondo parecía algo opaca debido a la acumulación de hojarasca y restos vegetales en descomposición. El río corre sobre un lecho de grava, observándose la formación de playas y bancos en los recodos.

Sobre la margen derecha se observa una terraza casi continua de arena y grava, de uno a dos metros de ancho, que se eleva aproximadamente unos 15 cm sobre el nivel actual del agua. Desde allí el suelo se eleva en una pendiente de unos 2° hasta alcanzar otra terraza de suelo arenoso, la cual está a unos dos metros sobre el nivel del río. Sobre este lado el bosque ha sido cortado hasta la misma orilla del río, dejando algunos árboles muy dispersos.

Sobre la margen izquierda se presenta una topografía algo abrupta con una pendiente de más de 30°.



FOTO 5.1-18 RÍO BOTIJA

Este río es afluente del río San Juan, el cual a su vez es afluente del Coclé del Norte. Este río posee escaso bosque ribereño en especial sobre la margen derecha (izquierda en la foto en la que hay potreros. En el margen opuesto hay algunos parches de bosque secundario combinado con parches de bosque más viejo.

- SITIO 19: RÍO MORENO (RÍO COCLÉ DEL NORTE)

Corregimiento: Llano Grande
Distrito: Donoso
Provincia: Coclé
Coordenadas (UTM): 551080.0- 970283.0
Elevación aprox.: 64 msnm
Afluente de orden: 1

En este sector el lecho del río es pedregoso, de poca profundidad, con una corriente algo rápida que restringe la presencia de macrófitas acuáticas flotantes o marginales en esta época del año. Solamente dos especies de estas plantas se observaron en el recorrido aguas arriba.

Sobre la margen izquierda, un suelo latosólico, arcilloso con rastros indicativos del uso para agricultura migratoria y una bolsón de bosque secundario poco intervenido.



FOTO 5.1-19 RÍO MORENO

Este es un afluente del río Coclesito. En su márgenes encontramos potreros del lado izquierdo con escaso bosque de galería, mientras que del lado derecho hay tierras preparadas para el cultivo de nocio (*Morinda citrifolia*).

- SITIO 20: RÍO GUABAL

Corregimiento: El Harino

Distrito: La Pintada

Provincia: Coclé

Coordenadas (UTM): 544323.0- 963051.0

Elevación aprox.: 180-200 msnm.

Afluente de orden: 2

Las aguas del río corren a una velocidad moderada sobre un lecho poco profundo de rocas, cantos rodados y grava. Las áreas adyacentes al río en ambas márgenes, son terrenos nacionales ocupados, sin título ni derecho posesorio. En las terrazas aluviales o bajos del río el suelo es bastante suelto, franco arenoso. Hay indicios de que el nivel de las aguas durante las crecidas pueda subir hasta unos cuatro metros por encima del nivel actual, inundando el cañaveral existente en la terraza aluvial sobre la margen derecha. Sobre la margen izquierda el terreno tiene mayor elevación por lo que parece no ser afectado por las crecidas del río. En el perfil expuesto de las laderas se puede observar un horizonte pedregoso, indicando la posible subsidencia del lecho fluvial.



FOTO 5.1-20 RÍO GUABAL

Es uno de los afluentes del río San Juan, el que drena hacia la cuenca de Coclé del Norte. En ambos márgenes el bosque ribereño está reducido a estrechas bandas a cada lado de la corriente, siendo la especie más abundante el guabito de río (*Zygia longifolia*).

