

Convenio de Cooperación ANAM-ACP
Monitoreo de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

Diagnóstico socioambiental de la
comunidad de San Cristóbal

Participantes:

ANAM

Daño Luque
Israel Tejada
Agustín Somosa
Eric Núñez

ACP

Raúl Martínez
Magnolia Calderón
Naira Camacho
Arizmendis Montoya
Amelia Sanjur
Raquel Vásquez
Iván Domínguez

Enero 2006

Índice

1.	Introducción	3
2.	Objetivo.....	3
	Objetivo General.....	3
	Objetivos específicos	3
3.	Localización y generalidades de la Comunidad de San Cristóbal.....	3
4.	Aspectos socioeconómicos	4
4.1.	Método empleado.....	4
4.2.	Resultados de las encuestas a los jefes de familia de San Cristóbal.....	4
4.2.1.	Características sociodemográficas	4
4.2.1.1.	Sexo y edad de los jefes de familia.....	4
4.2.1.2.	Procedencia de los jefes de familia.....	5
4.2.1.3.	Tiempo de residencia	5
4.2.2.	Condiciones socioeconómicas	5
4.2.2.1.	Ingreso.....	5
4.2.2.2.	Vivienda.....	6
4.2.2.3.	Salud, abastecimiento de agua y saneamiento	6
4.2.2.4.	Educación.....	6
4.2.2.5.	Ocupación y tenencia de la tierra.....	7
4.2.3.	Organización y participación comunitaria	7
4.2.4.	Conocimiento y percepciones de la población sobre la problemática ambiental	7
4.2.4.1.	Restricciones y leyes ambientales.....	7
4.2.4.2.	Actividades que contribuyen a proteger el ambiente	8
4.2.4.3.	Utilización de los recursos del bosque.....	9
4.2.4.4.	Percepción de los problemas ambientales, causas y posibles acciones	9
5.	Cobertura vegetal	10
5.1.	Método empleado.....	10
5.2.	Cambios en la cobertura vegetal 1986 – 2003	10
5.3.	Caracterización de la vegetación	15
5.3.1.	Cobertura boscosa.....	16
5.3.2.	Matorrales y rastrojos	17
5.3.3.	Pastizales.....	19
5.4.	Composición florística.....	19
6.	Uso de suelos: Actividades productivas	20
6.1.	Método empleado.....	20
6.2.	Resultados de las encuestas sobre actividades productivas	21
6.3.	Actividades productivas.....	21
6.3.1.	Prácticas para la preparación del suelo	24
6.3.2.	Utilización de agroquímicos	24
6.3.3.	Comercialización de los productos	24
6.3.4.	Otras actividades.....	25

7.	Calidad de agua.....	25
7.1.	Método empleado.....	25
7.2.	Índice Biológico de Integridad.....	25
7.3.	Índice de Calidad de Agua.....	25
8.	Conclusiones.....	29
9.	Recomendaciones.....	30
10.	Bibliografía.....	32
Anexos.....		33

1. Introducción

El Convenio de Cooperación entre la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), firmado en el año 2001, con el objetivo de monitorear los recursos naturales en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP), identificó áreas de interés común para ambas instituciones: a) Monitoreo de la cobertura vegetal; b) desarrollo de la metodología del índice físico conservacionista (IFI) y; c) Apoyo de la Unidad de Calidad de Agua de la ACP para el desarrollo del Índice de Integridad Biológica (IBI).

Para el cumplimiento del Convenio, cada año se elaboraron planes operativos anuales (POA). Así, en el POA del año 2004, se propuso realizar un diagnóstico socioambiental rápido de la comunidad de San Cristóbal, localizada dentro de los límites del Parque Nacional Chagres, indagando las causas del impacto en la cobertura vegetal en la principal reserva boscosa de la cuenca del canal.

El presente informe recoge los resultados del diagnóstico rápido, el cual incluyó la aplicación de una encuesta en julio del 2004, el levantamiento de la cobertura vegetal del área, la elaboración del Índice Biológico de Integridad (IBI) y el cálculo de Índice de Calidad de Agua (ICA). Para complementar el análisis se utilizó información de fuentes secundarias del Censo de Población y Vivienda del año 2000 de la Contraloría General de la República, el informe del Diagnóstico Rural Participativo realizado en esta localidad en 1998 y el informe del Diagnóstico del Plan de Manejo del Parque Nacional Chagres de 1998, elaborado por la ANAM, entre otros.

2. Objetivo

Objetivo general

Realizar un diagnóstico socioambiental del área de San Cristóbal y sus efectos sobre los recursos naturales del PNCH.

Objetivos específicos

- Generar información sobre población y usos de suelo, cobertura vegetal y calidad de agua.
- Identificar los posibles problemas socioambientales en este sector del parque.
- Proponer acciones de intervención sobre la base del diagnóstico realizado.

3. Localización y generalidades de la comunidad de San Cristóbal

Se localiza en el Parque Nacional Chagres a 40.3 kilómetros de la barriada 24 de diciembre, en el sector de Cerro Azul, en el sureste de la Cuenca del Canal. De acuerdo a la división político administrativa, San Cristóbal pertenece al corregimiento de Chilibre, distrito de Panamá.

El acceso a esta localidad es a través de un corte de camino de tierra con pendientes pronunciadas. Para mejorar las condiciones de acceso, los residentes han colocado trillos de cemento ya deteriorados, que son apenas del ancho de las ruedas de los vehículos; lo que hace peligroso su uso durante la estación lluviosa. En verano, se puede llegar a esta población en vehículos 4 X 4. Sus habitantes se movilizan regularmente a caballo o caminando.

Según los moradores más antiguos, los primeros pobladores procedían mayoritariamente de la provincia de Chiriquí, específicamente de los distritos de Renacimiento, Tolé, San Lorenzo y Volcán, y unos pocos de la provincia de Veraguas. Llegaron buscando tierras donde trabajar, porque, según afirman, no tenían nada en aquellos pueblos. Sus fundadores llegaron entre 1959 y 1969, bautizando esta área con el nombre de “Diablo”, por el nombre de un río cercano. En 1980, en una reunión comunitaria, se le cambia el nombre por San Cristóbal. En 1984 se crea el Parque Nacional Chagres, incluyendo a esta comunidad dentro de sus límites.

San Cristóbal tiene 25 viviendas dispersas, de las cuales 16 estaban ocupadas de forma permanente al momento de la encuesta. Esta comunidad muestra poco desarrollo en su infraestructura, ya que cuenta sólo con un acueducto rural, y una pequeña tienda que ofrece poca mercancía con productos como sal, aceite, jabón, caramelos y galletas. Este poblado carece de escuela, iglesias y puesto de salud. Sus habitantes son practicantes de diferentes religiones (católicos, testigos de Jehová, pentecostales) y para asistir a sus cultos caminan dos horas.

Según el censo de población y vivienda del año 2000, la población de San Cristóbal era de 80 personas, registrando 52 hombres (65.0%) y 28 mujeres (35.0%). El 53.7% (43) eran mayores de 18 años que sólo alcanzaban un nivel educativo de tercer grado de primaria. Los resultados del diagnóstico rural participativo realizado por ANAM en 1998¹, muestran una tendencia de decrecimiento, que se explica por el limitado acceso a los servicios públicos y la poca oportunidad de adquirir nuevas tierras.

4. Aspectos socioeconómicos

4.1. Método empleado

Para realizar la caracterización socioeconómica se hizo la revisión de las fuentes secundarias, entre las cuales consideramos los censos nacionales de población y vivienda de las tres últimas décadas, el diagnóstico rural participativo realizado en el Parque Nacional Chagres en 1998, por la ANAM y el Plan de Manejo para el mismo parque.

Por otro lado, en conjunto con el equipo multidisciplinario, se realizó una gira de reconocimiento a la comunidad en junio de 2004, donde se establecieron las primeras relaciones con los moradores. En julio de ese mismo año, se aplicó una encuesta a los jefes de hogares de la comunidad que recogió la información socioeconómica y la percepción de la problemática ambiental y social del poblado, al igual de la dependencia y uso de los recursos naturales. Finalmente se realizó el análisis integral de los datos y se redactó el informe final.

4.2. Resultados de las encuestas a los jefes de familia de San Cristóbal

4.2.1. Características sociodemográficas

Sexo y edad de los jefes de familia

El resultado de la encuesta aplicada por la ACP en julio del 2004, indica que de los 16 jefes de familia encuestados, la mayoría (14) son hombres (87.5%) y dos son mujeres (12.5%). Sus edades se concentran mayormente en los rangos de 38 a 47 y 48 a 57 años (Ver cuadro 1).

¹ Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) Diagnóstico Rural Participativo de la Comunidad de San Cristóbal.1998

Cuadro No. 1
Total de jefes de familias según edad y sexo

Edades	Sexo		Total	(%)
Total	F	M	16	100.0
18 a 27 años	1	1	2	12.5
28 a 37 años		1	1	6.2
38 a 47 años	1	3	4	25.0
48 a 57 años		4	4	25.0
58 a 67 años		2	2	12.5
68 a 77 años		2	2	12.5
No Sabe		1	1	6.25

Fuente: Encuesta aplicada por la ACP a jefes de familia de San Cristóbal, julio de 2004.

Procedencia de los jefes de familia

La población de San Cristóbal procede en su mayoría de la provincia de Chiriquí. Once de los 16 jefes de familia son oriundos de esta provincia. El resto, procede del distrito de Capira (2) y de Bocas del Toro (1). Solo dos jefes de familia son nacidos en San Cristóbal.

Tiempo de residencia

La migración es de vieja data, ya que 12 jefes de familias (75%) tienen de 21 a 49 años de residir en la comunidad, el 6% tiene de 11 a 20 años y el 19% tiene menos de diez años de residir en el área. Los moradores de San Cristóbal consideran que las restricciones establecidas por el entonces INRENARE (actual ANAM), ha ocasionado el éxodo de algunas familias.

Cuadro No. 2
Tiempo de residencia de los jefes de familia en la comunidad de San Cristóbal

Años de vivir en la comunidad	Cantidad	(%)
Total	16	100.0
1 a 10 años	3	18.7
11 a 20 años	1	6.2
21 a 30 años	6	37.5
31 a 39 años	2	12.5
40 a 49 años	4	25.0

Fuente: Encuesta aplicada por la ACP a jefes de familia de San Cristóbal, julio de 2004.

4.2.2. Condiciones socioeconómicas

Ingreso

Las condiciones de subsistencia de los moradores están seriamente afectadas. No cuentan con un ingreso mínimo que les permita vivir y enfrentar sus necesidades. El indicador de ingreso mensual reportado por los moradores habla por sí solo. Cuatro jefes de familia (25.0%) declaró que perciben un ingreso que oscila entre B/.50.00 y B/.100.00 mensuales; dos reciben menos de B/. 50.00 al mes y diez jefes de familia (62.5%) reportó no percibir ningún ingreso; La situación es más alarmante, ya que el 100.0% de los jefes de familia declaró no contar con otros aportes o ingreso de otros miembros del grupo familiar.

Cuadro No. 3

Ingreso mensual familiar

Ingreso mensual /familiar	Cantidad	(%)
Total	16	100.0
Menos de \$50.00	2	12.5
\$50.00 a \$100.00	4	25.0
\$101.00 y más	0	00.0
No percibe ingreso Mensual / familiar fijo	10	62.5

Fuente: Encuesta aplicada por la ACP a jefes de familia de San Cristóbal, julio de 2004.

Vivienda

Actualmente existen 25 viviendas, de las cuales 16 están habitadas permanentemente; seis son viviendas cuyas familias residen en otro lugar pero con regularidad van a San Cristóbal; y el resto son propiedades que se encuentran en proceso de venta. El 68.7% (11) tienen sus paredes construidas con madera y chonta; el 62.5% (10) tiene piso de tierra; el 62.5% (10) posee techos de zinc, el 25% (4) lo tiene de pencas y el resto de otros materiales. La mayoría de las viviendas poseen letrinas y solo una tiene servicio sanitario con tanque séptico.

El 87.5% de los hogares (14) utiliza solamente leña para cocinar y el 12.5% (2) utiliza gas y leña. La especie maderable más utilizada para leña es el guabo.

Salud, abastecimiento de agua y saneamiento

Los moradores de San Cristóbal acuden a la comunidad de Altos de Pacora para recibir los servicios de salud. De acuerdo a la información suministrada por algunos moradores y el funcionario de la ANAM responsable de esta área, preocupa los casos de embarazos precoces en adolescentes y algunas relaciones incestuosas (de abuelos a nietas). Las enfermedades que padecen los residentes no están asociadas al agua sino a la precaria situación socioeconómica que incide en su deficiente nutrición.

