

**EVALUACIÓN AMBIENTAL Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN PARA CUATRO HUMEDALES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y VALLE DEL CAUCA**

**CAMILO ARTURO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**POPAYÁN**

**2017**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN PARA CUATRO HUMEDALES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y VALLE DEL CAUCA**

**CAMILO ARTURO**

**Trabajo de grado, requisito parcial para optar al título de:**

**Biólogo**

**Director**

**LEONIDAS ZAMBRANO POLANCO, Mg. Sc**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**POPAYÁN**

**2017**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

Director Mg. Sc. Leonidas Zambrano Polanco

---

Jurado 1

---

Jurado 2

Popayán, 22 de junio de 2017

## **DEDICATORIA**

“A mi abuela, Nelly, por estar conmigo, ayudándome, cuidándome, siempre.

A mi mamá, Bárbara, por enseñarme a apreciar la naturaleza y sus maravillas.

A mi papá, Néstor, por mostrarme la importancia de aprender.

A mi hijo, Samuel, por darme felicidad, amor y ternura”

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a las familias Arturo Dorado y Morales Ruiz, por estar siempre conmigo apoyándome, por sus bendiciones y toda la ayuda que siempre me han brindado.

A mis profesores durante esta etapa de mi vida por sus enseñanzas y consejos.

Al profesor Leonidas Zambrano Polanco, mi maestro.

A mis amigos de todas las carreras, especialmente al biólogo Christian Chávez, el ingeniero físico Luis David Quiñonez y al ingeniero telemático Manuel Medina.

Al Grupo de Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca y sus estudiantes de Énfasis y de Maestría por su aporte en la obtención de los datos de campo. Especial reconocimiento a la bióloga Diomar Casilimas quien ayudó en la colecta de las macrófitas acuáticas y al profesor Hilldier Zamora por su apoyo y por la oportunidad de trabajar con él en campo.

A la comunidad de Robles en Jamundí, Valle del Cauca, y a sus organizaciones Funecorobles y Palenque 5, por su apoyo en las salidas de campo y por aportar información relevante en la elaboración de este estudio.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo general	6
3.2. Objetivos específicos	6
4. MARCO TEORICO	7
4.1. Antecedentes	11
5. MARCO METODOLOGÍCO	13
5.1. Zona de estudio	13
5.2. Métodos de muestreo	14
5.2.1 Caracterización ambiental	15
5.2.1.1 Calidad del agua	15
5.2.1.1.1 Calidad fisicoquímica	15
5.2.1.1.2 Calidad biológica	15
5.2.1.2 Composición y estructura de las macrófitas acuáticas	15
5.2.1.3 Zona ribereña	16
5.2.1.3.1 Análisis de vegetación	16
5.2.1.3.2 Cobertura vegetal	16
5.2.1.3.3 Uso del suelo	17
5.2.2. Evaluación ambiental	17
5.2.2.1 Valoración cualitativa del paisaje	18
5.2.2.2 Análisis de datos	18
5.2.3 Plan de gestión ambiental	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1. Caracterización ambiental	20
6.1.1. Calidad fisicoquímica del agua	20

6.1.2. Calidad biológica	22
6.1.3. Macrófitas acuáticas	23
6.1.4. Zona ribereña	25
6.1.4.1 Cobertura vegetal	27
6.1.4.2 Uso del suelo	33
6.1.5. Valoración cualitativa del paisaje.	36
6.2. Evaluación ambiental	37
6.2.1. Lista de actividades	37
6.2.2. Lista de chequeo	37
6.2.3. Matriz de influencias dependencias	42
6.3. Plan de gestión ambiental	46
7. CONCLUSIONES	58
8. RECOMENDACIONES	59
9. BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	64

## LISTA DE TABLAS

	Pág.	
Tabla 1.	Valoración económica de los humedales.	10
Tabla 2.	Composición de la vegetación riparia en el sistema de humedales del río Cauca.	25
Tabla 3.	Porcentaje de coberturas para el humedal La Guinea.	29
Tabla 4.	Porcentaje de coberturas para el humedal El Avispal.	30
Tabla 5.	Porcentaje de coberturas para el humedal Cucho e' Yegua.	31
Tabla 6.	Porcentaje de coberturas para el humedal El Chuchal.	32
Tabla 7.	Matriz de intra-usos.	34
Tabla 8.	Valoración cualitativa del paisaje en los humedales del sistema del valle alto del río Cauca.	36
Tabla 9.	Principales actividades antrópicas identificadas en los humedales: La Guinea, El Avispal, Cucho e' Yegua y El Chuchal.	38
Tabla 10.	Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales en los 4 humedales.	42
Tabla 11.	Matriz de Influencias-Dependencias para los humedales: La Guinea, El Avispal, Cucho e' Yegua y El Chuchal.	43
Tabla 12.	Lista de influencias-dependencias presentes en los humedales del valle alto del río Cauca.	44
Tabla 13.	Ficha 1: Programa I. Gestión inter – institucional.	48
Tabla 14.	Ficha 2: Programa II: Delimitación y legalización de los humedales.	49
Tabla 15.	Ficha 3: Programa III: Restauración topográfica y control de infraestructura.	50
Tabla 16.	Ficha 4: Programa III: Restauración topográfica y control de infraestructuras.	51
Tabla 17.	Ficha 5: Programa IV: Manejo de la biodiversidad.	52
Tabla 18.	Ficha 6: Programa V: Gestión Hidrodinámica.	53
Tabla 19.	Ficha 7: Programa VI: Manejo de residuos líquidos y sólidos.	54

Tabla 20.	Ficha 8: Programa VI: Manejo de residuos líquidos y sólidos.	55
Tabla 21.	Ficha 9: Programa VII: Manejo de sistemas productivos.	56
Tabla 22.	Ficha 10: Programa VIII: Plan de seguimiento y monitoreo.	57

## TABLA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Zona de estudio.	13
Figura 2.	Esquema metodológico.	14
Figura 3.	Mapa de coberturas en el humedal La Guinea.	28
Figura 4.	Mapa de coberturas en el humedal El Avispal.	28
Figura 5.	Mapa de coberturas en el humedal Cucho e´ Yegua.	28
Figura 6.	Mapa de coberturas en el humedal El Chuchal.	29
Figura 7.	Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal La Guinea.	30
Figura 8.	Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal El Avispal.	31
Figura 9.	Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal Cucho e´ Yegua.	31
Figura 10.	Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal El Chuchal.	32
Figura 11.	Plano cartesiano de motricidad-dependencia.	45
Figura 12.	Programas de Acción para el Plan de Manejo Ambiental de los 4 humedales en el valle alto del río Cauca.	47

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1.	Consolidado de los valores de la caracterización físico-química hídrica, en los cuatro humedales. 64
Anexo 2.	Diversidad general de macroinvertebrados acuáticos en los 4 humedales. 65
Anexo 3.	Índice de similitud de SORENSEN. 68
Anexo 4.	Macrófitas acuáticas presentes en 4 humedales del valle alto del río Cauca. 68
Anexo 5.	Riqueza e índice de Diversidad alfa de SHANNON-WEAVER (1949) para los humedales estudiados. 70
Anexo 6.	Ficha de valoración cualitativa del paisaje relacionado con un humedal: madre vieja*. 71

## RESUMEN

En este trabajo a partir de la caracterización hidrobiológica, se realizó la evaluación ambiental cualitativa, identificando actividades, tensiones y los problemas originados. Además, se aportó información para la formulación de planes de gestión ambiental para las 4 madrevejas localizadas en el valle alto del río Cauca, en los departamentos del Cauca y Valle del Cauca.

Para conocer el estado ambiental de estos ecosistemas e identificar el grado de perturbación antrópica, se utilizaron indicadores ambientales de primer nivel. El análisis fisicoquímico del agua incluyó variables como: oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, conductividad, turbiedad, nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos totales (SST), entre otros. Igualmente, se evaluó la calidad del agua por medio de macroinvertebrados como bioindicadores. Así mismo, como complemento se observó, describió y analizó la cobertura vegetal ribereña, uso del suelo y la valoración cualitativa del paisaje. La evaluación ambiental cualitativa incluyó instrumentos como listas de chequeo y matriz de interacción.

Los resultados indican que en general la biodiversidad en los humedales es intermedia, las coberturas vegetales están fuertemente alteradas, los paisajes muy intervenidos con tendencia a presentar homogeneidad, los ecosistemas más impactados ambientalmente por las actividades antrópicas son: “Cucho e’ Yegua” y “El Chuchal”, presentándose menor perturbación en los humedales “El Avispal” y “La Guinea” y finalmente el análisis de dichos resultados aportó elementos e insumos para la elaboración de lineamientos presentados a través de fichas, las cuales servirán de insumo para la formulación de planes de gestión para los problemas ambientales identificados en este sistema de humedales.

**Palabras clave:** humedales, bioindicadores, evaluación ambiental, físico-química hídrica, macrófitas acuáticas, macroinvertebrados.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados ecosistemas de gran importancia por los valores y funciones que representan para la vida en el planeta. La Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional reconoció esta relevancia y definió los humedales como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Ramsar, 1971).

En Colombia, los humedales se han calificado como “terrenos baldíos, peligrosos, desagradables y obstáculos para el progreso de la sociedad”... “sin valor ecológico ni ambiental,...destinados a la agricultura, industria y turismo, o han estado asociados con brotes de enfermedades transmitidas por insectos que allí se reproducen activamente”, situación que ha acelerado la disminución y degradación de estas importantes áreas. Para la región del valle geográfico del río Cauca la transformación ha sido dramática presentándose la pérdida de más del 80% de estos ecosistemas (Peña et al., 2012).

En 1997 el estado colombiano reconoció como tarea prioritaria la planificación, el manejo y la conservación de sus humedales a través de la Ley 357 que lo conmina a “elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y en la medida de lo posible el uso racional de los humedales de su territorio”. El Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y el Ministerio del Ambiente (MMA) divulgaron el documento Humedales Interiores de Colombia (1999), herramienta que incluyó el diagnóstico del estado de conservación de los humedales interiores del país y presentó elementos para la valoración de estos cuerpos de agua, además de aportar las bases técnicas en la formulación de la Política Nacional de Humedales (PNH) del 2004.

Del mismo modo, la Resolución 157 de febrero 12 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) busca garantizar el uso sostenible y el

mantenimiento de su diversidad y productividad biológica disponiendo que se haga a partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición, junto con la comunidad, de medidas de manejo. La Resolución 196 de 2006 del Ministerio del Medio Ambiente reglamenta los Planes de Manejo Ambiental.

En la gestación y desarrollado de esta normatividad han contribuido en la región instituciones gubernamentales y no gubernamentales como la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC) y la comunidad organizada, además de la academia a través de los estudios y planes de manejo en la cuenca alta del río Cauca (Peña et al., 2012; Funecorobles-CVC, 2006; CVC, 2009).

La valoración de los humedales se hace posible gracias a sus funciones, productos y atributos. Estos ecosistemas cumplen funciones físicas en las cuencas hidrográficas regulando el ciclo hidrológico y funciones químicas importantes en el ciclo de nutrientes. Biológica y ecológicamente también aportan a la productividad biótica además de retener dióxido de carbono. Socialmente son fundamentales en los sistemas productivos y culturales al brindar la producción natural de recursos hidrobiológicos y brindar soporte en actividades acuícolas. Sumado a esto, los humedales prestan servicios de recreación, investigación científica y de educación ambiental (Naranjo et al., 1999).