5.1.1.3 METODOS DE CAMPO Y LABORATORIO

5.1.1.3.1 MACRÓFITAS ACUÁTICAS

Para la caracterización de las macrófitas acuáticas existentes se realizaron observaciones en 20 sitios (el sitio 6, río Indio Nacimiento, fue visitado dos veces durante la temporada seca) en las cuencas de los ríos de la Región Occidental del Canal de Panamá y para tal fin, se preparó un registro de la flora acuática, que habitan en los ríos y de la vegetación ribereña reportada para cada sitio estudiado. Esta tarea se realizó conjuntamente con los grupos de estudio del estudio de hidrología y de fauna acuática. La selección de los sitios se efectuó en función del tamaño y forma de cada cuenca en estudio, de esta forma se ubicaron:

- Dos puntos en la parte alta
- Catorce puntos en la parte media
- Cinco puntos en la parte baja

En cada sitio de muestreo se estableció una parcela, con una longitud de 200 m en cada lado, paralelo a la orilla del cuerpo de agua y con una anchura que dependió de la inclinación del terreno (aproximadamente dos metros). En la porción acuática, desde las márgenes y a través de la sección transversal, se colectaron e identificaron las especies vegetales presentes (macrófitas semiacuáticas, y acuáticas, flotantes y aquellas adaptadas a medrar debajo del agua). A la sección antes mencionada, se le agregó una faja de 10 m de ancho, para estudiar el bosque ribereño. Las muestras colectadas se llevaron al laboratorio de la Universidad de Panamá para su posterior identificación.

5.1.1.3.2 MOLUSCOS

A. CAMPO

En cada temporada se tomaron cuatro muestras de sedimento con una draga Petersen o con una pala, y cada dragado cubría un área de 0.015 m² o un volumen 2.32 x 10⁻³ m³ de sedimento. El material colectado en cada una de las cuatro muestras fue colocado en bolsas plásticas debidamente etiquetadas y transportadas inmediatamente al laboratorio de la Universidad de Panamá, situado en Isla Naos para su procesamiento.

B. LABORATORIO

Tres de las cuatro muestras fueron tamizadas a través de cernidores de 1.0 mm y 0.5 mm de apertura de malla, donde quedaron retenidos los organismos pertenecientes a la macrofauna bentónica.

Los organismos retenidos fueron identificados, contados, medidos y pesados. La identificación se realizó con un microscopio Nikon SM2-10^a, la medición con un vernier y el pesaje con una balanza semi-analítica Denver Instrument XP-600. La identificación de los moluscos se realizó con las claves de Tucker Abbott (1954), Morris (1975), y Emerson & Jacobson (1976).

Una de las cuatro muestras se utilizó para el análisis granulométrico por el método de secado en un horno a 70°C por 72 horas. Posteriormente fue tamizado con cernidores de 0.5 mm (arena gruesa), 0.25 mm (arena mediana), 0.125 mm (arena fina), 0.062 mm (arena muy fina) y menor de 0.062 mm (limo y arcilla).

El contenido de materia orgánica fue determinado por el método de ignición en un horno de 450 °C por dos horas.

5.1.1.3.3 CRUSTÁCEOS

A. CAMPO

Las colectas se realizaron con un electropescador Smith Root, modelo 15C-POW, el cual fue diseñado para ser utilizado en ríos y arroyos de tamaño mediano.

Se realizó un estimado del área muestreada a través del uso de trasmayos a ambos lados de área de muestreo. Se tomaron medidas de distancia entre los trasmayos y adicionando los datos de los hidrólogos se cuantificó el área muestreada. Todos los crustáceos colectados entre los trasmayos fueron preservados en formalina, colocados en bolsas plásticas y transportados hasta el laboratorio de la Universidad de Panamá, situado en la Isla de Naos para su identificación.

B. LABORATORIO

Los organismos fueron lavados y preservados en alcohol al 95%. Las identificaciones se llevaron hasta especie y algunos hasta nivel de género por su tamaño, utilizando las claves de crustáceos de agua dulce de Chase (1969), Holthuis (1952,1954), Rodriguez (1980), Méndez (1981). Una vez identificados fueron contados, pesados y colocados en frascos de vidrio debidamente rotulados.

C. ANÁLISIS DE DATOS

Con los datos obtenidos se elaboraron los gráficos y cuadros correspondientes al número y biomasa total de los organismos colectados. Se determinaron los índices de Shannon-Weaver, Simpson y Morisita. El grado de similitud se determinó utilizando las técnicas de análisis de agrupación donde se representan el nivel de afinidad que presentan los ríos tomando en cuenta las especies, número de individuos y la biomasa total.