El 62.5% (10) de los 16 jefes de familia encuestados declararon que se abastecen de agua por medio de agua entubada y el 18.7% (3) utiliza el agua directamente de quebradas o de algún ojo de agua. Un 50% (8) de los jefes de familia encuestados informan que disponen las aguas residuales a cielo abierto y el 37.5% (6) lo hace directamente en quebrada y ríos, lo que puede afectar la salubridad de esta población y su ambiente.

Para el tratamiento de la basura, 10 jefes de familia practican la quema, un 12.5% (2) la entierran, el 18.7% (3) queman y entierran. Finalmente, solo un jefe de familia declaró que la almacenan en un depósito. Estas actividades la realizan en el patio o cerca de la casa.

Cabe señalar que ninguno de los jefes de familia entrevistados respondió tirar la basura a un terreno baldío o al río y/o quebradas.

Educación

En cuanto a la educación, seis (6) de los jefes de familia tenían un nivel de estudios primarios incompleto (37.5%), dos (2) el nivel primario completo y dos (2) secundario. El 37.5% (6) de los jefes de familia no tienen ningún nivel de escolaridad. No hay jefes de familia con un nivel universitario.

La escuela más cercana se encuentra en la comunidad de Altos de Pacora, los niños deben caminar dos (2) horas desde San Cristóbal. Para que la población en edad escolar pueda recibir instrucción, algunas madres se trasladan con sus hijos e hijas a dicha comunidad; en otros casos los niños y niñas en edad escolar son enviados durante el periodo escolar a hogares de parientes, principalmente en las comunidades de Altos de Pacora, Nueva Esperanza, La Mesa, 24 de Diciembre o Vista Hermosa.

Ocupación y tenencia de la tierra

La ocupación de los jefes de familia es la agricultura de subsistencia con un 93.7%. Son muy pocos los que cultivan para la venta. En menor escala se dedican a la cría de aves y cerdos para el consumo o la venta. Seis familias trabajan la ganadería en pequeña escala, con un número de 15 a 20 reses. Los encuestados señalan que se dedicaban a esta actividad antes de que se estableciera por ley el Parque Nacional Chagres en 1984. Sólo una persona reportó como ocupación la lectura de mira en la estación de ACP en Río Piedra.

Hasta el año 2000, los habitantes de esta área cultivaban para la venta productos agrícolas como chayotes, naranjas, café y hortalizas que comercializaban en los supermercados 99 y ferias libres. Sin embargo, las dificultades de acceso y la caída de los precios de estos cultivos llevaron a los productores a discontinuar su siembra.

Anteriormente, la población percibía algún ingreso por el ecoturismo que promovía la Agencia Aventura Panamá 2000, quienes organizaban actividades ecoturísticas en la región. En la actualidad estas actividades son esporádicas.

En cuanto a la tenencia de la tierra, la mayoría de los entrevistados señaló que cuenta con derecho posesorio y sólo algunos tienen título de propiedad.

4.2.3. Organización y participación comunitaria

De los jefes de familia entrevistados, doce (75%) indicaron que no participan en organizaciones comunitarias dentro de la comunidad. Sólo dos (12.5%) de los entrevistados manifestó participar en organizaciones fuera de la comunidad. Entre las razones que atribuyen para no participar es la falta de interés, la ausencia de líderes y la desconfianza entre los moradores.

4.2.4. Conocimiento y percepciones de la población sobre la problemática ambiental

En este apartado presentamos los resultados sobre el nivel de conocimiento y percepciones que presenta la población de San Cristóbal acerca de las restricciones y leyes que aplican para el área protegida del Parque Nacional Chagras y los posibles problemas ambientales que, según los jefes de familia, se presentan en este poblado.

Restricciones y leyes ambientales

Los resultados de las encuestas indican que de los 16 jefes de familias entrevistados, 14 (87.5%) tienen conocimiento de algunas restricciones de ANAM para desarrollar actividades agrícolas y dos (12.5%) manifestaron no tener conocimiento de dichas restricciones. Entre las restricciones que conocen se destacan la deforestación o tala de rastrojos mayores de cinco años, seguida de la

prohibición de la quema, y la contaminación del agua. Se menciona en menor número otras restricciones como la cacería para la venta y la reducción de la actividad ganadera en el área.

En cuanto a la distancia del margen del río que debe guardarse para la realización de las actividades agropecuarias, 12 (75.0%) de los 16 jefes de familia entrevistados manifestaron tener conocimiento sobre este reglamento ambiental establecido por la ANAM y cuatro (25.0%) desconoce esta medida. Sin embargo, llama la atención que cuando se indaga sobre la distancia en metros que deben guardarse para este fin, el 58.3% de los 12 entrevistados que respondieron tener conocimiento, se refieren a distancias que están por debajo de la distancia mínima de 10 metros establecida por ANAM y el 33.3% señalaron distancias que exceden lo establecido por la legislación forestal. Lo que refleja que no hay un conocimiento o interpretación adecuada sobre esta ley ambiental.

En lo concerniente a las actividades que son penadas por la ley dentro del Parque Nacional Chagres, el 100.0% de los entrevistados señaló la tala y destrucción de los árboles y bosques. Le sigue la caza de animales en peligro de extinción, con un 68.7% y la provocación de incendios forestales, que fue reportada por un 43.7%. Estas cifras reflejan que la población de San Cristóbal tiene conocimientos sobre las actividades que son sancionadas por las regulaciones ambientales. Evidencia de ello, es lo referido a la cacería, ya que los entrevistados enfatizaron que esta práctica está prohibida en el área si se realiza con fines de lucro, más no para el consumo de la población y de manera controlada.

Actividades que contribuyen a proteger el ambiente

Las actividades que según los jefes de familia contribuyen a proteger el ambiente y recursos naturales de San Cristóbal, están el no uso de agroquímicos y la no-contaminación del río con más del 50% de los jefes de familia entrevistados. En menor proporción se respondió la protección a las especies. Otras actividades identificadas por los jefes de familia fueron la siembra de árboles frutales y maderables, el no tumbar los montes altos (rastros viejos) y la recolección de la basura.

En cuanto al efecto de las actividades agropecuarias sobre los recursos naturales, se observa que el 75.0% de los entrevistados indica que las mismas no tiene ningún efecto sobre los recursos naturales, mientras que un 25.0% considera que sus actividades sí tienen algún efecto sobre estos recursos, particularmente, sobre la tierra (erosión), en la contaminación del río y en el proceso de deforestación que tiene lugar en el área como consecuencia de la agricultura tradicional que realizan. Esta situación refleja que la población se siente comprometida a salvaguardar las montañas y bosques para la protección de los mismos, aún cuando se ve forzada a practicar una agricultura tradicional de subsistencia que ocasiona efectos negativos sobre los recursos naturales.

En lo referente a las acciones necesarias para que sus actividades sean más amigables con el ambiente, los entrevistados plantean con mayor frecuencia, la siembra de árboles y la no-disposición de la basura en los ríos o quebradas. Dentro del grupo de acciones con menor respuesta están: la agricultura de subsistencia sin uso de químicos, realizar deshierba con machete; quemar una sola vez al año; dejar de tumbar los montes altos o rastros viejos; reforestar a orillas de los ríos; rotar los cultivos para descansar la tierra y limitar la intervención humana.

Sólo uno de los entrevistados señaló que se requiere el apoyo institucional para educar a la población en la conservación de los recursos naturales y 2 jefes de familia indicaron que no hay nada que hacer puesto que ellos sólo siembran para comer, y de hecho, están cuidando la naturaleza en esta área de parque.

Utilización de los recursos del bosque

Las encuestas contemplaron preguntas dirigidas a conocer el uso de las plantas (construcción de viviendas, confección de muebles, confección de artesanías, uso en la finca, medicinal y para leña), el lugar de donde la obtienen y cuáles son las más utilizadas.

Para la construcción de viviendas se utilizan mayormente níspero, jira, maría, cedro y chonta, las otras plantas utilizadas son palma de montaña, cañaza o bambú, palma real, cuajá o cuajada, cedro amargo, amarillo y mayo. Para la confección de muebles los árboles más utilizados son cedro y roble, sin embargo, utilizan otras especies como sigua, níspero, cañaza o bambú, jira, maría, sigua canelo, tachuelo, almendro, pino de montaña y jabillo. Para el mantenimiento de la finca utilizan níspero, balo, roble, cuajá o cuajada, cañaza o bambú, jobito, macano y marañón. Para leña utilizan guabo y níspero, principalmente, así como otras especies como nance, guayabo y malagueto.

En el área se confeccionan algunas artesanías y para ello utilizan la hierba de ajo, el bejuco blanco y el bejuco negro. Utilizan plantas medicinales para curar algunas enfermedades, entre ellas, el orozul (resfriados), hoja de guanábana, voladera, lengua de buey o palo blanco, marañón (diarreas), desbaratadora, guabito amargo o del norte, ortiga, diente de león, gavilana, hierba buena, paico (malestar del cuerpo y riñones). En las encuestas no se reportó venta de plantas para ningún propósito.

Según las personas encuestadas, la mayoría de las plantas que utilizan las obtienen del bosque y de las áreas de rastrojo y matorral; solo dos encuestados manifestaron que provienen de la orilla del río. En dos casos manifestaron que obtienen las plantas en áreas cerca de la casa y el bosque o bien utilizan los árboles caídos.

En general, las plantas más utilizadas son cedro, maría y níspero. Otras plantas mencionadas como de uso frecuente son chonta, espavé, roble, cuajá o cuajada, cañaza, pino de montaña, sigua, amarillo, almendro, sigua olorosa, cedro y plantas medicinales (estas últimas mencionadas por uno de los encuestados). No se reportó la utilización de las plantas con fines comerciales.

A partir de estos datos, se pone de manifiesto la alta dependencia del bosque, situación esperada, considerando que la comunidad de San Cristóbal está ubicada dentro un área protegida y rodeada de bosque. La mayor parte de los productos requeridos para suplir las necesidades básicas deben ser obtenidos en el área, debido a las dificultades que enfrentan para movilizarse a lugares con servicios básicos y suministro de mercancías, tales como las comunidades de Altos de Pacora, Cerro Azul y 24 de Diciembre, que son las más cercanas a San Cristóbal.

Percepción de los problemas ambientales, causas y posibles acciones

Problemas

Los principales problemas ambientales identificados por los jefes de familia lo constituyen la tala y deforestación de los bosques en primer lugar, seguido por la contaminación de los ríos por basura y/o agroquímicos y la mala disposición de la basura. Otros problemas identificados son la

tumba de rastrojos mayores de cinco años para el establecimiento de potreros y la quema de bosques. Es significativo que el 43.7% (7) de los jefes de familia entrevistados manifestó que no existen problemas ambientales en este poblado.

Causas

Los jefes de familia señalaron que las causas de estos problemas ambientales son la necesidad de establecer áreas de potreros (5), la necesidad de producir comida (4), la falta de capacitación y educación de la población en temas ambientales (3), el desconocimiento de la población de las leyes ambientales (2) y la necesidad de aumentar el tamaño de la finca (2). Otra causa señalada por un entrevistado, fue “la necesidad de vivir”. Es importante señalar que, al igual que en los problemas ambientales identificados, un 43.7% (7) respondió que no existe causa, ya que no existen problemas ambientales en San Cristóbal.

Acciones

Entre las acciones que proponen los entrevistados a realizar para la solución de los problemas identificados el 37.5% (6) destaca la capacitación a la comunidad, el 25.0% (4) la aplicación de técnicas agrícolas compatibles con el ambiente; el 12.5% (2), la organización comunitaria, la realización de campañas de divulgación sobre temas ambientales, la aplicación de las leyes y la disminución de la frontera agrícola. Otra acción señalada como necesaria fue la implementación de programas y capacitaciones por parte del gobierno para este lugar. Cabe destacar que cuatro de los entrevistados (37.5%) manifiestan que no se requiere ninguna acción puesto que no existen problemas ambientales en esta área ubicada dentro del Parque Nacional Chagres.