En su valle aluvial, el río Cauca ha sido interferido décadas atrás y es la construcción de la Represa Salvajina la interferencia más marcada por modificar los caudales naturales y cortar el ciclo de migración de las especies de peces que en él se desarrollan (Funecorobles-CVC, 2006).

En este trabajo, a partir de la caracterización hidrobiológica y la identificación de actividades antrópicas se desarrollaron evaluaciones ambientales cualitativas en los humedales La Guinea, El Avispal y Cucho e' Yegua localizados en el corregimiento de Quinamayó, jurisdicción del municipio de Jamundí, Valle del Cauca y El Chuchal, municipio de Villa Rica, Cauca, y se fundamentan en el conocimiento del estado actual a fin de proponer medidas para conservar, restaurar y aprovechar estos humedales. Estos ecosistemas leníticos hacen

parte de los tres humedales que aún persisten en el Corregimiento de Quinamayó, dos en la vereda El Avispal (El Avispal y Cucho e' Yegua), que han sido históricamente el medio de subsistencia para la comunidad encontrándose rodeados por fincas tradicionales, cultivos transitorios y pastos para ganado y colindan con terrenos de propiedad de grandes haciendas, quienes han tratado de incluirlos dentro de su propiedad (Funecorobles-CVC, 2006).

## 2. JUSTIFICACIÓN

De los 570 millones de hectáreas de humedales del planeta, más de la mitad se ubican en zonas tropicales y subtropicales, donde los humedales sudamericanos son los más extensos a nivel mundial. En ellos se presenta gran diversidad de ecosistemas y especies, además de una cantidad importante de endemismos. La mayor superficie ocupada por estos humedales se halla en la cuenca de drenajes de los grandes ríos y más del 80% en áreas de clima cálido (Peña et al., 2012; Naranjo et al., 1999).

En Colombia el área total ocupada por lagos, pantanos y turberas, madre viejas, ciénagas, llanuras y bosques inundados es de 2'252.500 ha en zonas continentales. En ese espacio, de los 27 complejos de humedales identificados por el MMA y el IAvH en 1999, destacan los de la vertiente del Caribe, con el 71% de humedales, y entre ellos los humedales del alto río Cauca y las madre viejas y lagunas asociadas desde el sur de Santander de Quilichao hasta las planicies aluviales del Cauca y sus principales afluentes (Naranjo et al., 1999).

En su recorrido Sur-Norte el río Cauca, al atravesar los departamentos de Cauca y Valle del Cauca en su parte plana, contaba a mediados del siglo XX con una extensión de humedales cercana a los 300 Km<sup>2</sup> encontrándose 14.633 ha entre ciénagas y lagunas. Al terminar la centuria, la reducción de más del 90% del área de humedales dejó 1.314 ha. Recientemente se ha determinado la extensión de humedales en 2.893 ha, donde la influencia directa del río Cauca es notoria en las zonas aledañas sometidas a la acción de las crecientes por desbordes del río en las épocas de lluvias (Peña et al., 2012).

Considerados únicos, los humedales del valle alto del río Cauca son reducto de uno de los más extensos sistemas de humedales ubicados en los valles interandinos del norte (Naranjo et al., 1999). Por su vulnerabilidad e importancia económica y cultural y al creciente deterioro de las madre viejas de la zona, es necesaria su caracterización de tal forma que se puedan proponer alternativas de gestión para la conservación de los humedales de la región del valle alto del río Cauca. Estos sistemas naturales son lugares importantes para la conservación de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, siendo cruciales para la conservación de

especies en peligro de extinción, convirtiéndose en los principales soportes para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas (Sandoval y Ramírez, 2007).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

Determinar el estado actual del sistema de humedales del Valle alto del río Cauca en el límite de los departamentos de Cauca y Valle y proponer lineamientos de gestión ambiental para los humedales La Guinea, El Avispal, Cucho e' Yegua y El Chuchal.

#### **3.2 Específicos**

- Analizar la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos, macroinvertebrados y macrófitas acuáticas como bioindicadores.
- Determinar los tipos de coberturas en la zona de protección de los humedales La Guinea, El Avispal, Cucho e' Yegua y El Chuchal.
- Desarrollar una evaluación ambiental cualitativa en los ecosistemas leníticos: El Chuchal (departamento del Cauca), y La Guinea, El Avispal y Cucho e' Yegua (departamento del Valle del Cauca).
- Formular lineamientos para la gestión ambiental de los problemas identificados en los humedales.

#### 4. MARCO TEORICO

El estudio del paisaje, como proceso metodológico, es el análisis riguroso de tres elementos esenciales en un área y periodo determinado: abiótico, biótico y antrópico. Este análisis integrador, bajo el concepto de sistemas dinámicos, hace del paisaje un producto dinámico en el tiempo, en constante cambio natural y modificado por el ser humano a lo largo de la historia (Naundorf et al., 1991).

La descripción metodológica y conceptual del análisis científico del paisaje, se realiza para ser utilizada en la planificación del ordenamiento, mientras que las evaluaciones ambientales tienen en cuenta el desequilibrio natural continuo provocado por factores como clima, geología y uso del suelo; el estudio de indicadores que alteran el medio, permiten conocer determinadas condiciones del ecosistema para poder establecer el impacto ambiental (Naundorf et al., 1991).

Conceptualmente debe tenerse en cuenta la definición del Convenio de Ramsar que reconoce a los humedales continentales como “cuerpos o superficies cubiertas de agua conocidos como marismas, pantanos o turberas, bien sean de régimen natural o artificial, permanentes o temporales estancadas o corrientes, dulces o salobres” (Ramsar, 1971). Según Peña y colaboradores (2012) esta definición es subjetiva y se presta a errores semánticos entre los diferentes países y regiones donde se use. Además, no se fundamenta en un concepto ecológico de humedal, ni lo concibe como una unidad paisajística, o el hábitat característico de especies animales y vegetales, está sesgada hacia humedales concebidos sólo como láminas de agua de carácter permanente o semipermanente y con vegetación litoral, flotante o sumergida. En términos generales se define al humedal por sus componentes visuales básicos (especies biológicas conspicuas, vegetación, suelos, duración de la inundación), más que por sus procesos funcionales. Sin embargo la definición Ramsar, a pesar de su alcance limitado, ha sido aceptada por 159 países y ratificada por Colombia a través de la Ley 357 de 1997 por medio de la cual se aprueba la "Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas".

Cuando se tienen en cuenta muchos componentes ambientales surge el término paisaje, definido como una compleja interacción de fenómenos en el espacio y en el tiempo más la actividad antrópica.

El relieve y la vegetación son de mucha importancia por ser estos los elementos más fácilmente percibidos, pero que también controlan la temperatura y las precipitaciones, la circulación del agua, escorrentías y cauces; esto permite realizar un análisis detallado e integrado del relieve y la vegetación para disponer de información sobre el paisaje de un lugar determinado (García, 1997).

Después de describir y observar el paisaje, es oportuno realizar una zonificación ambiental, herramienta útil para la planificación, manejo y uso racional de los recursos naturales; de este modo, es posible acercar a la sociedad a un equilibrio hombre-naturaleza teniendo en cuenta capacidad de uso, tasa de extracción, acervo cultural de las sociedades y capacidad de auto recuperación de los ecosistemas (Quintero y Pérez, 2000).

Los ecosistemas como escenarios dinámicos donde se desarrollan procesos antrópicos, están expuestos a diferentes formas de presión que actúan sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. La caracterización de esta información permite conocer alternativas integrales que, llevadas a cabo, pueden atenuar algunos efectos nocivos para el manejo de las actividades que se desarrollan en el ecosistema.

La evaluación ambiental se utiliza para un análisis ambiental preventivo, y su finalidad es decidir la pertinencia de un estudio detallado, enfocar la evaluación en los impactos significativos y definir lo que se va a incluir en el análisis específico. En definitiva, ayuda a identificar los requisitos que se deben cumplir con el objetivo de alcanzar la sustentabilidad ambiental.

Al interior de los ecosistemas ocurren procesos denominados funciones. Estas funciones cuando benefician a la sociedad son susceptibles de medirse económicamente por medio del valor de los bienes y servicios derivados de los procesos ecosistémicos (Tabla 1).

Para lograr valorar los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, en este caso los humedales, Barbier (1997) jerarquizó y definió diferentes tipos de valores de los humedales en el contexto del valor económico total y asignó técnicas apropiadas de valoración para cada categoría. Estas categorías son:

1. Valores de uso directo: Son los beneficios resultantes de la explotación de los recursos del humedal o de la interacción con el mismo. Por ejemplo, la pesca o la recreación. Las técnicas de valoración de esta categoría incluyen aproximaciones con enfoque de mercado y fuera de este, como precio de mercado, costo de viaje, valoración contingente, precios hedónicos, precios públicos, acercamiento al costo de oportunidad y costos alternativos o de sustitución.
2. Valores de uso indirecto: El valor económico que tienen los bienes y servicios ambientales por algunos usos no observables que dificultan una cuantificación inmediata del beneficio. Por ejemplo, control de erosión, fijación de carbono, prevención de inundaciones y otros. Los métodos de valoración incluyen costos de daños evitados, gastos evitados, cambios en la productividad y costos de reubicación y reemplazo.
3. Valores de no uso: Son los beneficios que no se derivan ni del uso directo ni indirecto. Los valores de opción y existencia constituyen ejemplos de este tipo de bienes. Aproximaciones de preferencias reveladas, como el método de la valoración contingente, son los únicos acercamientos para estimar los valores de no uso. Estos valores económicos se conectan a las funciones de los humedales, tal como lo plantea y se muestra en la Tabla 1.

Los humedales son ecosistemas altamente variables en el espacio y en el tiempo y los periodos secos y de inundación definen la estructura y la abundancia de la flora. En el caso de las macrófitas, la clasificación se hace a partir de los índices de similaridad utilizando grupos homogéneos a fin de conocer la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Con

esto se observa la respuesta biológica del entorno, importante a la hora de realizar un plan de manejo ambiental (ADESSA, 2006).

Como instrumento integrador de las variables físicas, biológicas, históricas, socioeconómicas, culturales y ambientales, los Planes de Manejo Ambiental (PMA), son documentos técnicos que deben ser realizados según la Guía Técnica adoptada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en su resolución 196 del 1 de febrero de 2006. Los PMA comienzan con la delimitación, caracterización y zonificación de modo que se definan, con participación de los distintos interesados, las medidas de manejo que garanticen el uso sostenible y el mantenimiento de la biodiversidad así como de la productividad biológica. La planificación integral de los humedales ayuda a tomar decisiones respecto a los objetivos del PMA además de identificar y describir las medidas de manejo necesarias para alcanzar los objetivos, determinar los factores que afectan o pueden afectar las características del sitio, entre otras.

**Tabla 1.** Valoración económica de los humedales.

VALORES DE USO			VALORES DE NO USO
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción/ cuasiopción	Valor de existencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pesca</li> <li>● Agricultura</li> <li>● Leña</li> <li>● Recreación</li> <li>● Transporte</li> <li>● Explotación de la fauna y flora silvestres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Retención de nutrientes</li> <li>● Control de crecidas/ inundaciones</li> <li>● Protección contra tormentas</li> <li>● Recarga de acuíferos</li> <li>● Apoyo a otros ecosistemas</li> <li>● Estabilización del microclima, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Posibles usos futuros (directos e indirectos)</li> <li>● Valor de la información en el futuro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biodiversidad</li> <li>● Cultura, patrimonio</li> <li>● Valores de legado</li> </ul>

Fuente: Modificado de Barbier et al, (1997).