5.1.1.3.4 INSECTOS ACUÁTICOS

A. CAMPO

En cada uno de los 20 sitios seleccionados, en la Región Occidental de la Cuenca del Canal, se colectaron manualmente tres muestras de hojarasca. Éstas eran colectadas dentro del tramo establecido para las evaluaciones fisico-químicas y biológicas. Cada muestra fue colocada en una bolsa plástica con su correspondiente identificación y fijada en el campo con formaldehído, luego transportada a los laboratorios de la Universidad de Panamá, la Maestría en Entomología, para su procesamiento.

B. LABORATORIO

Cada muestra fue lavada cuidadosamente con agua del grifo para descartar las partículas finas hasta que el agua se observara clara. Esto se hizo colocando la muestra en un tamíz de apertura de malla de 500 m y sumergiéndola parcialmente en una palangana con agua. Cuando las hojas estaban completas, se lavaban individualmente, pero siempre se colocaban sobre el tamíz para evitar la pérdida de los insectos acuáticos. Posteriormente, la muestra era colocada en una bandeja con fondo blanco para separar los insectos acuáticos del material vegetal, utilizando pinzas entomológicas finas. Esto se hizo con la ayuda de una lupa de cuello largo con aumento de 3 Dioptrias. Luego de que se habían separado los insectos acuáticos, se procedía a su identificación a nivel de familia, utilizando un estereoscopio Leyca con aumentos de 10X22

(ocular) y 2X (duplicador). Se utilizaron las referencias de Edmunds et al. (1979), Wiggins (1977), Merritt y Cummins (1996) y Roldán (1988).

C. ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó estadística descriptiva, típica para el análisis de comunidades, incluyendo abundancia, riqueza, diversidad y similitud.

5.1.1.3.5 PECES

A. CAMPO

Las colectas se realizaron con un electropescador Smith Root, modelo 15C-POW, el cual fue diseñado para ser utilizado en ríos y arroyos de tamaño mediano. La unidad de muestreo se alimenta con electricidad de un generador Honda EX-350 y produce hasta 300 watts de poder continuo. Para diversificar el procedimiento de muestreo, se contrataron campesinos locales que estuvieran dispuestos a pescar utilizando atarrayas. El uso de atarrayas probó ser esencial en la obtención de especies que no pudieron ser colectadas con el electropescador. Ocasionalmente, se utilizaron redes.

Se realizó un estimado de la diversidad del área muestreada a través del uso de trasmayos los cuales fueron colocados a ambos lados de área de muestreo seleccionada. Se tomaron medidas de distancia entre los trasmayos, y en conjunto con los datos hidrológicos, se cuantificó la diversidad del área muestreada. Todos los peces colectados entre los trasmayos fueron clasificados como muestra cuantitativa, y los peces fuera de los trasmayos se clasificaron como muestra cualitativa. En adición, los peces se separaron basados en diferencias de técnicas de muestreo para análisis posteriores de las técnicas de muestreo. Para optimizar los sitios de muestreo seleccionados, se realizó un examen visual previo a la colecta con el fin de asegurar que el sitio era diverso en estructura de hábitat. Si la composición del arroyo era un factor limitante, la elección de los sitios se basó en la apariencia relativa en comparación con el área que le rodeaba. La profundidad del sitio seleccionado fue importante ya que el electropescador no puede sumergirse en el agua. Por lo tanto se seleccionaron tributarios de 1er, 2do y 3er orden. En ocasiones, se utilizó la atarraya en el canal principal. Todas las muestras se anesteciaron y se preservaron en formalina al 5% y se envaron al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales para su procesamiento.

B. LABORATORIO

Posteriormente, en el laboratorio, cada pez se identificó, pesó y midió. El procedimiento consistía en transferir los peces a alcohol 95%, y después fueron identificados con las claves correspondientes.