5. Cobertura vegetal

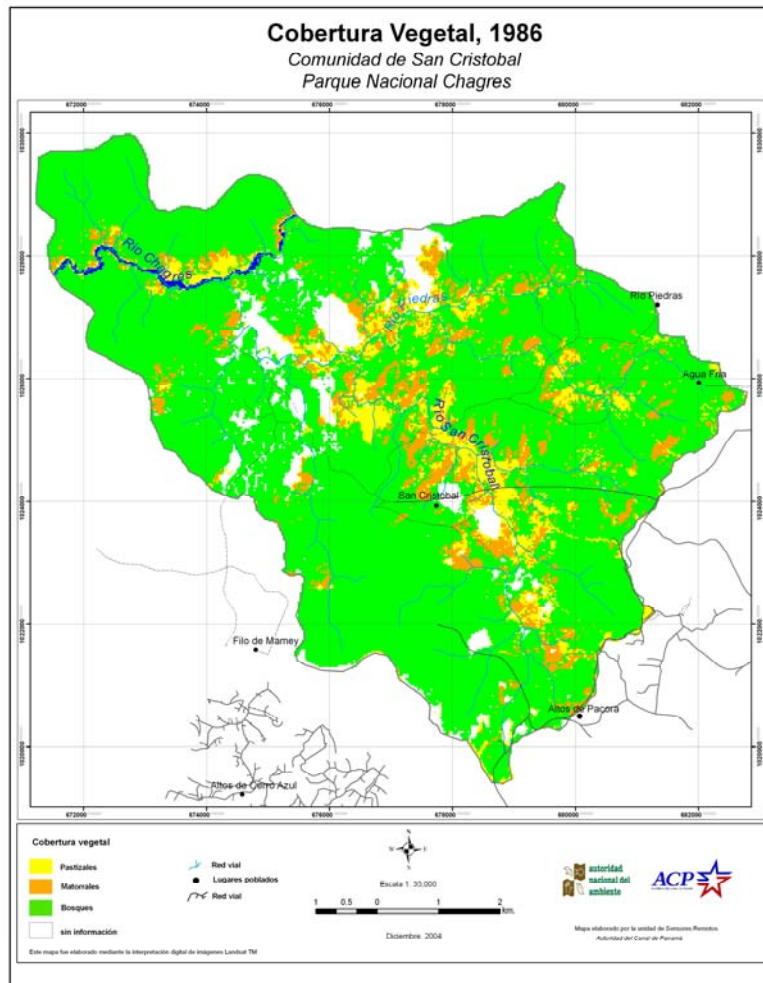
5.1. Método empleado

Para realizar el reconocimiento florístico del componente de cobertura vegetal se hizo un recorrido por el área para conocer en forma general las coberturas vegetales predominantes. Además, se ubicó un bosque maduro dentro del cual se recorrió un transecto de aproximadamente 500m de largo, en donde se identificaron las especies más representativas. Se utilizó también el transecto del IBI para realizar un reconocimiento florístico de la vegetación. Se aplicaron encuestas para conocer los usos de la flora en San Cristóbal.

5.2. Cambios en la cobertura vegetal 1986 – 2003

Para determinar los cambios ocurridos en la cobertura vegetal, se reconstruyó el estado de la misma para 1986, mediante la interpretación de imágenes satelitales Landsat TM y se compararon los resultados con el mapa de cobertura vegetal 2003.

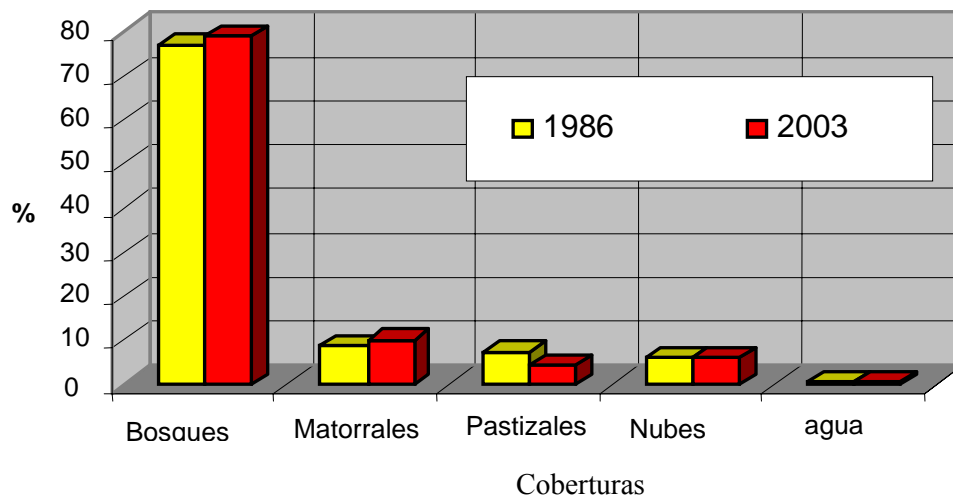
Mapa No. 1 Cobertura Vegetal en San Cristóbal, 1986



La cobertura vegetal para el año 1986 y el 2003 presentaba la siguiente situación:

Cuadro No. 4 Cobertura Vegetal

Coberturas	1986		2003	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Bosques	4785.6	77.1	4890.7	78.8
Matorrales	545.7	8.8	624.3	10.1
Pastizales	463.9	7.5	280.2	4.5
nubes	378.9	6	378.9	6
agua	34.9	0.6	34.9	0.6
Total	6209	100	6209	100



En 1986, los bosques representaban 77.1 % del área, seguido de la cobertura de matorral con 8.8% y los pastizales con el 7.5 %. Es importante anotar que para 1986 no fue posible obtener una cobertura completa de la región, ya que las imágenes contenían áreas cubiertas por nubes, lo cual representa el 6.0 % de la superficie sin información. Esta situación obligó a realizar las comparaciones en el 94% del área total, es decir, sobre los sectores con información.

Cuadro No. 5
Cambios en la cobertura vegetal 1986-2003

Coberturas	1986	2003	Cambios	
	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Tasa %
Bosques	4785.6	4890.7	105.1	2.2
Matorrales	545.7	624.3	78.6	14.4
Pastizales	463.9	280.2	-183.7	-39.6
nubes	378.9	378.9	0	0
agua	34.9	34.9	0	0
Total	6209	6209		

Los resultados generales de esta comparación son los siguientes: Los bosques aumentaron 105.1 hectáreas en el transcurso de 17 años, registrando una tasa de cambio de 2.2%. De igual manera, se produjo un aumento en la cobertura de matorral (78.6 hectáreas), pasando de 545.7 hectáreas en 1986 a 624.3 en el 2003, lo que representa una tasa de cambio de 14.4%. Para la cobertura de pastizales se obtuvo una tasa decreciente de 39.6%, pasando de 463.9 hectáreas a 280.2, constituyendo una disminución de 183.7 hectáreas.

Cuadro No. 6
Dinámica de cambio de la cobertura vegetal 1986-2003

		Dinámica		Cambios
1986	2003	Hectáreas	% del total	Estado
pastos - pastos		121.2	2	no cambio
pastos - matorral		117.5	1.9	cambio de cobertura (recuperación)
pastos - bosques		214.4	3.5	cambio de cobertura (recuperación)
matorral - pastos		64.8	1	cambio de cobertura (deterioro)
matorral - matorral		253.4	4.1	no cambio
matorral - bosques		222	3.6	cambio de cobertura (recuperación)
bosques - pastos		80.3	1.3	cambio de cobertura (deterioro)
bosques - matorral		257.1	4.1	cambio de cobertura (deterioro)
bosques - bosques		4459.9	71.8	no cambio
nubes		372.4	6	
agua		46	0.7	
Total		6209	100	

Estos primeros resultados muestran una tasa de crecimiento moderado en la cobertura de bosques (2.2%) y una tasa de crecimiento importante en los matorrales (14.4%), situación que señala una regeneración en la cobertura vegetal de esta región. Todo indica que el crecimiento de la cobertura vegetal (bosques y matorrales), fue en detrimento de las áreas cubiertas de pastos la cual presentó una tasa de decrecimiento de -39.6%. No obstante, puede observarse un cambio de cobertura mayor de bosque a matorral (257.1 ha) que de matorral a bosque (222 ha), este cambio de cobertura que muestra la intervención en áreas boscosas se da en un período de 17 años (aproximadamente 15 ha/año) las cuales pudieron ser usadas en actividades agropecuarias y luego dejadas en descanso.

Cuadro No. 7
Consolidado de cambios de cobertura considerando recuperación y deterioro

Estado	Hectáreas	% del total
No cambio	4834.5	78.1
cambio de cobertura (recuperación)	553.9	8.8
cambio de cobertura (deterioro)	402.2	6.4
nubes	372.4	6
agua	46	0.7
Total	6209	100

Cuadro No. 8
Áreas sin cambio de cobertura

No cambio de cobertura		
Dinámica	Hectáreas	% del estado
pastos – pastos	121.2	2.5
matorral - matorral	253.4	5.2
bosques - bosques	4459.9	92.3
Total	4834.5	100

Al determinar los cambios ocurridos para cada una de las coberturas, se observa que el 78.1% de la región no presentó cambios (4834.5 hectáreas). Del área que no presentó cambios, el 92.3% pertenecieron a sectores cubiertos de bosques, seguidos por los matorrales con el 5.2% y los pastos con 2.5%.

Cuadro No. 9
Áreas recuperadas

Cambio de cobertura (recuperación)		
Dinámica	Hectáreas	% del estado
pastos - matorral	117.5	21.2
pastos - bosques	214.4	38.7
matorral - bosques	222.0	40.1
Total	553.9	100

El 8.8% de la región en estudio (553.9 hectáreas), mostró cambios que mejoran la cobertura vegetal existente, es decir, aquellos sectores que cambiaron de pastos a matorrales, de pastos a bosques y de matorrales a bosques. El 78.8% de los cambios se dieron a bosques, incluyendo un 38.7% de pasto a bosque, lo que indica una rápida recuperación natural. Estos datos confirman la existencia de procesos de restablecimiento de la cobertura de bosques en la región de San Cristóbal.

Cuadro No. 10
Áreas deterioradas

Cambio de cobertura (deterioro)		
Dinámica	Hectáreas	% del estado
matorral - pastos	64.8	16.1
bosques - pastos	80.3	20.0
bosques - matorral	257.1	63.9
Total	402.2	100

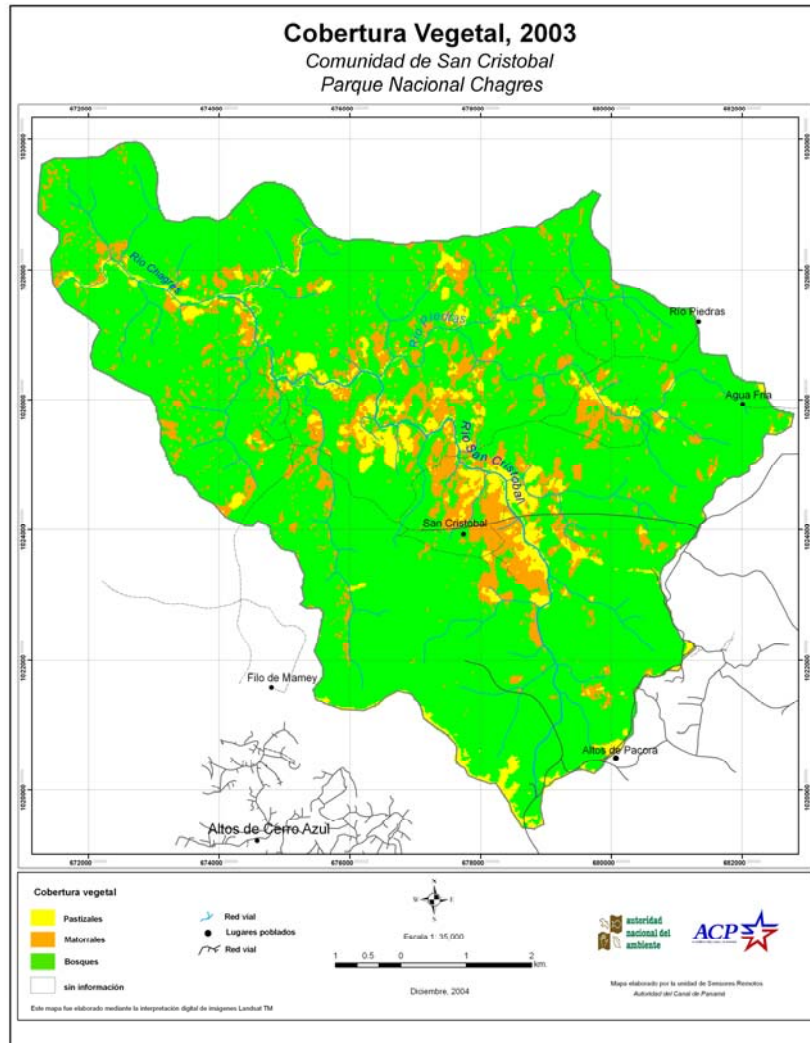
En cuanto a los cambios relacionados con deterioro en la cobertura vegetal (bosques a pastos, matorrales a pastos y bosques a matorrales), se tiene una superficie de 402.2 hectáreas lo que corresponde al 6.4% del área de estudio. A pesar de esto, es importante señalar que en esta categoría, el 63.9% de los cambios se dan de bosques a matorrales, lo que indica que luego del desmonte se ha dado un proceso dinámico de regeneración de la cobertura, que de no ser intervenida llegará a convertirse en bosque. El 36.1% de la cobertura que sufrió cambios se ha convertido en pastos. Como se mencionó anteriormente, estas áreas con cobertura de rastrojos, matorrales y pastizales están cercanas al lugar poblado.