El sistema hidrológico del alto Cauca se caracteriza por contar con numerosas madrevejas formadas por las curvas antiguas ubicadas a orillas del río a unos 100 m de longitud de su canal central. Los bosques inundables y bañados estacionalmente están asociados a una gran cantidad de brazos muertos de río de carácter permanente. Estos humedales son por tanto únicos al ser los restos del antiguo sistema de madrevejas más extensos de los valles interandinos del norte (Naranjo et al., 1999).

#### **4.1 Antecedentes**

La zona hidrográfica de la cuenca alta del río Cauca, localizada en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca, contaba en 1955 con un área de humedales y madrevejas mayor a 15.000 ha. Producto de la expansión de la frontera agrícola y urbana debida al crecimiento poblacional y económico, en la actualidad se cuenta con menos de 3.000 ha, situación que ha disminuido la capacidad de regulación natural cuando se presentan eventos climáticos extremos (Sandoval y Ramírez, 2007).

Puesto que el sector de estudio en el valle geográfico del río Cauca comprende humedales entre los departamentos de Cauca y Valle del Cauca las acciones de conservación y estudio se realizan por parte de la Corporación Autónoma del Cauca (CRC) y la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC), labor que cada entidad ha realizado de forma independiente.

El Plan de Acción Trienal 2004-2006, "Construyamos el Sistema Regional Ambiental" hace manifiesto el interés por la conservación de estos ambientes desde el 2003 cuando la CRC identificó y clasificó todos los humedales de la cuenca del río Cauca a escala 1: 100.000, en cinco grandes complejos que incluían el valle geográfico del río Cauca en el norte del departamento y el Embalse de Salvajina. Es en esta fecha cuando la Corporación enfoca sus esfuerzos de gestión en los humedales de su jurisdicción identificando la cuenca del río Cauca como "zona prioritaria para desarrollar los trabajos con humedales, ya que alberga las poblaciones más grandes y las principales actividades agropecuarias e industriales del Departamento" (CRC-WWF, 2006).

Es entonces cuando, en una primera fase de trabajo, se seleccionó la zona del norte del Departamento llevándose a cabo un inventario más detallado de los humedales presentes (escala 1:25.000–1:5.000), respondiendo a los lineamientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial para ecorregiones estratégicas. Simultáneamente, se inició un proceso de elaboración y concertación del plan de manejo de los humedales en el norte del departamento (CRC-WWF, 2006).

Por su parte, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), con el apoyo de la Universidad del Valle, durante la última década han ahondado en el estudio del comportamiento del río Cauca en su valle alto a través de la investigación, documentación y sistematización del comportamiento del río Cauca. Estos estudios y las obras ejecutadas por la Corporación se compendian en la obra de 2007 "El río Cauca en su valle alto: Un aporte al conocimiento de uno de los ríos más importantes de Colombia".

El municipio de Jamundí en su Plan de Ordenamiento territorial, reconoce a los humedales “como áreas de especial significancia ambiental” y al río Cauca y sus tributarios Jamundí, Claro, Timba, entre otros, como ecosistemas estratégicos. La Fundación EcoRobles junto con la CVC, formulan el Plan de Manejo Ambiental del Humedal madre vieja El Cabezón. En este documento se menciona como algunas madre viejas de esta región han sido objeto de diagnósticos muy generales como el Plan de Manejo Integral de ecosistemas naturales asociados ubicados en el valle geográfico del río Cauca realizado en 1991 por Salcedo E., Gómez F. y Fernández J. En el 2003 la CVC financia los Planes de Manejo Ambiental de Guinea y Guarinó los cuales ejecuta GEICOL Ltda. (Funecorobles-CVC, 2006; GEICOL Ltda. – CVC, 2003).

## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.1 Zona de estudio

En el Valle alto del río Cauca, en el sector comprendido entre los departamentos de Cauca y Valle, se encuentran ubicadas las madre viejas objeto de estudio así:

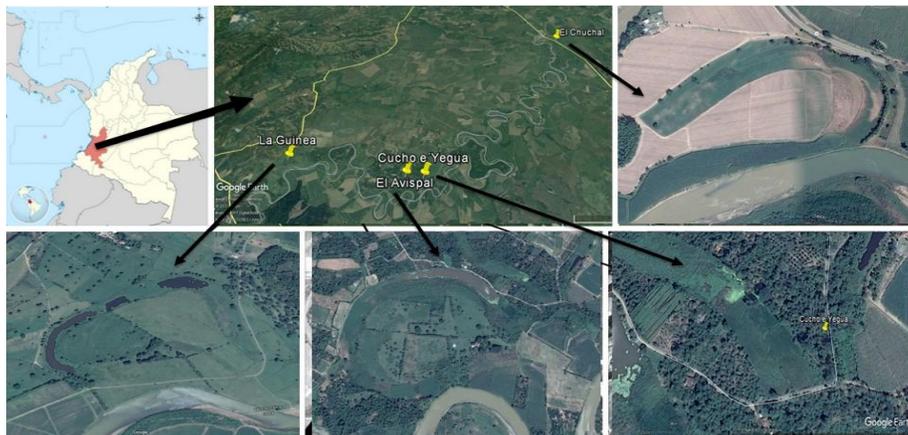
El humedal lacustre La Guinea, en el corregimiento de Robles, Jamundí, Valle del Cauca, a los 990 m.s.n.m., en las coordenadas N 03°07'29,3'' y los W 76°35'48,7'', con un área de 11 ha.

El Avispal, en el corregimiento de Quinamayó, Jamundí, Valle del Cauca, es un humedal lacustre a los 985 m.s.n.m. con un área de 11 ha ubicado en los N 03°07'04,6'' y W 76°32'59,9''.

Cucho e Yegua, localizado a los 985 m.s.n.m, en el corregimiento de Quinamayó, municipio de Jamundí, Valle del Cauca, con un área de 16,5 ha se ubica a los N 03°07'07,5'' y W 76°32'54,9''. Esta madre vieja se considera como una formación palustre.

El humedal palustre El Chuchal en Villa Rica, departamento del Cauca, área de 4,2 ha, 970 m.s.n.m., localizado geográficamente así: N 03°07'29,3'' W 76° 35' 48,7''.

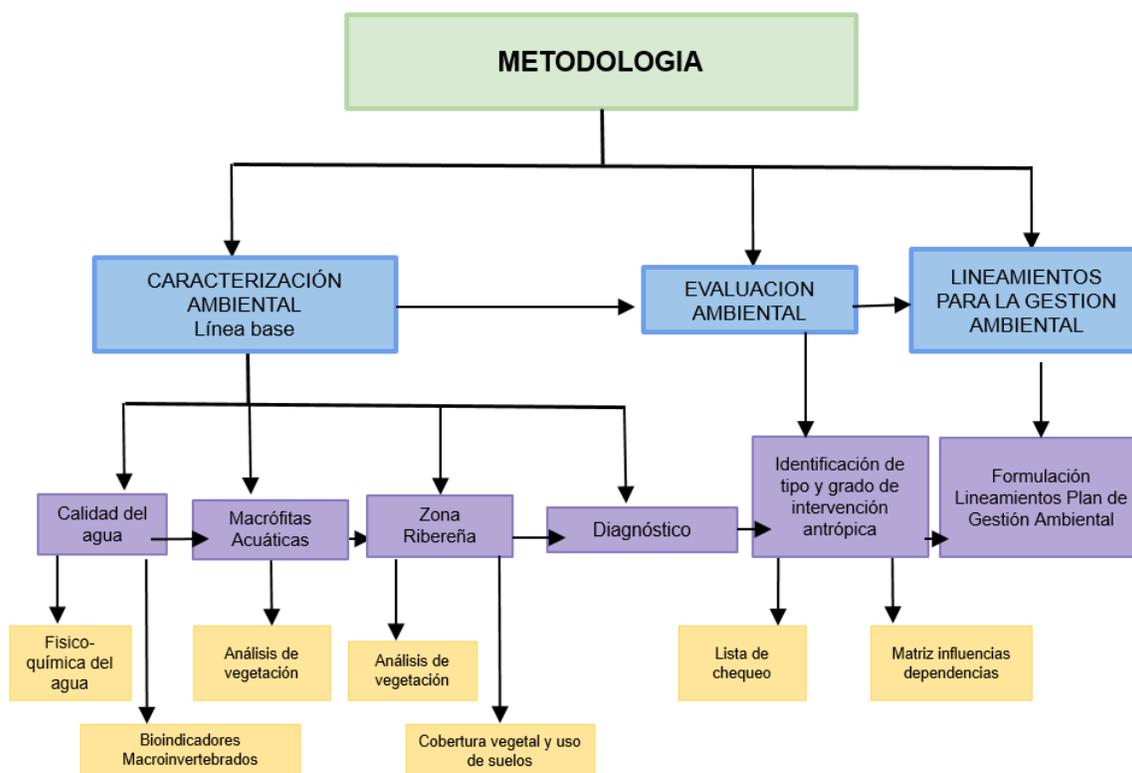
Figura 1. Zona de estudio.



## 5.2 Métodos de muestreo

La metodología de este estudio incluyó revisión de información secundaria, trabajo de campo y laboratorio. A partir de la información consolidada para estructurar la línea base se efectuó la evaluación ambiental, la cual identificó las actividades antrópicas, los tensores y valoró cualitativamente los efectos de dichas actividades sobre los diversos componentes ecosistémicos de las 4 madrevejas pertenecientes al complejo de humedales del valle alto del río Cauca. La evaluación ambiental se desarrolló utilizando listas de chequeo y aplicando la matriz de interacción de Influencias-Dependencias. Con esta información se formularon, a partir de fichas, los lineamientos para la elaboración del Plan de Gestión Ambiental (PGA). Con este insumo las autoridades ambientales e interesados podrán formular e implementar los planes de manejo ambiental de acuerdo con las pautas del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 196 del 2006). (Figura 2).

Figura 2. Esquema metodológico.



La caracterización de la zona de vida se realizó con base en los sistemas de clasificación de Holdridge (1978) y Cuatrecasas (1958). La información para clasificar cada zona se obtuvo del IGAC (2009), al igual que lo relacionado con los datos de clima y suelo.

**5.2.1 Caracterización Ambiental.** La caracterización ambiental se realizó con información secundaria obtenida en los últimos años por el Grupo de Recursos Hidrobiológicos Continentales (GRHC) en el proyecto de la VRI-UNICAUCA (Zambrano et al., 2014) para determinar la calidad del agua por medio de la medición de parámetros fisicoquímicos y biológicos (Macroinvertebrados y Macrófitas acuáticas como bioindicadores). El estudio de la zona ribereña y la valoración cualitativa del paisaje se hizo a través de la observación directa en jornadas de campo.

#### **5.2.1.1 Calidad del agua**

**5.2.1.1.1 Calidad fisicoquímica.** El GRHC evaluó los parámetros fisicoquímicos utilizando la metodología propuesta por Vásquez (2002) y Andújar y Henao (2008). Los parámetros analizados fueron pH, temperatura del agua, temperatura ambiental, sólidos suspendidos totales (SST), turbidez, conductividad, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, nitratos, cloruros, sulfatos, fosfatos y dióxido de carbono.

**5.2.1.1.2 Calidad Biológica.** Los macroinvertebrados bentónicos son considerados los mejores indicadores biológicos. Su abundancia y presencia en casi todos los ecosistemas de agua dulce, se suma al hecho de ser componentes principales de las cadenas tróficas en su medio y que por sus características, se consideran indicadores muy importantes para determinar la calidad de las aguas naturales. La información correspondiente a este grupo de organismo se obtuvo igualmente del informe de la de Caracterización Hidrobiológica del proyecto de la VRI-UNICAUCA (Zambrano et al., 2014). Dentro de este contexto se utilizó en el presente estudio la adaptación del Índice BMWP para Colombia (Zamora, 1999).