C. ANÁLISIS DE DATOS

El número de especies aumenta invariablemente con el tamaño de la muestra, y para probar la eficiencia del muestreo se utilizó la técnica de rarefacción y la curva de acumulación de especies.

La técnica de rarefacción predice el número de taxa (especies) que serían capturados, sobre la base del número de individuos y especies que la muestra tiene, si el muestreo continuara.

La curva de acumulación de especies grafica el esfuerzo de muestreo (número de sitios) con el número de especies que se han encontrado.

Cuando el número de especies adicionales por esfuerzo de muestreo se aproxima a cero, se dice que el esfuerzo de muestreo, o sea el número de sitios, ha sido suficientes para obtener muestras de las especies presentes en el área. La fórmula de la técnica de rarefacción para obtener el número esperado de especies es (Hurlburt 1971):

donde $E(S_n)$ es el número esperado de especies, n es el tamaño de la muestra estandarizado, N es el número total de individuos obtenidos, y N_i es el número de individuos en la especie i .

La curva de acumulación de especies fue utilizada para todos los sitios y categorías altitudinales. Las curvas de acumulación fueron utilizadas con datos combinados de las tres cuencas para mostrar que se capturó una cantidad representativa de especies en la región, lo cual permitió utilizar los datos para análisis de tendencia regional.

La caracterización de la diversidad local (índice alfa) para cada sitio se llevo a cabo utilizando riqueza de especies y el índice de Simpson (1949). La riqueza de especies corresponde al número de especies capturadas en un sitio dado. El índice de Simpson difiere en como se contabiliza el número de individuos capturados para cada especie.

$$\text{Índice de Simpson}(D) = \sum_i^{Sobs} p_i^2$$

$$p_i^2 = \frac{N_i(N_i - 1)}{N_T(N_T - 1)}$$

donde N_i es el número de individuos en la i th especie y N_T el total de individuos en la muestra.

Los análisis de similaridad en composición de fauna entre sitios y cuencas se basaron en la presencia y ausencia de especies. El coeficiente de comunidades de Jaccard (1900) es el índice más conocido para este tipo de análisis (Legendre & Legendre 1998). Para los índices de disimilaridad se tomó el coeficiente de Jaccard y se restó de 1.

Coeficiente de Jaccard:

$$(x_1, x_2) = \frac{a}{a + b + c}$$

donde a es el número de descriptores para los cuales dos objetos se codifican iguales (presencia); b y c representan el número de descriptores para los cuales dos objetos se codifican diferente.

En nuestro caso, los descriptores están representados por las especies y los objetos son los sitios, de manera que cuando una especie esta presente en dos sitios dados se codifica como a , si esta presente en uno u otro sitio se codifica como b o c .

Un método para comparar dos matrices de similaridades o distancias es la prueba de Mantel (1967). La estadística de Mantel utiliza permutaciones resultando en la probabilidad de que dos matrices similares sean dependientes la una de la otra.

La prueba de Mantel se llevó a cabo utilizando el programa R Package que realiza las permutaciones necesarias (Casgrain & Legendre 2001).

Para probar la correlación entre disimilaridad y distancia entre sitios en la región, se llevaron a cabo análisis de regresión entre dos variables. Un programa de conversión dentro del programa R Package mide la distancia entre sitios (en km) a partir de las coordenadas de GPS.

5.1.2 SISTEMAS HÍDRICOS

Para los efectos del estudio se desarrolló, una clasificación de los Sistemas Hídricos que combina aspectos hidrológicos y biológicos.

Par a ello se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Parámetros que afectan la ecología de los organismos acuáticos: principalmente:
 - la elevación del sitio,
 - la profundidad de las aguas y
 - la velocidad de las corrientes
- Análisis de componentes principales: parámetros que determinan la variabilidad entre sitios:
 - tamaño de las cuencas (y orden hidrológico asociado),
 - usos del suelo
 - calidad de las aguas
 - características particulares del tramo (entre otras, estabilidad de márgenes, frecuencia de rápidos
 - características del sustrato
 - características de la vegetación ribereña, pendiente, etc).
- Características de afectación de las potenciales futuras obras: profundidad, extensión.