Además de las coberturas mencionadas, pudieron observarse pequeños parches de paja canalera, que se considera, están siendo controladas por el crecimiento del matorral y rastrojo. Adicionalmente, se notó un proceso de regeneración natural de la vegetación y algunos sectores con suelos desprovistos de vegetación.

5.3. Caracterización de la vegetación

Para el año 2003, la vegetación de San Cristóbal, estaba constituida por tres tipos de cobertura vegetal que ocupaban el área de estudio: bosques, matorrales y rastrojos y pastizales.

Mapa No. 2
Cobertura Vegetal en San Cristóbal, 2003



Cuadro No. 11
Cobertura vegetal en San Cristóbal

Cobertura Vegetal 2003		
Cobertura	hectáreas	%
Bosques	5126.9	82.5
Matorrales y rastrojos	717.8	11.6
Pastizales	329.4	5.3
agua	34.9	0.6
Total	6209	100

5.3.1. Cobertura boscosa

Según PMCC (1999), dentro del Parque Nacional Chagres se encuentra una alta biodiversidad de flora, inclusive, se puede observar que dentro de esta área protegida existen bosques con diferentes composiciones florísticas que enriquecen la biodiversidad y pone de manifiesto la necesidad de conservación del área, en vista que existen especies que son únicas para este sector y no se repiten en los muestreos realizados en el resto de la Cuenca (Región Oriental).

La cobertura boscosa ocupa el 82.5% del área de estudio, correspondiente a 5145.5 hectáreas. Está constituida, principalmente, por bosques maduros que ocupan las áreas con mayor pendiente, siendo estas las más distantes al cauce del río San Cristóbal y al lugar poblado. En forma sucesional, se encuentran los bosques secundarios más próximos al cauce del río y en muchos casos conformando los bosques de galería.



Foto Cobertura vegetal del área

En los bosques secundarios de la región, se observó el capulín (*Trichospermum galeottii*), el cual estaba en época de floración. Esta especie se encuentra, comúnmente, en rastrojos altos y bosque joven. También se encontraron jordancillo (*Trema micrantha*), cortezo (*Apeiba tibourbou*), majagua (*Heliocarpus americanus*), higuerón (*Ficus insipida*), jobo (*Spondias mombin*), laurel (*Cordia alliodora*), chutra (*Protium tenuifolium*), malagueto macho (*Xylopia frutescens*), malagueto hembra (*Xylopia aromatica*), nance (*Byrsonima crassifolia*), palma chungo (*Astrocaryum alatum*), palma real (*Attalea butyracea*).



Árboles de capulín en un bosque secundario

También se realizó un recorrido por parte de la ribera del Río San Cristóbal, observándose protegidas por bosque de galería, constituido por bosques jóvenes y/o fragmentos de bosques maduros; además de rastrojos y matorrales.



Vegetación en las riberas del Río San Cristóbal



Vistas del Río San Cristóbal

5.3.2. Matorrales y rastrojos

Representan el 11.6% del total de la superficie en estudio (717.8 hectáreas). En términos generales, son sectores que producto de la práctica de roza y quema utilizada en actividades agropecuarias, se encuentran en proceso de regeneración natural. Estas áreas, generalmente, se localizan muy cerca a los lugares poblados; también se ubican cerca a los márgenes de los ríos y quebradas.



Matorrales intercalados entre los poblados y el bosque *maduro*

En las áreas de matorrales es donde se presentan la mayoría de los desmontes utilizados para la agricultura. De acuerdo a comentarios de los pobladores, las áreas que utilizan para sembrar son aquellas ocupadas por matorral y rastrojo, donde la ANAM le otorga permiso para realizar esta actividad. Sin embargo, se pudo confirmar por verificación de campo, que se ha desmontado bosque joven para la siembra.



Desmontes de matorrales para la siembra



Suelos utilizados para sembrar

Entre las especies más comunes de rastrojo y matorrales encontrados en la región tenemos la ortiguilla macho, (*Myriocarpa longipes*), guarumos (*Cecropia longipes*, *Cecropia peltata*, *Cecropia obtusifolia*), gusanillo (*Piper colonense*), salvia blanca (*Vernonanthura patens*), lianas

como el chumico pedorro (*Davilla kunthii*), zarzaparrilla de montaña (*Smilax sp.*) y zarzas (*Cordia spinecens*, *Cordia curassavica*).

Es importante mencionar que en un área de regeneración de rastrojo, se encontró en estado juvenil la especie *Tatrathylacium macrophyllum*, conocida comúnmente como “anonillo de montaña”. Esta especie es poco frecuente y se encuentra en bosques maduros de mediana elevación. Su condición juvenil indica procesos de sucesión vegetal.



Anonillo de montaña, especie propia de bosque maduro

5.3.3. Pastizales

Son las áreas más próximas a los poblados y al cauce del Río San Cristóbal, ocupan 329.4 hectáreas correspondientes al 5.3 % del área de estudio. Es sobre esta cobertura donde se registra la actividad ganadera de la comunidad, lográndose observar pasturas degradadas.

Los pastos observados fueron ratana y algunas especies de *Brachiaria spp.* Puede notarse que se registran 329.4 ha de pastizales, no obstante, solo se reportan 60 cabezas de ganado, lo que denota por un lado que se trata de pasturas degradadas y por el otro, la tendencia que gran parte de estas áreas se conviertan de pastizales a matorrales.

5.4. Composición florística

Para llevar a cabo la caracterización del bosque maduro representativo del sector de San Cristóbal, se hizo un transecto dentro de un parche de bosque maduro (200 metros de largo y 20 metros de ancho), ubicado en el borde de un potrero, lo que muestra la intervención humana en los bosques de esta región. Durante el recorrido del transecto se levantó un listado rápido de las especies observadas en los estratos de dosel superior, medio y sotobosque (Anexo 1).

De acuerdo a lo observado en el transecto de bosque maduro, el dosel superior presenta árboles de gran diámetro y altura; el sotobosque está prácticamente cubierto por hojarasca y hay

presencia de plántulas de especies pioneras representativas del bosque maduro esperando la apertura de un claro para continuar su desarrollo como parte de la dinámica del bosque.

Es importante mencionar que en esta muestra del bosque maduro, se encontraron especies como *Hampea appendiculata* y *Trattinickia aspera*, especies pioneras características de un bosque maduro (Foster & Brokau, 1990)². Estas especies se observaron en el dosel superior, lo cual indica que hace algún tiempo se generó un claro que permitió que estas especies alcanzaran esta altura.

También se observaron algunas especies persistentes que son características del bosque maduro cuando son adultos grandes (Foster y Brokau, 1990): *Brosimum alicastrum*, *Calophyllum longifolium*, *Poulsenia armata*; *Protium tenuifolium*, *Tetragastris panamensis* y *Beilschmiedia pendula*. Algunas de estas especies estaban presentes en el dosel medio y el sotobosque: *Tetragastris panamensis*, *Beilschmiedia pendula* y *Protium tenuifolium*.

Se registró una población de la especie *Zamia cunari*, perteneciente a la familia Zamiaceae y conocida como Cícada. Esta especie sólo estaba reportada para la Comarca Kuna Yala, por lo que este hallazgo representa un nuevo registro para el rango de distribución de la especie. La Cícada, es una especie nativa y endémica de Panamá con una distribución restringida, propia del sotobosque en áreas de bosques en buen estado de conservación. Actualmente, se encuentra incluida junto con todas las especies del género *Zamia*, en el Apéndice II de la Convención CITES.

Para evaluar la composición florística del área de estudio se trazó otro transecto de 200 metros de largo y 20 metro de ancho, perpendicular al cauce del río. En el recorrido de esta transecto se registraron un total de 215 individuos. Las especies dominantes fueron: *Myriocarpa longipes* (ortiga macho, con 27 individuos), seguido de *Cynometra* sp. (con 9 individuos), *Quararibea* sp. (punula, con 8 individuos), *Olmedia aspera* (palo lija, con 7 individuos), *Macronemum glabrecens* (canaletto) y *Perebea xanthochyma* (cauchillo), ambas con 6 individuos. Entre estas, encontramos especies características de áreas de rastrojos, bosque joven y maduro. (Ver anexo 2).

A través de información obtenida por funcionarios de la ANAM (Somoza, A; Tejada I, Unidad de Monitoreo de la Cuenca del Canal, 2004), quienes formaron parte de este estudio, se reportan cambios en la vegetación en el sector de San Cristóbal con relación a observaciones realizadas por ellos en 1998. Consideran que el bosque se ha ido recuperando poco a poco, que las áreas dedicadas a potreros prácticamente son las mismas, y que los desmontes para las actividades agrícolas se limitan a las que ANAM les permite, las cuales se utilizan para actividades de subsistencia; sin embargo, en este recorrido se observaron áreas pequeñas de desmonte en las zonas de borde de bosques secundarios y maduros.

6. Uso de suelos: Actividades productivas

6.1. Método empleado

El levantamiento de las actividades productivas se realizó por medio de recorridos a las fincas y la aplicación de encuestas.

² Aunque esta publicación se refiere a estudios realizados en la Isla de Barro Colorado, estos dos sitios pertenecen a zonas de vida muy similares (bh-T y bmh-T), y se utiliza la información como referencia.

6.2. Resultados de las encuestas sobre actividades productivas

Durante el levantamiento de encuestas en el área, se identificaron 21 fincas, se recorrieron 19 de ellas y se encuestaron a 16 propietarios. Dos de las fincas estaban desocupadas y en venta³.

Cuadro No. 12
Propietarios de finca en la comunidad de San Cristóbal y tamaño de las propiedades

	Nombre del propietario de la finca/casa	Tamaño de la propiedad (ha)	Observación
1	Sebastián González	45.0	Se aplicó la encuesta
2	Felipe Vásquez	12.0	Se aplicó la encuesta
3	José Cruz	35.0	Se aplicó la encuesta
4	Emérito González	70.0	Se aplicó la encuesta
5	Víctor Ibarra	90.0	Se aplicó la encuesta
6	Wilfredo Madrid	48.0	Se aplicó la encuesta
7	Mártir Madrid	48.0	Se aplicó la encuesta
8	Ramón Sánchez	3.0	Se aplicó la encuesta
9	Javier Santos	15.0	Se aplicó la encuesta
10	Nicolás Jiménez	2.0	Se aplicó la encuesta
11	Alberto Ríos	0.1	Se aplicó la encuesta
12	Jaime González	40.0	Se aplicó la encuesta
13	Cándido Hernández	25.0	Se aplicó la encuesta
14	Olmedo Serrano	60.0	Se aplicó la encuesta
15	Javier Sánchez	25.0	Se aplicó la encuesta
16	Ignacio Prado	-	Se aplicó la encuesta
17	Araceli Santos	-	No se aplicó la encuesta. Desocupada al momento de la visita
18	Isabel Sánchez	-	No se aplicó la encuesta. Desocupada al momento de la visita
19	Florencio Serrano	-	No se aplicó la encuesta. Desocupada al momento de la visita
20	Roberto Berastegui	-	No se aplicó la encuesta. Finca en venta
21	Silvia Madrid y Melquíades Madrid	-	No se aplicó la encuesta. Finca en venta
	Total	518.1	