**5.2.1.2 Composición y estructura de las macrófitas acuáticas.** Las macrófitas acuáticas, además de ser un grupo funcional heterogéneo por sus relaciones sistemáticas y evolutivas,

son elementos clave en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos (Posada y López, 2011).

Como indicadores biológicos, las plantas acuáticas permiten conocer la calidad del agua al ser sensibles tanto a los cambios hidromorfológicos como físico-químicos. Por tal motivo se les considera de alto valor al momento de cualificar las características ecológicas del medio acuático. Funcionalmente se puede clasificar a las macrófitas acuáticas de acuerdo a sus hábitos de crecimiento y a la relación de la especie con el medio en que se desarrolla. Las plantas con estructuras vegetativas, flotantes o sumergidas, se incluyen entre los hidrófitos; en las halófitas o de pantano, hojas, tallos y flores emergen del cuerpo de agua, estas plantas suelen acompañar a la vegetación higrófitas que crece sobre suelos húmedos ubicados en el borde de los humedales (Cirujano et al., 2011).

El análisis de las comunidades vegetales acuáticas, composición y diversidad, se hizo a partir de su caracterización. Esta última se llevó a cabo utilizando la metodología e información de Zambrano y colaboradores (2009; 2014).

### **5.2.1.3 Zona Ribereña**

**5.2.1.3.1 Análisis de vegetación.** El estudio de la vegetación ribereña incluyó la composición de especies, la determinación de la franja protectora y su cobertura. Teniendo en cuenta la distribución de las especies en campo y su cobertura se determinó el grado de sociabilidad de acuerdo con Braun-Blanquet (1979).

**5.2.1.3.2 Cobertura Vegetal.** Las coberturas vegetales se determinaron para este complejo de humedales a partir de su observación directa en campo y de las imágenes satelitales de Google Earth Pro a fin de determinar el tipo y área de cada cobertura.

Al obtener los diferentes mapas de zonificación se procedió a la superposición en Google Earth Pro para realizar el análisis de los mismos obteniendo las zonas de protección del humedal, el área de espejo de agua, zona de pastizales y herbáceas, árboles aislados, vías, cultivos y bosque heterogéneo.

**5.2.1.3.3 Uso del suelo.** Para evaluar el uso del suelo se realizó la respectiva cartografía y se aplicó una matriz de “intra-usos” (Ortega y Rodríguez, 1996), confrontando los datos de uso actual con el uso potencial, e identificando las situaciones de conflicto, al establecer situaciones de compatibilidad-incompatibilidad. El uso del suelo que es una variable de gran importancia para medir el impacto ambiental sobre el paisaje, se cuantificó por medio de composición fotográfica, y también a partir de cartografía relacionada con información base de la topografía.

**5.2.2 Evaluación Ambiental.** A partir de la información acerca de las variables físicas, biológicas y ambientales, se llevó a cabo la evaluación ambiental cualitativa aplicando básicamente dos instrumentos: una lista de chequeo o de verificación y una matriz, en este caso la de influencias- dependencias, a través de las cuales se identificaron y evaluaron las actividades que producen perturbaciones sobre los componentes ecosistémicos de los 4 humedales y su área de influencia directa.

La matriz de Influencias-Dependencias, se aplicó con la finalidad de identificar las actividades presentes en la zona de estudio, actividades que actúan como tensores y están generando impactos en los componentes ecosistémicos a nivel biótico, abiótico y antrópico. Lo más valioso de la matriz es que identifica las actuaciones con su grado tanto de Influencia o Motricidad, como de Dependencia sobre los componentes ambientales. Este instrumento también posibilita la identificación de actividades y/o componentes en estado de conflicto (Ordóñez, 2008).

Para lograr identificar de manera satisfactoria dichas presiones y producir un análisis cualitativo se requirió determinar un número de variables indicadoras dependientes e influyentes que permitieron centrar la atención y escoger indicadores que corresponden a la evaluación de la problemática.

La Lista de Chequeo o de Verificación: es una herramienta que permite asociar una serie de componentes de manera global y específica para visualizar la problemática (Arias y Calva-che, 2002). Se aplica para identificar los impactos ambientales y aporta ideas acerca de las

variables, ya sean componentes o actividades que se tomaron como insumo a la hora de organizar la matriz, realizar la evaluación cualitativa y el respectivo análisis. A partir de la información colectada en campo y de la aplicación de los instrumentos de evaluación se realizó el análisis de la información y se formuló y presentó a través de fichas técnicas, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) para los problemas identificados en dichos ecosistemas.

**5.2.2.1 Valoración cualitativa del paisaje.** A partir de la observación directa, la información colectada en campo, que incluyó los indicadores que describen y determinan las variables físicas, biológicas con sus respectivos índices, y la información sobre las huellas de la intervención antrópica, se siguió la metodología de valoración del paisaje para una cuenca hidrográfica utilizada por Martínez-Villar (2010) y adaptado por Zambrano (2011), para la valoración cualitativa del paisaje. Este instrumento fue probado en campo y ajustado según los requerimientos específicos de este proyecto.

Para la valoración de la calidad visual, método utilizado en el presente trabajo, se hizo una combinación de los métodos directos e indirectos. La valoración directa se realizó a partir de la observación de la totalidad del paisaje, aprovechando los recorridos de campo y la consulta de las fichas de campo con su correspondiente registro fotográfico. Para la valoración indirecta el método se ha integrado en valoraciones cualitativas y cuantitativas que evalúan el paisaje, analizan y describen sus componentes, apoyado con fotografías aéreas y satelitales digitales (García, 1997).

**5.2.2.2 Análisis de datos.** Se presentan los listados de composición de las especies representativas y/o indicadoras por humedal. Con la ayuda de la observación en campo se establecieron los efectos sobre la vegetación. La lista de chequeo y la matriz, la caracterización ambiental y la cartografía, permitieron desarrollar la evaluación ambiental cualitativa. Con este diagnóstico se pudo formular los lineamientos del plan de gestión para el sistema de humedales estudiado.

**5.2.3 Plan de Gestión Ambiental.** Una vez realizada la caracterización ambiental se identificó y evaluó las diferentes problemáticas que están afectando los humedales para inferir y

generar con ello un plan para el uso sostenible de los humedales. El Plan incluye la formulación de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar los humedales. Teniendo en cuenta las diferentes metodologías y/o fichas de valoración ambiental como las reportadas en el manual de estudios ambientales del Ministerio del Ambiente (2010) y las guías ambientales del INVIAS (2007 y 2011), se efectuaron las modificaciones y adaptaciones que facilitaron la aplicación de estos instrumentos al ecosistema objeto de estudio de este proyecto.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización ambiental

Los humedales estudiados: La Guinea, El Avispal, Cucho e´ Yegua y El Chuchal, presentan diversos grados de alteración y, como en otros humedales del sistema, el uso del agua ha generado procesos de eutrofización afectando severamente la calidad del agua de los mismos. A continuación se describen los componentes tenidos en cuenta para determinar el estado ambiental de estas madrevejas.

**6.1.1 Calidad fisicoquímica del agua.** Los resultados de la caracterización fisicoquímica para las 4 madrevejas se reportan en el Anexo 1, y fueron obtenidos durante la determinación del estado sucesional de los humedales en la cuenca alta del río Cauca (Zambrano et al., 2015). A partir de estos datos se pueden hacer las siguientes inferencias:

En general, la temperatura del agua correspondió a la encontrada en los ecosistemas tropicales lénticos ubicados en el piso Basal oscilando entre 21,0 y 26,0°C en altitudes entre 950 y 985 m.s.n.m. (Zambrano et al., 2015).

El OD, el nitrógeno y el fósforo encontrado en estos humedales constituye una evidencia del estado de contaminación de los humedales de la cuenca alta del río Cauca, características similares fueron reportados por Baena (2009) para humedales del departamento del Valle del Cauca, donde la calidad del agua con un OD menor de 4 mg/L no garantiza la preservación de la fauna y la flora, aunque puede estimular la proliferación de especies invasoras como se ha reportado en otros cuerpos de agua (Baena, 2009).

La demanda de oxígeno en estas madrevejas es alta, producto de la rápida degradación de materia orgánica. Sumado a esto, el escaso recambio de agua entre el río Cauca y los humedales hace que el porcentaje de saturación de oxígeno este por debajo del mínimo óptimo de 80%. La oferta ambiental de este gas por fotosíntesis y/o intercambio atmosférico, es inferior a la demanda producto de la respiración y degradación-oxidación de la carga orgánica.

nica, haciendo que en los humedales Cucho e´ Yegua y El Chuchal su condición sea anaerobia dado el déficit de O<sub>2</sub>D reportado.

Dadas estas condiciones, las concentraciones de CO<sub>2</sub> son altas, llegan a superar el máximo normal para aguas naturales de 25,0 mgCO<sub>2</sub>/l en el humedal Cucho e´ Yegua (Roldán, 2008; Vásquez et al, 2013, citado por Zambrano et al., 2015). Correlativamente, los valores de pH, acidez total y alcalinidad total, corresponden a aguas ácidas, excepto “La Guinea” que presentó aguas alcalinas y una columna de agua de hasta 3,0 m en promedio con una relación mayor entre la zona de fotosíntesis de algas y bacterias y la zona de degradación orgánica. Situación opuesta se da en “El Chuchal” y “Cucho e´ Yegua” cuya profundidad no excede los 0.50m. Cabe anotar que en “La Guinea” y “El Avispal” la concentración de hierro se relacionan con el pH, indicando que la acidez mineral no incide notoriamente en este parámetro, situación contraria a la encontrada en “El Chuchal” y “Cucho e´ Yegua” (Zambrano et al., 2015).

En cuanto a los usos sanitarios y acuícolas, se puede decir que la tendencia del agua en estos humedales es “semidura” y dura según el caso (Vásquez et al., 2013; Vásquez, 2009, citado por Zambrano et al., 2015) indicando cierta capacidad amortiguadora de estos cuerpos de agua a excepción de “Cucho e´ Yegua” que como se mencionó posee una acidez significativa. Las concentraciones de calcio señalan una mediana condición de productividad, con tendencia mesotrófica, excepto “Cucho e´ Yegua” que tiende a la eutrofia (Zambrano et al., 2015).

Los iones producto del ciclo de nutrientes N, P y Cl<sup>1-</sup>, N total y P total, indicadores de procesos de degradación de materia orgánica, sumados a la valoración del índice de contaminación trófico, ICOTRO, clasificaron a los humedales como eutróficos para “La Guinea” pese a que aquí se vierten aguas servidas del corregimiento de Robles, lo que hace pensar que aumentará la eutrofización si no se desarrollan medidas de manejo ambiental en él (Zambrano et al., 2015). “El Avispal” de condiciones eutróficas; “Cucho e´ Yegua” hiper-eutroficado, con un recambio mínimo de agua y “El Chuchal” con tendencia a la eutrofización, con una columna de agua que oscila entre 0,30 m y 0,50 m.

Si bien es cierto que los procesos de eutrofización se originan de forma natural y se van desarrollando lentamente en los ecosistemas acuáticos al recibir, por ejemplo por escorrentía, el aporte de nutrientes. También la eutrofización es causada por las actividades antrópicas, al generar vertimientos que aceleran dichos procesos contaminando los humedales, sedimentándolos, colmatándolos y finalmente acelerando el proceso sucesional. En este sentido, Valencia y Figueroa (2015) expresan que los cambios de los humedales y su vulnerabilidad están directa o indirectamente relacionados con los patrones de distribución de los asentamientos humanos.