A partir de los análisis llevados a cabo combinando los factores aludidos, se seleccionaron las siguientes variables como determinantes en la caracterización de los Sistemas Hídricos:

- Elevación máxima y mínima del tramo de río
- Área de drenaje
- Caudal medio
- Velocidad media de la corriente
- Orden hidrológico del tramo
- Salinidad
- Nivel máximo y extensión de las obras potenciales

Con estos parámetros se han definido cuatro ecosistemas acuáticos cuyas características se resumen en el cuadro 5.1-4 a continuación:

CUADRO 5.1-4 - CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS

Sistemas Hídricos	Características
Sistema Hídrico de Altura (SHA)	Se desarrollan por encima de los 100 msnm
Sistema Hídrico de Bajura de Corriente Rápida (SHBCR)	Se desarrollan entre los 10 y los 100 msnm; la velocidad media del curso es superior a 0.4 m/seg
Sistema Hídrico de Bajura de Corriente lenta (SHBCL)	Ídem anterior con velocidades medias inferiores a 0.4 – 0.5 m/seg
Sistema Hídrico Estuarino (SHE)	Se desarrollan por debajo de los 10 msnm

Elaborador por el Consorcio

A partir de esta caracterización y con ayuda del SIG, se clasificaron todos los cursos de agua de la Región Occidental en las cuatro categorías apuntadas. Para ello se emplearon las relaciones presentadas con anterioridad entre: área de drenaje vs. caudal medio; caudal medio vs. velocidad media.

Como resultado de este esfuerzo, se obtuvieron las siguientes cuantificaciones de cada uno de los sistemas señalados cuadro 5.1-5.

CUADRO 5.1-5
CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS Y LA LONGITUD DE CAUCE EN km

Sistema hídrico		Longitud de cauces en km
De altura	(SHA)	1,510
De bajura rápido	(SHBCR)	426
De bajura lenta	(SHBCL)	814
Estuarino	(SHE)	291

Elaborador por el Consorcio

Estos valores se representan en el Mapa 5.1-3.

5.1.3 LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS

El inventario de las comunidades acuáticas en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá incluyó:

- Las macrófitas acuáticas
- Los moluscos
- Los insectos.
- Los crustáceos
- Los peces

5.1.3.1 MACRÓFITAS ACUÁTICAS

La caracterización de las comunidades acuáticas tiene la finalidad de complementar la información recabada en los inventarios de flora y fauna en las áreas de estudio más representativas de las cuencas.

La vegetación acuática tiene especial importancia debido a que pueden constituirse en un serio problema para la salud pública, pues son hospederas de insectos transmisores de enfermedades.

5.1.3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MACRÓFITAS ACUÁTICAS

Las macrófitas acuáticas dentro de las comunidades vegetales estudiadas forman parte de hábitats de tipo lótico, donde la corriente de agua, el intercambio agua – tierra y la tensión de oxígeno son las características físicas más sobresalientes. Los factores antes mencionados, se constituyen en características dominantes y en algunos sitios en factores limitantes, por lo que de alguna manera van a determinar el tipo de vegetación existente en cada sitio del río. Por otro lado, existe una sucesión longitudinal en los ríos, debido a los cambios en las condiciones físicas desde el punto de origen de los ríos hasta su desembocadura al mar. El resultado es un cambio en la composición de las comunidades acuáticas. Estos cambios tienden a ser más pronunciados en la parte alta de la cuenca debido a la mayor inclinación del terreno. Los resultados que se presentan en este estudio, reflejan cambios en la composición florística (macrófitas acuáticas) en cada una de las cuencas, a medida que se produce el desplazamiento desde el nacimiento de los ríos hasta la desembocadura al mar.

5.1.3.1.2 COMPARACIÓN DE ESPECIES EN LA REGIÓN OCCIDENTAL

El total de especies registradas, en la Región Occidental fue de 25 (Cuadro 5.1-16); distribuidas de la siguiente manera:

- 15 especies en la cuenca de río Indio.
- 10 especies en la cuenca del río Miguel de la Borda/ Miguel de la Borda/Caño Sucio.
- 10 especies en la cuenca del río Coclé del Norte.