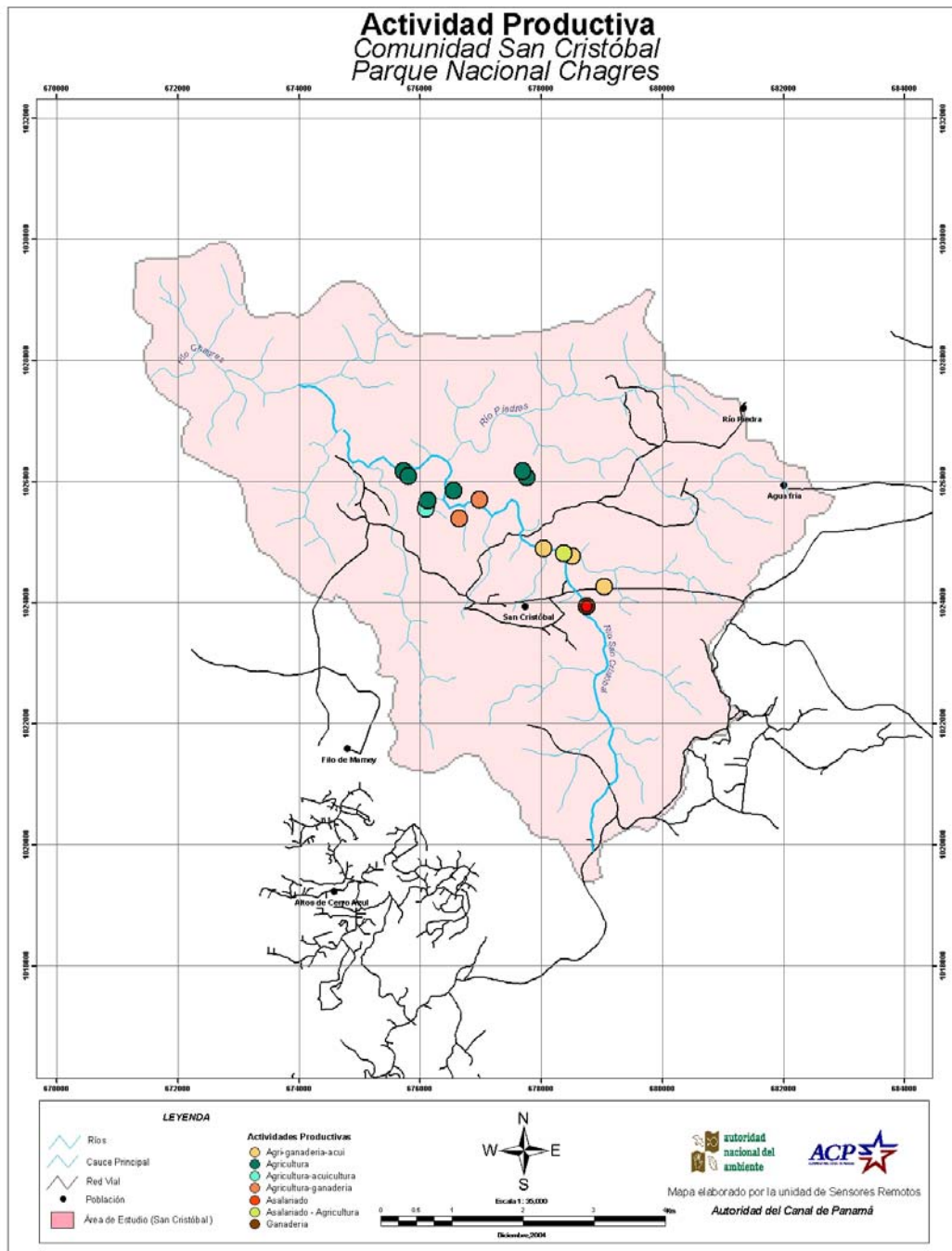
Nota: Los datos de este cuadro han sido aportados directamente por los pobladores del área.

6.3. Actividades productivas

Las actividades productivas reportadas por las 16 personas encuestadas se concentran en agricultura y la ganadería, principalmente. También se reportó cría de aves, cerdos y cría de peces en estanque para el consumo (acuicultura). Estas actividades productivas que realiza la población de San Cristóbal son orientadas a la producción de alimentos para satisfacer las necesidades familiares.

³ Información suministrada por Pedro Rojas, ANAM, 2004.

Mapa No. 3



Los datos obtenidos son los siguientes:

- 7 personas (43,75%) se dedican a la agricultura, exclusivamente;
- 3 personas (18,75%) realizan tres actividades (agricultura, ganadería y acuicultura);
- 1 persona (6,25%) se dedica a la ganadería vacuna, exclusivamente;
- 2 personas (12,5%) desarrollan actividades agrícolas y ganaderas;
- 1 persona (6,25%) trabaja cuidando una finca y la vez se dedica a la agricultura;
- 1 persona (6,25%) se dedica a la agricultura y acuicultura;

- 1 persona (6,25%) recibe un ingreso mensual por la prestación de servicios en la estación hidrométrica de Río Piedras.



Productor del área



Cultivo de maíz

Los propietarios de tierras entrevistados reportaron poseer 518.1 ha, de las cuales, 170 ha las dedican para actividades de ganadería bovina, 28 ha a la agricultura y 250 m², a la cría de peces en estanques. Es importante resaltar, que la ANAM solo permite el uso de 2 ha/persona/año como máximo, para trabajar la agricultura. Los permisos se extienden para áreas con matorrales y rastrojos, no mayores de 5 años.

La cría de aves y cerdos para el consumo es otra actividad productiva reportada. Al respecto, encontramos que 9 productores crían aves, entre ellas gallinas, pollos, gansos, patos y uno de ellos cría gallos finos. Crían cerdos 4 productores, 2 tienen algún tipo de infraestructura (chiqueros) y otros 2 mantienen los animales en soltura.

Cuatro de los productores se dedican a la cría de tilapias. Esta actividad no tradicional fue introducida por el MIDA a través del programa de extensión. Según los moradores no se ha contado con un adecuado seguimiento.

**Cuadro No. 13
Animales de cría**

Animales	Cantidad
Vacas	64
Puercos	20
Aves	
Gallinas	221
Gansos	14
Patos	26
Gallos finos	20
Peces	
Tilapias	5040
Sábalos	10

En las áreas dedicadas a la agricultura se siembra café, granos básicos (arroz, maíz, frijol chiricano, y poroto), raíces y tubérculos (ñame, yuca, ñampí, otoi), hortalizas (tomate,

pimentón, ají, chayote, culantro), frutales (mandarina, lima, limones, mango, piña, coco, pixbae), plátano y banano, entre otros.

Sobre la experiencia de la población encuestada en la producción agropecuaria, los datos indican que 4 productores tienen de 1 a 10 años dedicados a la actividad agropecuaria, 1 productor entre 11 - 20 años, y 8 entre 21 y 35 años. Tres productores no proporcionaron información.

6.3.1. Prácticas para la preparación del suelo

Once de los productores encuestados realizan la práctica tradicional de roza y quema, usan el machete como herramienta para el desmonte, queman el rastrojo con herbicida o con fuego y utilizan terrenos con pendientes pronunciadas. Al preguntarles el porqué de esta práctica, responden que los pocos terrenos planos están ocupados en la actividad ganadera.



Cultivos en pendiente



Actividad ganadera en el área

6.3.2. Utilización de agroquímicos

De los 14 productores entrevistados que se dedican a la agricultura, 9 utilizan agroquímicos en algún momento de la producción. En la fase de desmonte, generalmente, aplican herbicida de nombre comercial Paraquat o Gramoxone, 4 agricultores aplican herbicida conocido como 2-4D para el control de maleza de hoja ancha.

La mayoría de estos agricultores no aplican abonos para la fertilización del suelo, sin embargo, 4 de ellos aplican en algún momento del ciclo del cultivo abonos químicos, ya sea fórmula completa 12-24-12 o abono nitrogenado Urea. Dos agricultores reportaron el uso de gallinaza.

Entre los plaguicidas para el control de insectos se reporta el uso de los productos comerciales como el Malathion, Decis, Vidate, Arrivo, Hormitox y Mirex. Para el control de enfermedades fungosas utilizan Benlate, Manzate y Dhitane. Cabe destacar que para la aplicación de agroquímicos no utilizan equipo de protección adecuado.

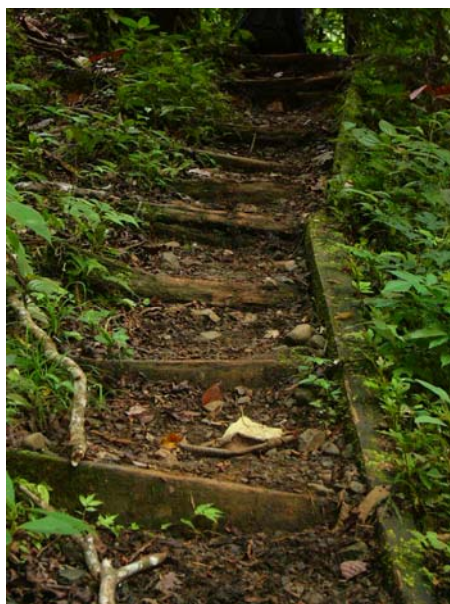
6.3.3. Comercialización de los productos

Solo dos agricultores sacan productos para la venta, tales como culantro, tomates, ajíes y chayotes. Los mismos son vendidos en Altos de Pacora y/o en la Comunidad 24 de Diciembre, en el corregimiento de Tocumen.

Por otro lado, tres propietarios de fincas con actividad ganadera encuestados, reportan alguna venta de reses cada uno o dos años, a través de intermediarios que llegan a San Cristóbal.

6.3.4. Otras actividades

Otra actividad que se desarrollaba hasta hace dos años era el ecoturismo por parte de la empresa Aventuras Panamá 2000. Actualmente, esta fuente de ingresos ha decaído y solo se limita a eventuales ingresos por proveer transporte de equipo de pequeños grupos de turistas que llegan hasta el Río Piedras para bajar en balsas hasta el Lago Alhajuela.



Sendero existente a orillas del Río San Cristóbal

7. Calidad de agua

7.1. Método empleado

Para la determinación de la calidad de agua en el río San Cristóbal se aplicaron dos métodos de forma complementaria: el Índice de Integridad Biológica (IBI) y el Índice de Calidad de Agua (ICA).

7.2. Índice Biológico de Integridad

A través del IBI se pueden integrar diferentes grupos de organismos considerados como indicadores, lo que nos permite conocer no solo la calidad del agua, sino que además posibilita obtener información adicional de las condiciones del ambiente que rodea dicho ecosistema acuático (río o quebrada). Para la aplicación del IBI, se realizaron muestreos de las poblaciones de insectos acuáticos, los anfibios y las plantas (indicadores biológicos). El sitio de muestreo de dichos organismos se ubicó en la sección baja de la microcuenca del río San Cristóbal.

Índice de Calidad de Agua

El ICA se determinó mediante el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua. Las muestras de agua se colectaron en dos sitios, uno que coincidía con el punto de

muestreo de los insectos acuáticos, aguas abajo del caserío de San Cristóbal (Sitio 1), y otro ubicado aguas arriba del caserío (Sitio 2). Al tener dos puntos de muestreo es posible realizar un análisis comparativo, y poder determinar la influencia de algunas actividades humanas sobre la calidad del agua.

En el anexo 3 se presenta en forma detallada las metodologías de muestreo para ambos índices aplicados.

7.3. Resultados y discusión

Durante un proceso previo de validación del IBI para Panamá, se han establecido los rangos de valores para cada una de las métricas o atributos biológicos que se integran en este índice (cuadro 1); además de una tabla de comparación o interpretación del valor del IBI, para determinar la condición o salud ambiental (cuadro 2).

Es importante señalar que por razones metodológicas el muestreo de los insectos acuáticos debe realizarse a inicios de la estación lluviosa (mayo); lo cual no pudo cumplirse en esta evaluación, ya que dichos organismos fueron colectados a finales del mes de julio, por lo que es posible que exista algún sesgo en los valores obtenidos para las métricas de insectos acuáticos solamente.

Cuadro 14
Rango de valores para cada una de las métricas y su respectivo puntaje

Atributo biológico	Asignación del puntaje		
	1	3	5
Insectos acuáticos			
Taxa totales de insectos (familias)	0→12	13→25	>25
% de Chironomidos	>60	31→60	0→30
Taxa de EPT	0→4	5→9	>9
% de dominancia (3 taxa)	>80	61→80	<60
% de individuos intolerantes	0→4.5	4.6→9.0	>9.0
Taxa de "agarradores"	0→3	4→7	>7
Anfibios			
Especies de Centrolenidae	0→2	3→4	>4
Plantas			
% de especies introducidas	>50	26→50	0→25
Dominancia	>0.40	0.21→0.40	0→0.20
Densidad de árboles	0→9.0	9.1→18.0	>18

Si bien es cierto que el valor final del IBI es el que nos dice la condición ambiental del área estudiada, es importante también mencionar que se puede extraer información a través del análisis de las métricas individuales de cada grupo de organismo (insectos acuáticos, anfibios y plantas).