Al observar la carga orgánica de estos humedales y los macronutrientes es necesario tenerlos en cuenta a la hora de diseñar y ejecutar programas de acuicultura y al hecho que el DBO<sub>5</sub>, la conductividad y los sólidos disueltos totales señalan una clara tendencia a la eutrofización de estos ecosistemas (Zambrano et al., 2015).

En particular, se puede decir que los parámetros físico-químicos OD, SDT, N, P y conductividad, están determinados por la altura de la columna de agua que depende de las condiciones climáticas oscilando según la temporada de lluvias y sequía. Del mismo modo, las actividades agrícolas y ganaderas modifican estas variables por ser aportantes de nutrientes en estos cuerpos de agua.

**6.1.2 Calidad biológica.** Los macroinvertebrados bentónicos son considerados los mejores indicadores biológicos. Su abundancia y presencia en casi todos los ecosistemas de agua dulce, se suma al hecho de ser componentes principales de las cadenas tróficas en su medio y que por sus características se consideran indicadores muy importantes para determinar la calidad de las aguas naturales.

Los grupos de macroinvertebrados acuáticos encontrados por Zambrano et al., (2015) en los 4 humedales estudiados se presentan en el Anexo 2. "La Guinea", "El Avispal", "Cucho e Yegua" y "El Chuchal" presentaron respectivamente 48, 46, 26 y 33 géneros, todos ellos reportados para el departamento del Cauca (Zamora, 2013 y 2014). Estos valores indican baja riqueza de géneros según los reportes de estudios en humedales similares hechos por

Álvarez (2003); Jaramillo (2004); Martínez (2009); Vanegas (2005); Viveros y Guillot (2006), citados por Zambrano y colaboradores en 2015.

Es importante mencionar que en el 2012 en "El Avispal" el helecho *Azolla philiculoides* cubrió completamente el espejo de agua desmejorando su calidad y no permitiendo la colecta de macroinvertebrados durante este período según lo indican Zambrano y colaboradores (2015).

"El Avispal" y "La Guinea" resultaron ser los humedales con mayor similaridad al analizar los macroinvertebrados presentes en ellos al compartir el 45.7% de las especies en ellos presentes (Ver Anexo 4). Por su parte, Cucho e´ Yegua resultó ser el más disímil con valores de 8,1%, 8,3% y 13,5% al compararse con "La Guinea", "El Avispal" y "El Chuchal" respectivamente (Zambrano et al., 2015). "Cucho e´ Yegua" es un humedal que ha visto acelerado su proceso de sucesión desde el 2011 debido a la actividad antrópica que invadió rápidamente el área de espejo de agua por cultivos de arroz y maíz aprovechando el periodo de estiaje momento en el que el nivel del agua se reduce con rapidez (Zambrano et al., 2015).

Alterado por actividades ganaderas, "El Chuchal" ha disminuido su espejo de agua, el cual se divide en tres áreas más pequeñas de 50 a 100 m<sup>2</sup> que son colonizadas por macrófitas, ciperáceas y gramíneas principalmente (Zambrano et al., 2015).

La madreveja con menor intervención antrópica es "La Guinea", situación que ha permitido su estabilidad pese a desarrollarse actividades ganaderas en ella. Los Bundes, vegetación flotante agrupada, son conspicuos en este humedal cuando van a la deriva sobre el espejo de agua (Zambrano et al., 2015).

**6.1.3 Macrófitas acuáticas.** Según la Caracterización hidrobiológica de humedales en la cuenca alta del río Cauca realizada en 2015 por Zambrano y colaboradores el componente florístico mostró que las familias mejor representadas fueron Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae y Onagraceae (ver Anexo 4). Los valores de riqueza y diversidad en cada uno de los

humedales se presentan en el Anexo 5 y la vegetación acuática se clasificó siguiendo a Novelo-Retama (2006, citado por Zambrano et al., 2015).

La diversidad biótica en este complejo de humedales tiende de media a baja reflejando la calidad del agua, su profundidad y el régimen hidrológico, lo anterior es concordante con el planteamiento de Peck (2009) para los humedales del Valle del Cauca.

El tipo de vegetación acuática encontrada en los humedales se describe a continuación:

**Pleustofítica.** Vegetación flotante libre que se encontró en los 4 humedales en diferentes puntos de sus espejos de agua como el buchón de agua (*E. crassipes*), la lechuguilla (*Pistia stratiotes*), los helechos acuáticos (*Salvinia sprucei*) y azola (*Azolla filiculoides*) y la lenteja de agua (*Lemna* sp).

**Hidrófilas acuáticas.** Las enraizadas de hojas flotantes como el loto (*Nymphaea* sp) y *Nymphoides indica*.

**Hidrófilas enraizadas de tallos postrados sobre la superficie del agua.** *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum polygonotum*, *Paspalum repens* y *Ludwigia peploides*.

**Hidrófilas enraizadas emergentes.** La agrupación de tifas, o espadañas, donde sobresale *Typha latifolia* fueron más abundantes en "El Avispal". En general las Cyperaceae, acompañadas por *Thalia geniculata* fueron las más comunes y las de más grande extensión en estos ecosistemas.

**Hidrófilas sumergidas.** *Utricularia foliosa*, única especie de este tipo en este estudio, fue reportada en el humedal "La Guinea". Las modificaciones en las características hidráulicas y la calidad de agua de todos estas madrevejas han generado la desaparición de este tipo de vegetación en algunos humedales del sistema de humedales del valle alto del río Cauca (Zambrano et al., 2015).

En general, para este tipo de ecosistemas leníticos, según su grado de inundación, es posible clasificar la vegetación acuática en comunidades de pantano, enraizadas y flotantes como lo sugiere Rangel y colaboradores (2012), citado por Zambrano y colaboradores en 2015, para las ciénagas del sur del Cesar.

En cuanto a la composición, riqueza y estado sucesional de estos humedales, se encuentra que la vegetación acuática es similar a la presente en estos ecosistemas en los valles interandinos del Cauca y Patía en el departamento del Cauca (Zambrano et al., 2013).

En las 4 madrevejas trabajadas dominaron las plantas helófitas sobre la vegetación hidrófi-ta flotante o la sumergida (Zambrano et al., 2015).

El sistema de humedales del valle alto del río Cauca esta ecológicamente zonificado a partir del área de espejo de agua, el grado de inundación, el nivel de la columna de agua y la duración del periodo de inundación. Estos factores son determinantes en la composición y disposición florística (Rangel, 2010, citado por Zambrano et al., 2015).

**6.1.4 Zona Ribereña.** En la Tabla 2 se reporta la composición de las especies vegetales que bordean el sistema de humedales del río Cauca. El palmiche (*Sabal mauritiiiformis*), el chiminango (*Pithecellobium dulce*) y el cachimbo (*Erythrina fusca*), son las especies comunes a los 4 humedales.

Tabla 2. Composición de la vegetación riparia en el sistema de humedales del río Cauca.

**La Guinea (1), El Avispal (2), Cucho e´ Yegua (3) y El Chuchal (4).**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees.	X			X
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.		X	X	
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.		X	X	
	<i>Annona cherimola</i> Mill.		X	X	
Arecaeae	<i>Sabal mauritiiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl.		X	X	X
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.		X	X	

Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	X	X		
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	X	X		
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	X	X		
	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	X	X	X	X
	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	X	X		
	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.	X	X	X	X
	<i>Inga densiflora</i> Benth.	X	X		
	<i>Inga edulis</i> Mart.	X	X		
	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms				X
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	X	X		X
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	X	X		X
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.				X
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	X	X		
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	X	X		
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X	X		
	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	X	X		
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	X	X		
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	X	X		
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	X	X		
	<i>Musa sapientum</i> L.	X	X		
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	X			
Piperaceae	<i>Piper sp</i>				X
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv.	X	X	X	X
	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth.	X	X	X	X
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	X	X		
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco.	X	X		
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	X	X		
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	X	X	X	
	<i>Melicocca bijuga</i> L.	X	X		
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	X			
	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.	X			

Los resultados indican la presencia de 37 especies agrupadas en 17 familias. En el humedal El Avispal las familias mejor representadas en esta madre vieja son: Malvaceae, Rutaceae y Fabaceae. Bordeando el humedal en la zona norte, se encontraron especies vegetales arbóreas aprovechadas por la comunidad como cultivos de pancoger y en la zona sur árboles dispersos en una matriz silvopastoril.

En el humedal El Chuchal se reportaron 25 especies agrupadas en 11 familias, donde Fabaceae y Poaceae fueron las mejor representadas en esta madre vieja palustre. El humedal es básicamente un reservorio de agua para el ganado hallándose árboles dispersos por el sector norte de esta madre vieja.

La madre vieja Cucho e Yegua está bordeada por fincas tradicionales de afrodescendientes donde predominan el sistema agroforestal con cultivos de pancoger para el consumo doméstico y de rentabilidad para el intercambio comercial. Por su parte La Guinea se ubica dentro de un sistema silvopastoril.

La vegetación riparia reportada en los humedales constituye una fuente de germoplasma a tener en cuenta en futuros planes de revegetalización en procesos de restauración ecológica.

**6.1.4.1 Cobertura vegetal.** El tipo de cobertura vegetal y su porcentaje alrededor de los humedales se muestran en las Tablas 3, 4, 5 y 6, y en las Figuras 3, 4, 5 y 6.

Figura 3. Mapa de coberturas en el humedal La Guinea.



Figura 4. Mapa de coberturas en el humedal El Avispal.



Figura 5. Mapa de coberturas en el humedal Cucho e´ Yegua



Figura 6. Mapa de coberturas en el humedal El Chuchal.



En general, en estos humedales la cobertura está dominada por cultivos de caña de azúcar y arroz, potreros, fincas tradicionales, viviendas y vías de acceso. Los tipos de cobertura y sus porcentajes en cada madre vieja se reportan en las Tablas y Figuras siguientes:

Tabla 3. Porcentaje de coberturas para el humedal La Guinea.

Cobertura	%
Viviendas	0,00
Vías y caminos	1,25
Arboles aislados	8,00
Pastos y herbáceas	90,24
Cultivos	0,00
Cultivos de pancoger	0,00
Bosque heterogéneo	0,00

Figura 7. Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal La Guinea.

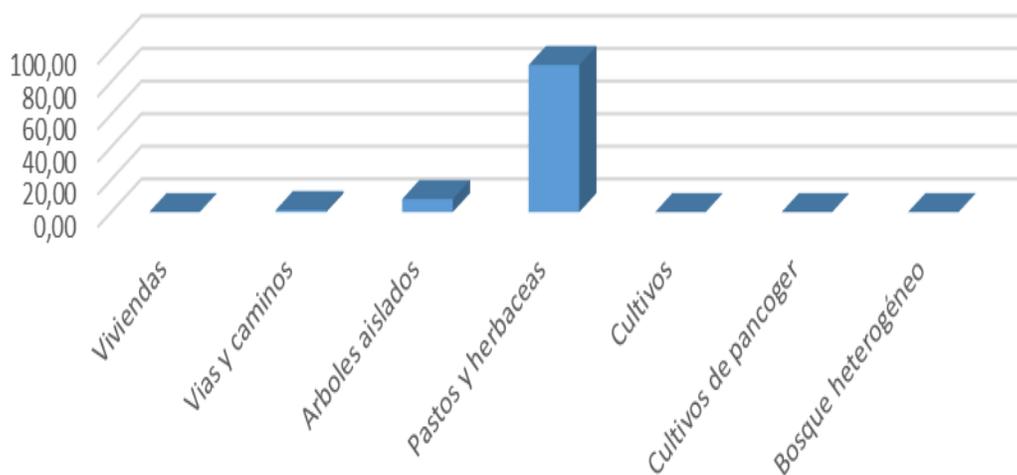


Tabla 7. Porcentaje de coberturas para el humedal El Avispal.