Como se refiere el cuadro si se elimina la oración anterior.

Si se toma como indicador de la diversidad de plantas, la cantidad de especies por unidad de superficie; y se considera que en cada sitio estudiado las observaciones se realizaron en una parcela promedio de 0.1 ha, tenemos que el sitio de mayor diversidad de especies se encontró en la parte baja del río Indio (Qda. Membrillar), con nueve especies.

En el otro extremo tenemos que en algunos de los sitios estudiados no se registraron macrófitas acuáticas (Quebrada Los uveros, río San Lucas y río Guabal). Por otro lado, las especies en las diferentes cuencas difieren entre sí y no se registraron especies que sean coincidentes en las tres cuencas. Aunque esto no signifique que no existan especies representadas en las tres cuencas, sí es un indicador de que en diferentes cuencas se encontraron diferentes especies.

5.1.3.1.3 SUCESIÓN LONGITUDINAL DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS, EN LAS CUENCAS ESTUDIADAS

Una vez seccionadas las cuencas en parte alta, media y baja, se observó que:

- En la parte alta del río Coclé del Norte no se registraron plantas acuáticas
- En la parte alta del río Indio se registraron siete especies.

Aun cuando no es lo esperado, en la parte alta del río Indio se presentan secciones con corrientes de poca velocidad, lo que favorece el establecimiento y desarrollo de plantas acuáticas. La parte media de las tres cuencas presentaron un promedio de dos especies por sitio y en la parte baja se observó promedio de tres especies por sitio. Se debe tener presente que en los sitios de la parte baja del río Coclé del Norte no se registraron macrófitas acuáticas (Quebrada Lavandería y río San Lucas). Esta última situación obedece a que el sitio donde se efectuó el muestreo está cubierto por el dosel del bosque, proyectando sombra durante todo el día, lo cual dificulta el establecimiento y desarrollo de poblaciones de plantas acuáticas. La especie mejor representada fue *Spathiphyllum quindiuense* Engl. que se registró en las tres secciones de río Indio (parte baja, media y alta) y en la parte media del río Coclé del Norte. Por otro lado, se registraron 12 especies, que solo se localizaban en un sitio cada una.

5.1.3.1.4 ESPECIES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS RÍOS

En términos generales se registró poca presencia de macrófitas acuáticas, en las tres cuencas. La mayor parte de las especies registradas son plantas enraizadas en la orilla de los diferentes cuerpos de agua. Se observaron muy pocas especies flotantes, con la excepción de:

- *Pistia stratiotes* L. en la parte baja del río Indio (Qda. Membrillar)
- *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms registrada en cuatro sitios, en las cuencas del río Indio (Qda. Membrillar y Qda. Jobito) y del río Miguel de la Borda/Miguel de la Borda/Caño Sucio (Caño Rey y Miguel de La Borda).

Con relación a las especies fijas al sustrato y emergentes llama la atención *Pontederia rotundifolia* L.f. registrada en las cuencas del río Indio y Coclé del Norte, por lo que es de esperar se encuentre en Miguel de la Borda/Caño Sucio.

Las observaciones muestran que en la parte media de las tres cuencas se registraron 16 del total de 25 (80% del total). Esto sugiere que se debe poner atención al desarrollo de las poblaciones de estas especies para que no se conviertan en un serio problema para la salud humana. Si bien es cierto que las especies flotadoras como *Pistia stratiotes* L. y *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms, se registraron en la parte baja de las cuencas, se debe tener presente que estas especies son de fácil dispersión y que el ser humano es un agente importante en este proceso,

Otra especie sobre la cual se debe prestar atención es la *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, ya que se encontró en dos sitios del río Miguel de la Borda/Caño Sucio (Caño Rey y Miguel de La

Borda), y es una especie que prolifera con facilidad convirtiéndose en un serio obstáculo para la navegación.