Como se puede observar en el cuadro 2, el valor del IBI obtenido para el área de San Cristóbal es de **38**, y si lo comparamos con la tabla de interpretación (Cuadro3) tenemos una condición ambiental **buena** para este sitio.

Cuadro 15. Valores obtenidos para cada una las métricas del IBI

Atributo biológico	Valor Obtenido	Puntaje Asignado
Insectos acuáticos		
Taxa totales de insectos (familias)	11	1
% de Chironomidos	0	5
Taxa de EPT	5	3
% de dominancia (3 taxa)	46.98	5
% de individuos intolerantes	9.77	5
Taxa de "agarradores"	5	3
Anfibios		
Especies de <i>Centrolenidae</i>	4	3
Plantas		
% de especies introducidas	4.65	5
Dominancia	0.13	5
Densidad de árboles	10.75	3
Valor del IBI	38	

A pesar de que esta área puede considerarse con una condición ambiental buena, es evidente que si ha ocurrido cierto grado de deterioro producto de la intervención antrópica; lo cual lo podemos deducir del análisis individual de las métricas, como por ejemplo la densidad de árboles por cuadrante muestreado (3) y el número de especies de ranitas de la familia *Centrolenidae* (3), ambas métricas nos están indicando que existe una alteración en la cobertura boscosa o en otras palabras ha ocurrido pérdida de hábitat, producto de actividades como la agricultura de subsistencia y la ganadería, aunque a pequeña escala.

Cuadro 16. Tabla de interpretación del valor del IBI.

Interpretación del Valor del IBI para determinar la Salud Ambiental	
Puntaje del IBI (10 métricas)	Condición del Río o Quebrada
46-50	Excelente
38-44	Buena
28-36	Regular
18-26	Pobre
10-16	Muy Pobre

En la métrica número total de taxa de insectos acuáticos se obtuvo un valor muy bajo (1), el cual obedece más bien a un sesgo por el desfase en el muestreo de estos organismos como se había mencionado anteriormente, que ha condiciones o fuentes de contaminación orgánica del agua del

Río San Cristóbal. El resto de las métricas de insectos acuáticos reflejan que la calidad del agua de este río es buena.

Igualmente, la información de los parámetros fisicoquímicos obtenida en este trabajo (Cuadro 4), sugiere que la calidad del agua en este río es buena.

Cuadro 17
Parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en San Cristóbal

Sitio	Localización	Temp. °C	Oxígeno disuelto (mg/l)	pH (Unidades de pH)	NO ₃ ⁻¹	PO ₄ ⁻³	Coli Total	Coli Fecal	DBO	Turb.
Sito 1	Coincide con el punto de muestreo de macroinvertebrados	24	8.5	8.05	0.044	0.009	2917	<100	<2.0	0.8
Sito 2	Aguas arriba del caserío y del sitio 1	24	8.4	8.06	0.018	0.004	6695	100	<2.0	0.7

El oxígeno disuelto registró valores de 8.5mg/l y 8.4mg/l en los sitios 1 y 2 respectivamente, concentraciones que están por encima de 5mg/l, valor establecido como guía para permitir el normal desarrollo de los procesos biológicos y ecológicos.

Los fosfatos disueltos presentaron concentraciones de 0.009mg/l en el sitio 1 y 0.004mg/l en el sitio 2. Según la USEPA 1986, los fosfatos totales en ríos fluyendo que no descargan directamente dentro de lagos o embalses, como es el caso del río San Cristóbal, no deben exceder de 0.10 mg/l, pues podrían estar contribuyendo con los procesos de eutrofización.

Los nitratos presentaron valores de 0.044mg/l y 0.018mg/l en los sitios 1 y 2 respectivamente, menores a 0.3mg/l que es el valor guía recomendado para el control de la eutrofización

Los coliformes fecales, registraron valores en ambos sitios de muestreo menores a 100 NMP/100ml. Se recomienda de forma generalizada, que las concentraciones de Coliformes Fecales no excedan de 200NMP/100ml para uso recreacional de contacto directo.

El valor del índice de calidad de agua ICA, calculado con base en los parámetros fisicoquímicos obtenidos en este trabajo fue de 79.69 en el Sitio 1, y de 79.84 en el sitio 2 (Cuadro 5). Estos valores están dentro del rango de 71-90, lo cual indica que la calidad del agua en ambos sitios, en el río San Cristóbal es buena (Cuadro 6). Este resultado es consistente con los resultados obtenidos a partir de los indicadores biológicos.

Cuadro 18
Índice de calidad de agua (ICA) calculado para San Cristóbal

Parámetro	Sitio1	Sitio2
OD	16.66	16.66
E. Coli	0.45	0.60
pH	10.56	10.56
DBO	8.20	8.20
NO3	9.90	9.90
PO4	9.90	9.90
$\Delta T^{\circ}C$	9.30	9.30
Turb	7.84	7.84
TDS	6.88	6.88
ICA	79.69	79.84

Se consideró un $\Delta T^{\circ}C$ igual a cero, ya que no se tiene otra temperatura referencial para calcularlo.

Cuadro 19
Descriptores de Índice de Calidad de Agua (ICA)

Descriptores (Calidad del Agua)	Ámbito Numérico	Color
Muy malo	0-25	Rojo
Malo	26-50	Naranja
Medio	51-70	Amarillo
Bueno	71-90	Verde
Excelente	91-100	Azul

Esta similitud en el valor del ICA entre el Sitio 1, ubicado aguas abajo del caserío y el Sitio 2 ubicado aguas arriba del mismo, sugiere que la influencia humana no está impactando significativamente sobre la calidad del agua en esta área.

Cabe señalar que solo se tomó una muestra puntual de agua en cada sitio de muestreo, sin embargo, el resultado del análisis de estas muestras es apoyado por los resultados de los indicadores biológicos, capaces de indicar contaminación orgánica tiempo atrás, así como, por las observaciones realizadas en campo por el equipo de especialistas.

8. Conclusiones

- El asentamiento de pobladores de San Cristóbal es anterior a la existencia del Parque Nacional Chagres. Esta comunidad tiene una población reducida, que vive en condiciones de alta precariedad y carece de los servicios básicos e infraestructura. Además carece de alternativas reales que mejoren sus condiciones de vida en el corto y mediano plazo. Esto ha determinado el continuo desplazamiento de miembros de la comunidad a otros sitios, con la finalidad de encontrar mejores alternativas educativas y de trabajo. Esta misma situación, sumada a la desconfianza y apatía que sienten los moradores de San Cristóbal

hacia la organización comunitaria, ha provocado la ausencia de acciones concertadas para mejorar su comunidad a través de la autogestión y organización comunitaria.

- La cobertura vegetal del área de San Cristóbal esta recuperándose, notándose en el período analizado (17 años), un aumento de la cobertura boscosa y disminución de áreas de pastizales. Esta situación puede explicarse por varias razones, entre las que destacan, el decrecimiento de la población, lo que se traduce en menor presión por el recurso; y la acción de vigilancia de ANAM, la cual otorga permisos para la corta y quema sólo en áreas de rastrojo.
- De acuerdo a los resultados de la caracterización físico-química y microbiológica, el ICA y el IBI, la calidad del agua en el río San Cristóbal, en el área cercana a la población, es buena.
- La actividad agropecuaria que desarrolla esta población es de subsistencia. El mal estado de los caminos y la dificultad para llevar productos a los mercados impiden que la actividad agropecuaria se convierta en una actividad económica que impulse el desarrollo de la comunidad, pero así mismo, ha provocado que no impacte considerablemente en la cobertura vegetal.
- Los bosques maduros en el área de San Cristóbal son altamente diversos y albergan especies endémicas como *Zania cunari*, encontrada durante esta gira y que constituye un nuevo reporte de distribución de la especie en Panamá.
- Existe un descontento generalizado de los moradores de la comunidad por las restricciones impuestas por la ANAM dentro del área del Parque Nacional Chagres, que, según ellos, frenan el desarrollo de la población asentada en esta área. Sin embargo, los jefes de familia encuestados, muestran una actitud positiva para salvaguardar los recursos naturales de esta área protegida, mencionando inclusive, la posibilidad de vender sus tierras a ANAM y trasladarse a otras áreas.

9. Recomendaciones

- Concensuar entre las autoridades competentes y la comunidad, la estrategia de acción para resolver los problemas encontrados en el área:
 - Si la estrategia es el desarrollo sostenible de la comunidad de San Cristóbal, se requiere una intervención social integral decidida por parte de las instituciones del estado, que atienda los requerimientos de agua y saneamiento, educación, infraestructura vial, mejoramiento de la producción y comercialización, entre otras.
 - Si la estrategia es de reasentamiento del poblado, se debe explorar con los moradores la factibilidad de un plan de reubicación voluntaria para los residentes de San Cristóbal, ya que existe anuencia de algunos de sus moradores a esta alternativa.
- Como una de las acciones inmediatas del Convenio de Cooperación ANAM-ACP, se sugiere la incorporación de la contraparte social y de educación ambiental de la ANAM,

para abordar de manera integral la problemática socioambiental de San Cristóbal. Igualmente, se sugiere la devolución de la información del diagnóstico socioambiental, como parte del lanzamiento del Programa de intervención educativa ACP-ANAM.

- Capacitar a la población de San Cristóbal en materia de legislación ambiental en áreas protegidas y dar a conocer el Plan de Manejo del Parque Nacional Chagres.

10. Bibliografía

Eaton A. D, Clesceri L. S., Greenberg A. E., 1995, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19 th Edition.

Karr, J. and Chu, E. 1999. Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring. Island Press, Washington D.C.

Merrit, R.W., Cummings, K.W. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Tercera edición.

Prat, N., 1998. “Los Bioindicadores de la calidad de aguas”, manuscritos del curso de bioindicadores de la calidad del agua, Medellín, Universidad de Antioquia.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, Universidad de Antioquia. 170p.

United Stater Enviromental Protection Agency, 1986, Quality Criteria for Water, Office of Water Regulations and Standards, Washington DC, 477p.

Anexos

Anexo 1

Transecto en bosque maduro de San Cristóbal Especies identificadas por estrato

Dosel superior					
Código	Género	Especie	Familia	Norte	Este
PIT1BA	Abarema	barbouriana	Fabaceae	1025425	677007
ANACEX	Anacardium	excelsum	Anacardiaceae	1025425	677007
BROSAL	Brosimun	alicastrum	Moraceae	1025425	677007
BROSUT	Brosimun	utile	Moraceae	1025425	677007
CALOLO	Calophyllum	longifolium	Clusiaceae	1025425	677007
CLETsp	Clethra	sp	Clethraceae	1025425	677007
DIALGU	Dialium	guianense	Fabaceae	1025425	677007
GUAPsp1	Guapira	sp1	Nyctaginaceae	1025425	677007
GUATsp1	Guatteria	sp1	Annonaceae	1025425	677007
GUSTDU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae	1025425	677007
HAMPAP	Hampea	appendiculata	Malvaceae	1025425	677007
INGAsp1	Inga	sp1	Fabaceae	1025425	677007
LAXOsp	Laxoplumeria	sp	Apocynaceae	1025425	677007
MYRCGA	Myrcia	gatunensis	Myrtaceae	1025425	677007
OCOTsp1	Ocotea	sp1	Lauraceae	1025425	677007
POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae	1025425	677007
POUTRE	Pouteria	reticulata	Sapotaceae	1025425	677007
PROTsp1	Protium	sp1	Burseraceae	1025425	677007
PROTTE	Protium	tenuifolium	Burseraceae	1025425	677007
PSE2SP	Pseudolmedia	spuria	Moraceae	1025425	677007
PTERRO	Pterocarpus	rohrii	Fabaceae	1025425	677007
QUALPO	Qualea	polychroma	Vochysiaceae	1025425	677007
SIMAAM	Simarouba	amara	Simaroubaceae	1025425	677007
SLOAsp1	Sloanea	sp1	Elaeocarpaceae	1025425	677007
STERRE	Sterculia	recordiana	Sterculiaceae	1025425	677007
TET2PA	Tetragastris	panamensis	Burseraceae	1025425	677007
TRATAS	Trattinickia	aspera	Burseraceae	1025425	677007
VANTDE	Vantanea	depleta	Humiriaceae	1025425	677007
VIROMU	Virola	multiflora	Myristicaceae	1025425	677007
ZANT sp1	Zanthoxylum	sp1	Rutaceae	1025425	677007