Cobertura	%
Viviendas	0,77
Vías y caminos	4,75
Arboles aislados	10,46
Pastos y herbáceas	61,20
Cultivos	10,77
Cultivos de pancoger	11,61
Bosque heterogéneo	0,00

Tabla 7. (Continuación)

Figura 8. Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal El Avispal.

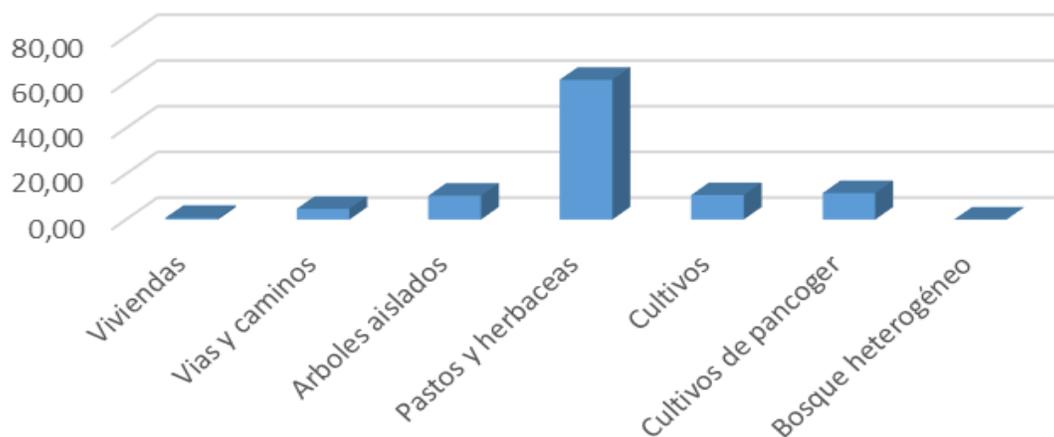


Tabla 5. Porcentaje de coberturas para el humedal Cucho e´ Yegua.

Cobertura	%
Viviendas	2,44
Vías y caminos	2,79
Arboles aislados	0
Pastos y herbáceas	35,98
Cultivos	13,51
Cultivos de pancoger	7,48
Bosque heterogéneo	47,87

Figura 9. Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal Cucho e´ Yegua.

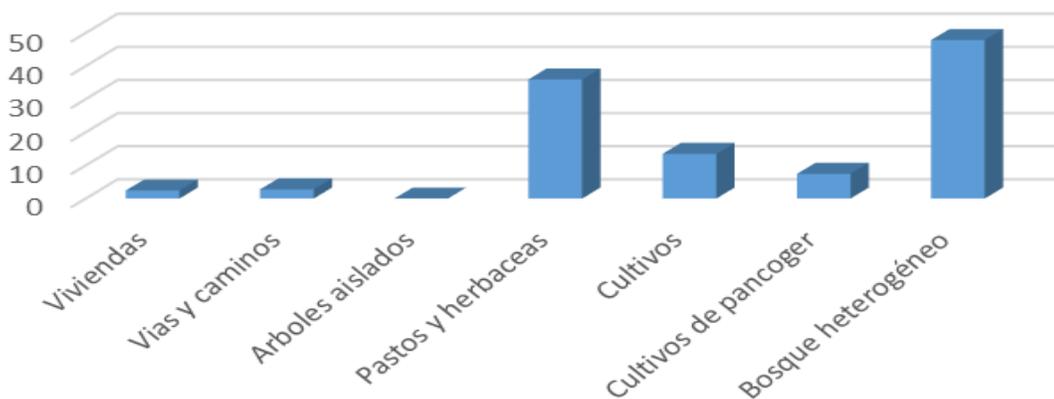
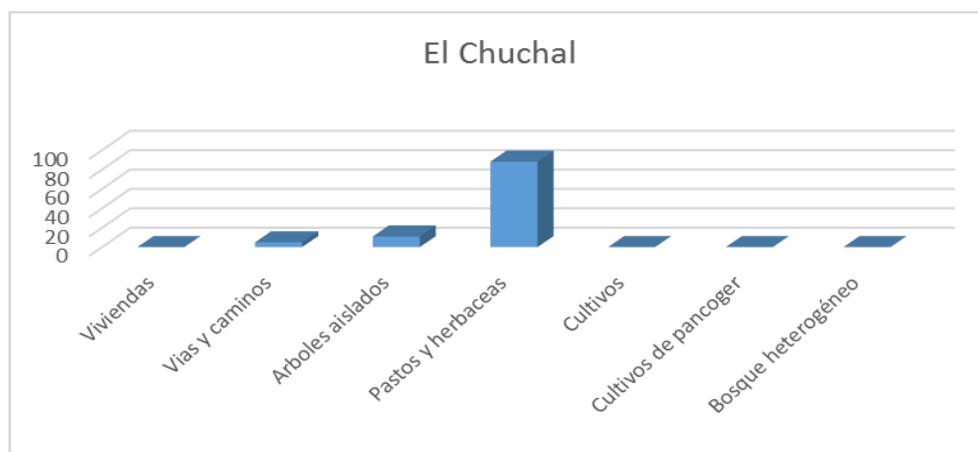


Tabla 6. Porcentaje de coberturas para el humedal El Chuchal.

Cobertura	%
Viviendas	0
Vías y caminos	4,96
Arboles aislados	10,96
Pastos y herbáceas	88,22
Cultivos	0
Cultivos de pancoger	0
Bosque heterogéneo	0

Figura 10. Diagrama de barras para el porcentaje de las coberturas en el humedal El Chuchal.



En los 4 humedales es notoria la escasa cobertura vegetal arbórea siendo la presencia de árboles aislados inferior al 11%. Solo el humedal Cucho e´ Yegua presentó cobertura de Bosque Heterogéneo en la zona de protección del 47%.

Los pastos y herbáceas están ocupando un gran porcentaje de la zona de ronda en los humedales La Guinea, El Avispal y El Chuchal con el 90, 61 y 88 % respectivamente, mientras que Cucho e´ Yegua mostró una cobertura del 36%.

Es evidente en todos los casos la pérdida de cobertura vegetal nativa y el remplazo por plantas exóticas, bien como forraje para el ganado, bien como árboles frutales de aprove-

chamiento económico. En el caso particular de La Guinea y El Chuchal hay una presencia significativa de cultivos de caña de azúcar en la zona de influencia directa de estos humedales. Según Vargas (2009), las principales amenazas a la vegetación nativa de los humedales y bosques inundables son la “destrucción de la vegetación con eliminación de especies y cambio de las características del hábitat, cambios en las condiciones físicas o químicas de los hábitats, invasión y establecimiento de nuevas especies”.

En el transcurso de este estudio se observaron cambios significativos en las coberturas vegetales de los humedales lo cual se puede evidenciar en el avance, principalmente, de las plantas helófitas hacia el interior de los humedales, situación directamente relacionada con la alteración en el ciclo hidrológico. Lo anterior se ve agravado por el cambio climático que amenaza a estos ecosistemas, su diversidad, funciones ecológicas y los servicios ambientales que proporcionan bienestar a las comunidades asentadas (RAMSAR, 2009).

**6.1.4.2 Uso del suelo.** Las tierras de la cuenca del río Cauca son las más utilizadas a nivel nacional. En ellas se desarrollan actividades pecuarias como la ganadería extensiva y semi-extensiva, dada la presencia de pastos. Adicionalmente, en el norte del departamento del Cauca la agricultura es intensiva y altamente tecnificada especialmente con el cultivo de caña de azúcar.

El paisaje de valle aluvial se compone de vegas y terrazas. Sus suelos se han originado de depósitos aluviales heterogéneos desarrollados por la dinámica del río durante el período cuaternario y son bien a muy pobremente drenados, cuentan con abundante carbono orgánico en los horizontes superiores, bajos contenidos de fósforo y fertilidad alta a baja. Conforman la unidad los suelos Haplustolls (40%), Haplustepts (30%), Endoaquepts (20%) y Haplustalfs (10%) (IGAC, 2009).

De acuerdo al autor anterior, estas tierras de clima cálido seco se ubican sobre el plano de inundación y terrazas, poseen relieves planos a ligeramente ondulados originados de depósitos aluviales, con texturas gruesas a finas, muy fuertemente ácidos y ligeramente alcalinos.

La vocación agrícola es para cultivos transitorios intensivos en el sector de Villa Rica donde el relieve es plano a ligeramente ondulado con pendientes de hasta 7% y semi-intensivos en Jamundí en relieve plano a moderadamente ondulado con pendientes hasta de 12% (IGAC, 2009).

Tabla 7. Matriz de intra-usos.

	Agricultura	Pesca	Aprovechamiento forestal	Extracción de agua para cultivos	Recreación y cultura	Construcción y operación de vías y caminos	Construcción y mantenimiento de terraplenes y jarillones	Viviendas	Transporte y operación de maquinaria	Pastoreo al borde y al interior del humedal	Uso como abrevadero
Agricultura	<b>1</b>	1	1	1	1	1	4	4	1	4	4
Pesca		<b>1</b>	4	4	4	1	4	3	4	4	4
Aprovechamiento forestal			<b>1</b>	1	1	4	1	4	1	3	1
Extracción de agua para cultivos				<b>1</b>	1	1	1	1	1	1	1
Recreación y cultura					<b>1</b>	2	1	1	2	1	1
Construcción y operación de vías y caminos						<b>1</b>	1	3	1	1	1
Construcción y mantenimiento de terraplenes y jarillones							<b>1</b>	4	1	1	1
Viviendas								<b>1</b>	4	1	1
Transporte y operación de maquinaria									<b>1</b>	1	1
Pastoreo al borde y al interior del humedal										<b>1</b>	4
Uso como abrevadero											<b>1</b>

1: Compatible; 2: Incompatible en el tiempo 3: Incompatible en el tiempo y en el espacio; 4: Disfuncional (Un uso disminuye la calidad de los factores para practicar otro uso (Ortega y Rodríguez, 1996).

Sin embargo, presentan limitaciones ligeras a moderadas por déficit de humedad, baja disponibilidad de nutrientes o por moderada profundidad efectiva de los suelos. Es por eso que requieren prácticas ligeras a moderadas para evitar la degradación de los suelos y lograr producciones rentables. Estas tierras tienen limitaciones ligeras debido a la baja fertilidad, nivel freático moderadamente profundo y drenaje moderado. Los cultivos deben estar adap-

tados a las condiciones agroecológicas y pastos para ganadería semi-intensiva (IGAC, 2009).

En el caso de las tierras de los municipios de Villa Rica y Jamundí, el uso actual predominante del suelo es el monocultivo de la caña de azúcar y la ganadería. El desarrollo de estas actividades ha propiciado la pérdida de coberturas vegetales nativas, no solo en la franja de protección de los humedales, sino también, en general en la ronda hidráulica del río Cauca.

En la matriz de intra-usos se calificó como compatible (1) el uso de agua para el riego de cultivos agrícolas y abrevaderos en el caso de la ganadería. Sin embargo, el aprovisionamiento de agua para el ganado debe hacerse planificadamente de tal manera que se fomente en las fincas las prácticas orientadas al uso racional de los recursos y a la sostenibilidad ambiental. En el caso de la actividad ganadera los humedales deben aislarse con cercas, distribuir el agua con mangueras a los bebederos sustitutos (Uribe et al., 2011). Por ningún motivo se debe permitir el ingreso de animales a los humedales. Los bovinos al ingresar a los cuerpos de agua afectan el suelo, sus riberas, la vegetación y contaminan el agua.

En el mismo sentido, el pastoreo al borde y al interior de los humedales es una actividad disfuncional, calificada con un valor de 4, por afectar el desarrollo de la agricultura y la pesca al contaminar las aguas con los excrementos bovinos y destruir los cultivos al pisotearlos y al consumirlos. Esta actividad, que afecta la regeneración natural, deteriora a su vez los suelos de los humedales, siendo por lo tanto incompatible con el uso del suelo actual.

En general, la matriz de intra-usos indica que en las madre viejas estudiadas se presentan zonas de conflicto por el uso que se le da actualmente a algunos de los componentes de estos ecosistemas. Por ejemplo, las actividades de pastoreo y de abrevadero al interior de los humedales; el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas bordeando los humedales, están en conflicto porque estas áreas en vez de albergar cultivos y pasturas deben dedicarse exclusivamente a la zona de protección forestal de los mismos, conformando corredores biológicos a su alrededor.

**6.1.5 Valoración cualitativa del paisaje.** La evaluación del paisaje se realizó a partir de la ficha de valoración cualitativa reportada en el anexo 4. La escala de valoración de calidad del paisaje según Martínez-Villar (2010), adaptado por Zambrano-Polanco (2013), es la siguiente: Buena: 24 – 20, Media: 13 – 19, Mala: 8 – 12. En la Tabla 8 se presenta la síntesis de dicha evaluación.

Tabla 8. Valoración cualitativa del paisaje en los humedales del sistema de la cuenca alta del río Cauca.

<b>Humedal</b>	<b>Valoración</b>	<b>Calidad del paisaje</b>
La Guinea	<b>14</b>	<b>Media</b>
El Avispal	<b>15</b>	<b>Media</b>
Cucho e´ Yegua	<b>11</b>	<b>Mala</b>
El Chuchal	<b>10</b>	<b>Mala</b>

Los humedales El Chuchal y Cucho e´ Yegua presentan mala calidad del paisaje debido a la alta eutrofización de sus aguas, afectación del cauce y su ribera, poca conectividad con la vegetación circundante, baja diversidad de especies, abundancia de vertimientos y por no presentar elementos singulares en su entorno.

Es importante destacar la falta de conectividad hídrica de ambas madrevejas con el río Cauca, situación que lleva a estos ecosistemas a permanecer prácticamente sin espejo de agua durante las temporadas de estiaje. En el caso del humedal El Chuchal, la presencia de monocultivos de caña de azúcar y pastizales rodeando el ecosistema generan paisajes homogéneos creando una sensación de monotonía visual.

En los humedales La Guinea y El Avispal, de acuerdo con los resultados obtenidos, se encuentra una mejor condición del agua, biodiversidad media, presencia de algunos elementos singulares, pocos vertimientos producto de las actividades agrícolas y pecuarias. No obstante, en El Avispal se observa mayor afectación en la zona de protección del humedal por la infraestructura vial.

En el caso de La Guinea la calidad del paisaje disminuye a causa de la vegetación homogénea, en este caso pastizales con algunos árboles dispersos en la ronda del humedal. Se destaca, tanto en este humedal como en El Avispal, que durante la temporada de pocas lluvias, estos conservan su espejo de agua durante todo el año ya que la conectividad con el río Cauca aún persiste a pesar de la canalización y construcción de jarillones y vías de acceso.

## **6.2 Evaluación Ambiental.**

En este apartado se incluyen las listas de actividades y de chequeo, la matriz de Influencias-Dependencias y el análisis de esta información.

**6.2.1. Lista de actividades.** Se realizó teniendo en cuenta las principales acciones humanas identificadas en campo que están afectando la integridad de este sistema de humedales las cuales son mostradas en la Tabla 11.

**6.2.2. Lista de chequeo.** Considerando las variables que influyen en la estructura y función del sistema de humedales del valle alto del río Cauca y con base en la información recopilada en campo, fue posible hacer la lista de chequeo, Tabla 12, correspondiente a cada humedal estudiado donde las actividades antrópicas fueron las siguientes:

**Presencia de monocultivos en la franja de protección:** Exceptuando “La Guinea”, en estos humedales la presencia de monocultivos, bien sea de caña de azúcar o arroz, es notoria llegando a desecarse la madre vieja para instalar estas plantaciones dentro del humedal como en el caso de “Cucho e’ Yegua. Por su parte, para “El Chuchal” se aprovecha la temporada de estiaje para ocupar el área que queda desprovista de agua para extender los pastizales destinados a la ganadería.

**Pastoreo de bovinos en la franja de protección:** En todos estos humedales fue observado el pastoreo de bovinos, no solo en la zona aledaña a los cuerpos de agua, sino también dentro del propio humedal llegando a afectar con sus heces la calidad del agua, deteriorando el

suelo con sus pisadas e impidiendo el establecimiento de la vegetación nativa al alimentarse de ella o al pisotear la plántulas.

Tabla 11. Principales actividades antrópicas identificadas en los humedales: La Guinea, El Avispal, La Guinea y El Chuchal.

Identificación	Humedales			
	La Guinea	El Avispal	Cucho e Yegua	El Chuchal
Actividad agrícola	Si. Finca tradicional de pan coger. Monocultivo de arroz y/o maíz.	Si. Finca tradicional de pan coger, maracuyá, tomate y pimentón.	No.	Si. Monocultivo de caña de azúcar.
Actividad ganadera	No.	Si.	Si. Bordeando todo el humedal.	Si. Bordeando el humedal en un 80%.
Actividad pesquera	No.	Si.	Si.	No.
Aprovechamiento forestal	Si.	Si.	Si.	Si.
Extracción de agua	No.	Si.	Si.	No.
Actividad recreativa y cultural	No.	Si.	Si.	No.
Construcción y operación de vías y caminos	Si. Vías bordeando y fraccionando el humedal.	Si. Vía lateral.	Si. Vía interior propia de la finca.	Si. Vía interdepartamental Panamericana y vía interna.
Construcción y mantenimiento de terraplenes y jarillones	Si.	Si.	Si.	Si.
Viviendas	No.	Si.	Si.	No.
Actividades de transporte, operación de maquinaria	Si.	Si.	Si.	Si.
Pastoreo al interior del humedal	Si.	Si.	Si.	Si.
Uso como abrevadero	Si.	Si.	Si.	Si.

**Intervención de la zona de protección forestal:** En todos estos cuerpos de agua la ronda forestal de protección es inexistente, salvo por algunas especies arbóreas ubicadas alrededor de estos para dar sombra a las vacas en los momentos de mayor radiación solar como en el caso de “La Guinea”.

**Presión por actividad pesquera:** Las madrevejas “La Guinea” y “El Avispal” son aprovechados por los pescadores de las comunidades asentadas alrededor de estos humedales, pues por su extensión, profundidad y calidad del agua, son hábitat de especies ícticas comerciales. En contravía, “Cucho e’ Yegua” y “El Chuchal”, son ecosistemas palustres que han perdido la capacidad de albergar fauna íctica que pueda ser aprovechada por los pescadores artesanales del lugar.

**Drenaje del humedal:** Todos estos ecosistemas han sido drenados en algún grado con la finalidad de ampliar la frontera agrícola, bien sea para establecer monocultivos de caña de azúcar o arroz, o cultivos de pancoger. En el mismo sentido, se busca con esta actividad aumentar el área de pastos para el ganado vacuno.

**Presencia de residuos sólidos:** Es evidente esta problemática en los 4 humedales causada por los habitantes de la zona y por todos aquellos que aprovechan los recursos presentes en estos ecosistemas quienes dejan desde bolsas y botellas plásticas, empaques de alimentos procesados, botellas de vidrio y hasta calzado.

**Vertimiento de residuos líquidos:** Al ser patente la presencia de ganado vacuno en los humedales se da esta afectación al llegar a ellos las excretas de estos rumiantes y en el caso especial de “La Guinea” recibir las aguas residuales de la población contigua al humedal.

**Alteración régimen hidrológico:** Pese a la cercanía del río Cauca a estas madrevejas, no es posible el recambio de agua en “Cucho e’ Yegua” y “El Chuchal” que ven aumentar su nivel hídrico en las temporadas altas de lluvia. Aunque el nivel del agua de “La Guinea” y “El Avispal” es mayor dada su comunicación con el río estos han visto reducida su capaci-

dad de intercambio hídrico debido a la obstrucción de sus canales de entrada y salida de agua con el río Cauca.

**Alteración de las conexiones hidráulicas:** Los 4 humedales han sido modificados al desconectar las entradas de agua proveniente del río Cauca. Igualmente han sido modificados los canales de salida cambiando la hidrodinámica natural de estos ecosistemas.

**Extracción de agua para regadío:** Exceptuando a “El Avispal”, de estos cuerpos de agua los pobladores, hacendados y cultivadores de caña utilizan agua de los humedales para el riego en la producción de sus cosechas.

**Uso como abrevadero:** Como la presencia de ganado es notoria en los 4 humedales, también lo es el uso de sus aguas para consumo vacuno. Los semovientes, dentro del área de protección de los humedales, provocan una alteración importante al contaminar con sus excrementos las aguas. Igualmente pisotean, compactan y erosionan los suelos.

**Contaminación difusa (no puntual):** La cercanía a los humedales de carreteras y vías de acceso sin pavimentar hacen que las partículas de polvo y gases emitidos por los automotores lleguen a ellos modificando las condiciones fisicoquímicas del agua. Del mismo modo el ruido de vehículos a motor genera contaminación auditiva sobre todo en el humedal “El Chuchal” por encontrarse a pocos metros de la vía Panamericana.

**Empleo de agroquímicos en la zona ribereña:** Dada la presencia de cultivos agrícolas en el área de influencia de estos humedales se presenta contaminación por agroquímicos que llegan a las madrevejas por escorrentía afectando la fisicoquímica del agua.

**Introducción de especies vegetales exóticas:** Al ser usada el área desecada de las madrevejas como potreros, se ha llegado a plantar en estos espacios pastos exóticos como la guinea para los bovinos.

**Introducción de especies animales exóticas:** La presencia de la tilapia o mojarra en los humedales “La Guinea” y “El Avispal” es notoria y es una de las especies que es aprovechada por los pescadores de la zona. Esta especie es bastante agresiva defendiendo territorio aún de especies de mayor porte, es resistente, voraz y con una elevada tasa de crecimiento.

**Alteración de vegetación hidrófila:** Dadas las modificaciones en la calidad fisicoquímica del agua y en la hidrodinámica de estos cuerpos de agua, se observa la falta de especies hidrófilas sumergidas y la dominancia de las hidrófilas enraizadas y de las emergentes.

**Presencia de carreteras y caminos:** En las 4 madrevejas hay presencia de vías de acceso para automotores. La carretera panamericana es el caso más conspicuo junto al humedal “El Chuchal” afectando la calidad del paisaje notoriamente.

**Operación de vehículos y/o maquinaria:** Ya sea por el tránsito de vehículos de transporte o de carga estos humedales se ven alterados por el movimiento continuo de ellos en la proximidad de los humedales.