Dosel medio					
Código	Género	Especie	Familia	Norte	Este
BEILPE	Beilschmiedia	pendula	Lauraceae	1025425	677007
BROSUT	Brosimum	utile	Moraceae	1025425	677007
COCCPA	Coccoloba	padiformis	Polygonaceae	1025425	677007
COUSCE	Coussarea	cerroazulensis	Rubiaceae	1025425	677007
COUSLA	Coussarea	latifolia	Rubiaceae	1025425	677007
CUPALA	Cupania	latifolia	Sapindaceae	1025425	677007
CYNOSp	Cynometra	sp	Fabaceae	1025425	677007
DENDAR	Dendropanax	arboreus	Araliaceae	1025425	677007
GAROMA	Garcinia	madruno	Clusiaceae	1025425	677007
GUSTDU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae	1025425	677007
HIRTTR	Hirtella	triandra	Chrysobalanaceae	1025425	677007
LICAHY	Licania	hypoleuca	Chrysobalanaceae	1025425	677007
MARIPL	Marila	pluricostata	Clusiaceae	1025425	677007
MATIsP1	Matisia	sp1	Bombacaceae	1025425	677007
MELIGL	Meliosma	glabrata	Sabiaceae	1025425	677007
OENOMA	Oenocarpus	mapora	Arecaceae	1025425	677007
OTOBsp1	Otoba	sp1	Myristicaceae	1025425	677007
OXANLO	Oxandra	longipetala	Annonaceae	1025425	677007
PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae	1025425	677007
POURBI	Pourouma	bicolor	Cecropiaceae	1025425	677007
POUTTO	Pouteria	torta	Sapotaceae	1025425	677007
PROTTE	Protium	tenuifolium	Burseraceae	1025425	677007
SOCREX	Socratea	exorrhiza	Arecaceae	1025425	677007
SOROP1	Sorocea	pubivena	Moraceae	1025425	677007
TET2PA	Tetragastris	panamensis	Burseraceae	1025425	677007
TURPOC	Turpinia	occidentalis	Staphyleaceae	1025425	677007
UNONsp1	Unonopsis	sp1	Annonaceae	1025425	677007
VIROSE	Virola	sebifera	Myristicaceae	1025425	677007
WELFRE	Welfia	regia	Arecaceae	1025425	677007
XYL1	Xylopia	sp1	Annonaceae	1025425	677007

Sotobosque					
Código	Género	Especie	Familia	Norte	Este
BACTPA	Bactris	panamensis	Arecaceae	1025425	677007
BEILPE	Beilschmiedia	pendula	Lauraceae	1025425	677007
BROSCO	Brosimum	costaricanum	Moraceae	1025425	677007
BROSGU	Brosimum	guianense	Moraceae	1025425	677007
CALOLO	Calophyllum	longifolium	Clusiaceae	1025425	677007
CASSEL	Cassipourea	elliptica	Rhizophoraceae	1025425	677007
CESTsp	Cestrum	sp	Solanaceae	1025425	677007
FARATA	Faramea	multiflora	Rubiaceae	1025425	677007
GEONsp1	Geonoma	sp1	Arecaceae	1025425	677007
GUSTDU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae	1025425	677007
HEISAC	Heisteria	acuminata	Olacaceae	1025425	677007
LAXOsp	Laxoplumeria	sp	Apocynaceae	1025425	677007
MANIBI	Manilkara	bidentata	Sapotaceae	1025425	677007
MAQUCO	Maquira	guianensis	Moraceae	1025425	677007
NEEAAM	Neea	amplifolia	Nyctaginaceae	1025425	677007
OCOTsp1	Ocotea	sp1	Lauraceae	1025425	677007
PENTMA	Pentagonia	macrophylla	Rubiaceae	1025425	677007
PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae	1025425	677007
PICRSP	Picramnia	sphaerocarpa	Picramniaceae	1025425	677007
PIPECO	Piper	colonense	Piperaceae	1025425	677007
PROTTE	Protium	tenuifolium	Burseraceae	1025425	677007
PSYCPO	Psychotria	poepigiana	Rubiaceae	1025425	677007
SOROAF	Sorocea	affinis	Moraceae	1025425	677007
SWAR2	Swartzia	sp	Fabaceae	1025425	677007
TET2PA	Tetragastris	panamensis	Burseraceae	1025425	677007
TOVOsp1	Tovomita	sp1	Clusiaceae	1025425	677007

Anexo 2

Transecto para evaluación de composición florística Especies identificadas

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,05	1,1	6	ALCHCO	Alchornea	costaricensis	Euphorbiaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,1	21	ALCHLA	Alchornea	latifolia	Euphorbiaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,2	25	ALCHLA	Alchornea	latifolia	Euphorbiaceae
Río San Cristóbal	00,19	4,2	6	AMAICO	Amaioua	corymbosa	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	20	ANACEX	Anacardium	excelsum	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,02	3,3	2	ANACEX	Anacardium	excelsum	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,04	3,4	4	ANACEX	Anacardium	excelsum	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,4	7	ANDIIN	Andira	inermis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,00	1,1	2	ANDIIN	Andira	inermis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,12	3,3	4	ANNOMU	Annona	muricata	Annonaceae
Río San Cristóbal	00,01	1,3	4	ARTOAL	Artocarpus	altilis	Moraceae
Río San Cristóbal	00,19	1,1	2	ASPICR	Aspidosperma	cruentum	Apocynaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,4	3	BACTGA	Bactris	gasipaes	Arecaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,1	15	BROSCO	Brosimum	costaricanum	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	1,1	3	BROSCO	Brosimum	costaricanum	Moraceae
Río San Cristóbal	00,11	3,4	10	BROSCO	Brosimum	costaricanum	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	1,1	2	BROSGU	Brosimum	guianense	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	1,1	3	BROSUT	Brosimum	utile	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	4,4	14	BROSUT	Brosimum	utile	Moraceae
Río San Cristóbal	00,19	2,3	7	BROSUT	Brosimum	utile	Moraceae
Río San Cristóbal	00,19	1,1	1	BROSUT	Brosimum	utile	Moraceae
Río San Cristóbal	00,04	3,1	9	CASE3	Casearia	sp3	Flacourtiaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,1	14	CECRIN	Cecropia	insignis	Cecropiaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,4	3	CECROB	Cecropia	obtusifolia	Cecropiaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	1	CECROB	Cecropia	obtusifolia	Cecropiaceae
Río San Cristóbal	00,11	4,4	14	CELTSC	Celtis	schippii	Ulmaceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,17	1,3	9	CHR1EC	Chrysoclamys	eclipes	Clusiaceae
Río San Cristóbal	00,18	1,3	2	CHR1EC	Chrysoclamys	eclipes	Clusiaceae
Río San Cristóbal	00,17	1,2	6	CHR1GR	Chrysoclamys	grandifolia	Clusiaceae
Río San Cristóbal	00,11	4,2	15	CHR2VE	Chrysophyllum	venezuelense	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,12	2,3	5	CITRSI	Citrus	sinensis	Rutaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,4	6	CLARRA	Clarisia	racemosa	Moraceae
Río San Cristóbal	00,01	1,1	3	CLAVCO	Clavija	costaricana	Theophrastaceae
Río San Cristóbal	00,01	3,2	9	COCCPA	Coccoloba	padiformis	Polygonaceae
Río San Cristóbal	00,17	3,3	21	CORD2	Cordia	sp2	Boraginaceae
Río San Cristóbal	00,13	4,4	2	CORDAL	Cordia	alliodora	Boraginaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,4	1	CUPACI	Cupania	cinerea	Sapindaceae
Río San Cristóbal	00,18	1,4	6	CUPALA	Cupania	latifolia	Sapindaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,4	9	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,2	17	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	22	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,01	1,3	3	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,4	7	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,3	12	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,4	2	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	4,4	13	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	2,3	17	CYNO1	Cynometra	sp1	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,3	12	DIALGU	Dialium	guianense	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,01	1,1	2	ESCHPI	Eschweilera	pittieri	Lecythidaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,4	11	FICUTO	Ficus	tonduzii	Moraceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	5	FICUTO	Ficus	tonduzii	Moraceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	8	FICUTO	Ficus	tonduzii	Moraceae
Río San Cristóbal	00,10	4,3	11	FICUTO	Ficus	tonduzii	Moraceae
Río San Cristóbal	00,18	1,4	4	GORDBR	Gordonia	brandegeei	Theaceae
Río San Cristóbal	00,03	1,1	1	GUARGR	Guarea	grandifolia	Meliaceae
Río San Cristóbal	00,17	1,4	11	GUSTDU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae
Río San Cristóbal	00,17	4,4	17	GUSTDU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,10	2,2	24	GUSTSU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae
Río San Cristóbal	00,10	3,3	29	GUSTSU	Gustavia	dubia	Lecythidaceae
Río San Cristóbal	00,04	4,4	5	HELIAM	Heliocarpus	americanus	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,05	2,2	4	HELIAM	Heliocarpus	americanus	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,01	1,1	4	HIRTTR	Hirtella	triandra	Chrysobalanaceae
Río San Cristóbal	00,03	1,3	2	INGAED	Inga	edulis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,13	4,4	1	INGAED	Inga	edulis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,01	2,1	8	INGAFA	Inga	laurina	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,1	20	INGAGO	Inga	goldmanii	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	3,2	27	INGAGO	Inga	goldmanii	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	3,1	19	INGARU *	Inga	ruiziana *	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	2,4	8	INGARU *	Inga	ruiziana *	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,12	4,1	2	LONCLA	Lonchocarpus	latifolius	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,4	5	MACLTI	Maclura	tinctoria	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	1,1	1	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,4	8	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	21	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,00	1,1	1	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,01	4,4	7	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,11	4,4	12	MACRGL	Macrogneum	glabrescens	Rubiaceae
Río San Cristóbal	00,12	4,2	1	MANGIN	Mangifera	indica	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,13	4,3	3	MANGIN	Mangifera	indica	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,19	4,2	5	MANIZA	Manilkara	zapota	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,17	3,3	20	MARAPA	Maranthes	panamensis	Chrysobalanaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,1	116	MARGNO	Margaritaria	nobilis	Euphorbiaceae
Río San Cristóbal	00,17	4,4	16	MARIPL *	Marila	pluricostata	Clusiaceae
Río San Cristóbal	00,17	1,2	5	MATI1	Matisia	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,3	9	MICO2	Miconia	sp2	Melastomataceae
Río San Cristóbal	00,18	1,3	1	MINQGU	Minquartia	guianensis	Olcaceae
Río San Cristóbal	00,02	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,02	1,1	3	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,02	1,1	4	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,02	1,1	5	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,03	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	1	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	3	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	4	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	5	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	6	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	7	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	3	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	4	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	5	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	7	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	8	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	10	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	1	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	3	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	6	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	7	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	9	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,1	2	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,1	3	MYRILO	Myriocarpa	longipes	Urticaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,2	14	NECTME	Nectandra	membranacea	Lauraceae
Río San Cristóbal	00,18	1,4	3	OENOMA	Oenocarpus	mapora	Arecaceae
Río San Cristóbal	00,00	1,3	2	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	4,4	10	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	18	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,01	1,1	1	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,01	1,1	2	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,11	2,4	5	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,11	4,4	11	OLMEAS	Olmedia	aspera	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	4,3	12	OTOBAC	Otoba	acuminata	Myristicaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,3	10	OTOBAC	Otoba	acuminata	Myristicaceae
Río San Cristóbal	00,17	4,3	18	OTOBLA	Otoba	aff. latialata *	Myristicaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,1	13	OTOBLA	Otoba	aff. latialata *	Myristicaceae
Río San Cristóbal	00,01	3,3	10	OXANLO	Oxandra	longipetala	Annonaceae
Río San Cristóbal	00,11	3,3	18	OXANLO	Oxandra	longipetala	Annonaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,4	7	PACHSE*	Pachira	sessilis	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	19	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	2,3	23	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,11	2,4	6	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	2	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,18	4,3	10	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,18	2,2	16	PEREXA	Perebea	xanthochyma	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	3,4	13	PHOECI *	Phoebe	cinnamomifolia	Lauraceae
Río San Cristóbal	00,06	1,1	4	PIPECO	Piper	cordulatum	Piperaceae
Río San Cristóbal	00,19	1,1	1	PIT1BA	Abarema	barbouriana	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,1	1	PIT1LO	Zygia	longifolia	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,1	17	PIT1LO	Zygia	longifolia	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,1	18	PIT1LO	Zygia	longifolia	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,1	1	PIT1LO	Zygia	longifolia	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,07	2,2	1	POCHSE*	Pachira	sessilis	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,08	0,0	0	Potrero			
Río San Cristóbal	00,09	0,0	0	Potrero			
Río San Cristóbal	00,14	0	0	Potrero			
Río San Cristóbal	00,15	0	0	Potrero			
Río San Cristóbal	00,16	0	0	Potrero			
Río San Cristóbal	00,00	2,4	3	POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae
Río San Cristóbal	00,00	2,4	4	POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,10	1,3	4	POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	1,1	4	POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	1,3	10	POULAR	Poulsenia	armata	Moraceae
Río San Cristóbal	00,10	1,4	5	POURBI	Pourouma	bicolor	Cecropiaceae
Río San Cristóbal	00,02	2,3	3	POUT5	Pouteria	sp5	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,04	1,3	2	POUT5	Pouteria	sp5	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,04	4,1	7	POUTF1	Pouteria	foveolata	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,04	4,1	8	POUTF1	Pouteria	foveolata	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,2	15	POUTF1	Pouteria	foveolata	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,06	2,2	4	POUTTO	Pouteria	torta	Sapotaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,4	6	PTERBE	Pterocarpus	belizensis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	1	PTERBE	Pterocarpus	belizensis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,11	3,4	9	PTERBE	Pterocarpus	belizensis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,17	3,4	12	PTERBE	Pterocarpus	belizensis	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,1	13	PTERRO	Pterocarpus	rohrii	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,02	2,3	1	PTERRO	Pterocarpus	rohrii	Fabaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,4	9	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,10	4,3	13	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,2	22	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,2	23	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,4	4	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,11	2,4	7	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,11	2,2	16	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	4	QUAR1	Quararibea	sp1	Bombacaceae
Río San Cristóbal	00,05	2,3	5	ROLLMU	Rollinia	mucosa	Annonaceae
Río San Cristóbal	00,10	3,4	8	SAPIGL *	Sapium	glandulosum	Euphorbiaceae
Río San Cristóbal	00,00	4,1	16	SAURLA	Saurauia	yasicae	Actinidaceae
Río San Cristóbal	00,00	3,2	24	SAURLA	Saurauia	yasicae	Actinidaceae
Río San Cristóbal	00,05	2,4	2	SAURLA	Saurauia	yasicae	Actinidaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,3	2	SAURLA	Saurauia	yasicae	Actinidaceae
Río San Cristóbal	00,05	1,1	9	SENNsp *	Senna	sp1	Fabaceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,17	1,3	7	SLOA3	Sloanea	sp3	Elaeocarpaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,4	8	SLOA3	Sloanea	sp3	Elaeocarpaceae
Río San Cristóbal	00,18	3,2	15	SOCREX	Socratea	exorrhiza	Arecaceae
Río San Cristóbal	00,18	2,3	17	SOCREX	Socratea	exorrhiza	Arecaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	3	SOROP1	Sorocea	pubivena ssp. oligotricha	Moraceae
Río San Cristóbal	00,17	1,3	8	SOROP1	Sorocea	pubivena ssp. oligotricha	Moraceae
Río San Cristóbal	00,12	3,1	3	SPONMO	Spondias	mombin	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,01	4,4	5	SPONRA	Spondias	radlkoferi	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,01	4,4	6	SPONRA	Spondias	radlkoferi	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,2	2	SPONRA	Spondias	radlkoferi	Anacardiaceae
Río San Cristóbal	00,01	3,3	11	STERRE	Sterculia	recordiana	Sterculiaceae
Río San Cristóbal	00,01	1,1	1	TAB2AR	Tabernaemontana	arborea	Apocynaceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	1	TAB2AR	Tabernaemontana	arborea	Apocynaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,2	26	TERMAN	Terminalia	amazonia	Combretaceae
Río San Cristóbal	00,02	1,1	1	TET2PA	Tetragastis	panamensis	Burseraceae
Río San Cristóbal	00,11	1,1	5	TET2PA	Tetragastis	panamensis	Burseraceae
Río San Cristóbal	00,03	1,1	1	THEOCA	Theobroma	cacao	Sterculiaceae
Río San Cristóbal	00,04	4,2	6	THEOCA	Theobroma	cacao	Sterculiaceae
Río San Cristóbal	00,17	1,1	1	TRATAS	Trattinickia	aspera	Burseraceae
Río San Cristóbal	00,18	1,4	5	TRATAS	Trattinickia	aspera	Burseraceae
Río San Cristóbal	00,04	1,1	1	TRI4GA	Trichospermum	galeottii	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,05	3,4	3	TRI4GA	Trichospermum	galeottii	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,05	3,3	6	TRI4GA	Trichospermum	galeottii	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,06	1,3	1	TRI4GA	Trichospermum	galeottii	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,06	2,2	3	TRI4GA	Trichospermum	galeottii	Tiliaceae
Río San Cristóbal	00,10	1,2	3	TURPOC	Turpinia	occidentalis	Staphyleaceae
Río San Cristóbal	00,17	4,3	19	TURPOC	Turpinia	occidentalis	Staphyleaceae
Río San Cristóbal	00,10	2,3	28	UNONPI	Unonopsis	pittieri	Annonaceae
Río San Cristóbal	00,19	1,4	4	VANTDE	Vantanea	depleta	Humiriaceae
Río San Cristóbal	00,17	4,4	15	VIROSE	Virola	sebifera	Myristicaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,1	14	VIROSE	Virola	sebifera	Myristicaceae

Río San Cristóbal	Cuadrante	S-cuadrante	Num.	Código	Género	Especie	Familia
Río San Cristóbal	00,19	1,4	3	WELFGE*	Welfia	regia	Arecaceae
Río San Cristóbal	00,00	1,1	4	ZANTPA	Zanthoxylum	panamense	Rutaceae
Río San Cristóbal	00,18	4,3	11	ZANTPA	Zanthoxylum	panamense	Rutaceae

Anexo 3

Metodologías para cálculo de índices de calidad de agua

Metodología del IBI

1. Insectos Acuáticos

La época para realizar los muestreos dependerá de varios factores entre ellos, el conocimiento que se tenga de la biota regional, régimen de precipitación y el régimen de flujo de los ríos seleccionados. Los insectos acuáticos del bentos se muestrean a inicios de la estación lluviosa. El muestreo se realiza siguiendo el protocolo sugerido por Karr y Chu (1999). Primeramente, se selecciona un segmento del río que tenga un rápido con piedras en el fondo de 5 a 10 cm de diámetro, asentadas sobre piedras más pequeñas. Luego se coloca el muestreador Surber en la parte del rápido con flujo principal y profundidad entre 10 y 40 cm, sujetando su marco de metal fuertemente contra el fondo del río. Se retiran las piedras más grandes que se encuentran dentro del marco del muestreador, se agitan y limpian para que los invertebrados sean llevados por la corriente hacia el fondo del muestreador. Estas piedras son colocadas en un recipiente para ser revisadas posteriormente. Una vez retiradas las piedras más grandes, se remueve el fondo durante un 1 minuto. Finalizado ese tiempo, se retira el muestreador del agua y se lleva a la orilla, donde se procede a extraer los insectos que se encuentran en el colector y la malla del Surber. También, se recolectan los insectos que se encuentran en las piedras retiradas inicialmente. Los insectos son colocados en un recipiente y preservados en alcohol al 70%, al cual se le coloca una etiqueta con todos los datos de colecta. En cada rápido se toman 3 muestras o réplicas, en dirección río arriba, distanciadas con un mínimo de 1.5 m. Este procedimiento se repite en dos rápidos más, en dirección río arriba. De tal manera que se muestrean 3 rápidos y se toman nueve muestras o réplicas en cada uno de los ríos seleccionados.

En el laboratorio, usando estereoscopios de disección, las muestras son limpiadas y clasificadas hasta familia utilizando principalmente las claves de Merritt y Cummins (1996) y Roldán-Pérez (1988).

2. Anfibios

Los anfibios son muestreados a finales de la estación seca y durante la estación lluviosa. El muestreo en la estación seca se realiza durante el día, y en la estación lluviosa durante la noche. El muestreo es realizado por una persona que identifica y cuenta todos los anfibios observados a lo largo de un transecto de 200m x 1m, localizado en las orillas de los ríos, durante las estaciones seca y lluviosa. Adicionalmente, durante la estación lluviosa se utilizan sus llamados para determinar la presencia de algunas especies en los sitios estudiados; para lo cual, se establecen 4 estaciones de grabación a lo largo de las orillas, separadas por 150 m. En cada estación se hace una grabación ambiental durante 15 minutos con una grabadora portátil y un micrófono omnidireccional colocado en el extremo de una vara de 2 m de longitud. El muestreo durante la estación lluviosa se hace solamente cuando la vegetación estaba húmeda, ya que la actividad de los anfibios arborícolas, incluyendo el llamado, puede disminuir cuando las superficies vegetales están secas. Posteriormente, las grabaciones son analizadas para determinar las especies que fueron registradas en la cinta, con la ayuda del programa SPECTOGRAM y Syrinx, el libro y disco compacto por Roberto Ibáñez et al. (1999).

3. Plantas

3.1 Ubicación y delimitación de transectos

En cada uno de los sitios se establecen dos transectos de 200m de largo por 20m de ancho, uno en cada margen del río o quebrada (réplica 1 y réplica 2), y orientados perpendicularmente a la dirección del río o quebrada, de 50m a 200m aproximadamente, del último punto de muestreo de insectos acuáticos. Cada transecto se divide en 10 cuadrantes de 20m x 20m, donde se mapean e identifican los árboles. Las esquinas de los cuadrantes son delimitadas por estacas de tubos de PVC, y se marcan con cintas fluorescentes, enumeradas desde el cuadrante 00,00 hasta 00,09 para un lado del río o quebrada; y desde 00,10 hasta 00,19 del otro lado del río o quebrada. En la esquina inferior izquierda de cada cuadrante de 20m x 20m se marcan con cinta fluorescente un subcuadrante de 5m x 5m, en donde se mapean e identifican los arbustos.

3.2 Mapeo y marcado de árboles

La metodología del marcado y mapeado de árboles y arbustos esta basada en la experiencia del establecimiento de parcelas durante el Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal (Informe Final, PMCC. 1999) y de la parcela de 50 Ha de la Isla Barro Colorado con metodología publicada en “Tropical Forest Census Plot” (Condit, 1998).

En cada cuadrante de 20m x 20m se hace un recorrido en el sentido de las manecillas del reloj y se van mapeando los árboles con un diámetro igual o mayor a 10cm DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m). Para el subcuadrante de 5mx5m se realiza el mismo recorrido que en el 20mx20m y se mapean e identifican los arbustos con un DAP igual o mayor a 1.0 cm. Para cada cuadrante se tienen dos formularios de campo.

Caracterización físico-química y microbiológica de los sitios

1. Método de campo

Los parámetros de campo y la colecta de muestras de agua se hicieron en el centro del río. La temperatura y el oxígeno disuelto se midieron con el oxímetro OXI 330, calibrado en el campo. Los datos se anotaron en la libreta de campo y además, se anotó la siguiente información: nombre de la estación, hora de llegada, hora de colecta de las muestras y nombre de las personas que realizaron la colecta.

En cada sitio se colectó 1 galón de agua para análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), análisis de alcalinidad, conductividad, turbidez, nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos), un litro de agua para sólidos totales disueltos, sólidos totales suspendidos y 1 envase esterilizado de 300 ml para los análisis de bacterias coliformes totales y fecales. Los envases donde se colectaron las muestras fueron enjuagados tres veces con el agua del río antes de la colecta y se rotularon cuidadosamente con el nombre de la estación, fecha de colecta, y el nombre de la persona que la realizó. Las muestras se almacenaron en neveras con hielo para retardar los cambios químicos y biológicos durante el traslado al laboratorio.

2. Método de laboratorio

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron separadas de acuerdo con los análisis a realizar y almacenadas a 4°C para su posterior análisis.

Para los análisis de nutrientes las muestras se filtraron y los análisis se realizaron dentro de las 48 horas establecidas en la técnica de análisis. Los procedimientos utilizados en el laboratorio siguieron las técnicas recomendadas en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 19th edition.

Con el propósito de evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua en el sitio de colecta de insectos acuáticos, se utilizó un índice de calidad de agua (WQI, siglas en inglés) que fue desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) de los Estados Unidos. Las variables que se incluyen en el cálculo del índice son las siguientes: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días, nitratos, fosfatos, variación térmica, turbidez y sólidos totales.