**Presencia de terraplenes o jarillones:** Estas estructuras buscan evitar la conexión del río Cauca con las madrevejas de tal forma que se le pueda ganar área a ellas para establecer zonas de pastoreo y cultivo.

**Presencia de viviendas alrededor del humedal:** “La Guinea” y “El Chuchal” son los dos ecosistemas que no cuentan con viviendas construidas en su área de influencia directa.

**Presión por actividades recreativas:** Solo el humedal “El Avispal” es aprovechado por la comunidad como zona de recreación pues en él los habitantes realizan paseos y actividades de educación ambiental.

**Tensiones sociales al entrar intereses en competencia:** Todos estos humedales exhiben esta problemática al presentarse intereses diferentes entre los habitantes del sector que ven

a los humedales como ecosistemas importantes para su bienestar y aquello que buscan desecarlos para aprovechar el área emergida en cultivos y pasturas.

Tabla 10. Lista de chequeo para la identificación de impactos ambientales en los 4 humedales.

1. La Guinea, 2. El Avispal, 3. Cucho e´ Yegua, 4. El Chuchal.

Identificación	Humedal			
	1	2	3	4
Presencia de monocultivos en la franja de protección		X	X	X
Pastoreo de bovinos y equinos en la franja de protección	X	X	X	X
Intervención de la zona de protección forestal	X	X	X	X
Presión por actividad pesquera	X	X		
Drenaje del humedal	X	X	X	X
Presencia de residuos sólidos	X	X	X	X
Vertimiento de residuos líquidos	X	X	X	X
Alteración régimen hidrológico	X	X	X	X
Alteración conexiones hidráulicas	X	X	X	X
Extracción de agua para regadío	X		X	X
Uso como abrevadero	X	X	X	X
Contaminación difusa (no puntual)	X	X	X	X
Empleo de agroquímicos en la zona ribereña	X	X	X	X
Introducción de especies vegetales exóticas	X	X	X	X
Introducción de especies animales exóticas	X	X	X	X
Alteración de vegetación hidrófila	X	X	X	X
Presencia de carreteras y caminos	X	X	X	X
Operación de vehículos y/o maquinaria	X	X	X	X
Presencia de terraplenes o jarillones	X	X	X	X
Presencia de viviendas alrededor del humedal		X	X	X
Presión por actividades recreativas		X		
Tensiones sociales al entrar intereses en competencias	X	X	X	X

**6.2.3. Matriz de influencias dependencias.** Una vez identificadas a partir de la lista de chequeo las variables de mayor impacto ambiental sobre los humedales se procedió a elaborar la matriz de influencias dependencias (Tabla 11).



Según la matriz de influencias dependencias, las variables más dependientes e influyentes en el ecosistema se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 12. Lista de influencias-dependencias presentes en los humedales del valle alto del río Cauca.

Influencias	Dependencias
Modificación hábitat natural (27)	Alteración diversidad de especies (25)
Alteración estados sucesionales (25)	Gestión institucional (gobernanza) (24)
Sedimentación-Erosión (24)	Desplazamiento de especies (23)
Espejo de agua (24)	Actividades agrícolas (23)
Alteración vegetación hidrófila (24)	Actividad ganadera (22)
Alteración estructura del paisaje (23)	Educación ambiental (21)
Cambios calidad del paisaje (23)	Sedimentación-Erosión (20)
Invasión de especies (23)	Construcciones y operación de obras civiles (20)

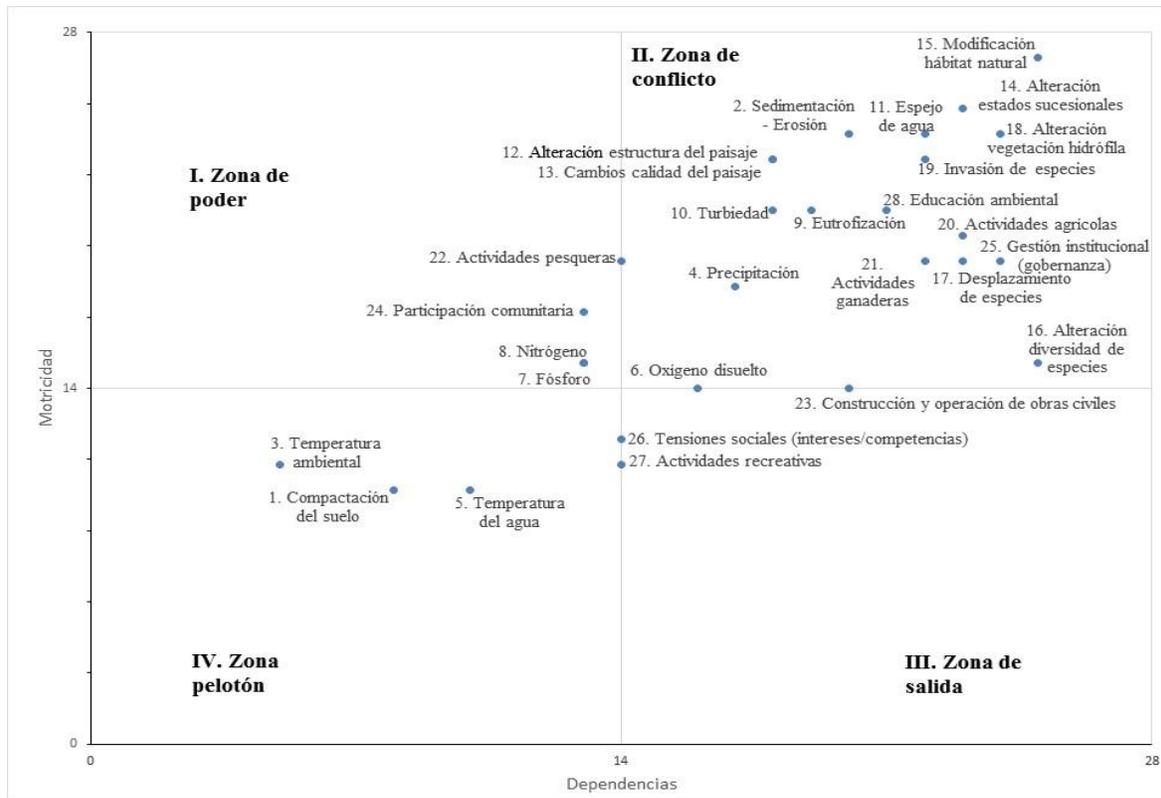
Según la matriz de influencias dependencias los indicadores de primer nivel se agruparon en los cuadrantes I, II, III y IV de la siguiente manera:

**Cuadrante I.** También denominada Zona de Poder debido a que las variables aquí ubicadas pueden ejercer una influencia alta y tener una dependencia media. La participación comunitaria, la actividad pesquera, las concentraciones de fósforo y nitrógeno son variables que pueden acelerar cambios en la estructura del ecosistema y modificar otros componentes de los humedales. El nitrógeno y el fósforo son claves para la productividad del ecosistema, el estado sucesional y el grado de eutrofización.

**Cuadrante II.** La zona de conflicto, se caracteriza por poseer variables con alta influencia sobre las otras y a la vez por depender grandemente de las demás. Estas se consideran muy importantes o claves y para el caso de los humedales estudiados podemos mencionar las siguientes: la modificación del hábitat natural, la alteración de la estructura sucesional y la

alteración de la vegetación hidrófila, actividades agrícolas, ganaderas, construcciones civiles que, al incidir significativamente sobre otras, pueden hacer más susceptible y vulnerable al ecosistema.

Figura 11. Plano cartesiano de motricidad-dependencia.



**Cuadrante III.** La zona de salida o de las variables resultado, nos muestra aquellas variables de difícil manejo. Presentan una baja influencia y una alta dependencia. Variables como tensiones sociales y las actividades recreativas se ubican aquí.

**Cuadrante IV.** La zona autónoma se caracteriza por tener influencia y dependencia baja al ser más resistentes al cambio. Temperatura ambiental y del agua sumada a la compactación del suelo.

### **6.3 Plan de Gestión Ambiental**

Una vez consolidada la caracterización ambiental con la información necesaria como unidades cartográficas, uso de suelo, cobertura vegetal y el análisis de los resultados obtenidos en la matriz de influencias dependencias, se propone el plan de gestión ambiental a través de fichas según la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MA-VDT, 2010a) de tal forma que se aporta con él alternativas de solución y/o recomendaciones que reduzcan el detrimento de los ecosistemas por las actividades antrópicas presentes en los humedales estudiados.

Este plan de gestión ambiental se debe formular con la participación de la comunidad y tiene un fuerte contenido en gestión institucional y participación ciudadana. En este sentido la política nacional para la gestión del recurso hídrico, (MVADT, 2010b), sostiene que la participación ciudadana “Es la estrategia que orienta a incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven a los usuarios del agua a que hagan parte de la gestión integral del recurso hídrico y a que conformen grupos de veeduría y control ciudadanos sobre las inversiones y acciones desarrolladas por las instituciones públicas y privadas”.

La Figura 12, muestra de una manera general los programas de acción que deberán ser desarrollados en el Plan de Gestión Ambiental para los 4 humedales estudiados.

Figura 12. Programas de Acción para el Plan de Manejo Ambiental de los 4 humedales en el valle alto del río Cauca.



Tabla 13. Ficha 1: Programa I. Gestión inter – institucional.

**Proyecto 1. Gestión inter – institucional.**

**Ficha: 1**

**OBJETIVO**

Promover la participación de los diferentes actores interinstitucionales y personas naturales en la gestión de los humedales.

Involucrar activamente a todos los interesados en el proceso de restauración de los humedales.

**METAS**

Lograr la participación activa de por lo menos un 80% de los interesados en el proceso de restauración ecológica de los humedales.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Afectación de los humedal por diferentes disturbios como consecuencia de:

Poca consciencia ambiental sobre el valor e importancia de los humedales

Escasa participación comunitaria.

Poco apoyo y coordinación interinstitucional.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control y mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

Se convocaran a los diferentes actores involucrados para llevar a cabo en forma coordinada acciones conjuntas que tiendan a beneficiar al humedal y a la comunidad.

Se promoverá la participación comunitaria como un componente o paso vital para el logro de los demás propósitos.

Se invitará a participar en el plan de restauración del humedal seleccionado al propietario o propietarios del predio, al municipio y a las Corporación Autónoma Regionales (CVC o CRC).

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Participación de los diferentes actores involucrados (%).

Actas de reuniones y compromisos de las diferentes personas e instituciones participantes.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villarrica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 14. Ficha 2: Programa II: Delimitación y legalización de los humedales.

**Proyecto 1. Delimitación de humedales.**

**Ficha: 2**

**OBJETIVO**

Delimitar el área del humedal y su franja de protección.

**METAS**

Recuperar en una primera etapa un 80% del área del humedal de acuerdo con registros y antecedentes históricos.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Pérdida del área del humedal por ocupación de espacio por construcción de obras de infraestructura y operación de proyectos agropecuarios.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control y mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

Para realizar la delimitación se llevará a cabo una consulta a los diferentes actores involucrados, teniendo en cuenta su conocimiento del ecosistema.

Se definirán los criterios para la gestión del humedal a partir de procesos de concertación.

Se tendrán en cuenta aspectos normativos sobre el particular, en especial las reglamentaciones y orientaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

% de recuperación del humedal y su zona de protección, de acuerdo con datos históricos  
Actas y/o acuerdos firmados por los diferentes actores.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villarrica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 15. Ficha 3: Programa III: Restauración topográfica y control de infraestructura.

**Proyecto 1. Restauración topográfica.**

**Ficha: 3**

**OBJETIVO**

Propiciar micro y macrofotografías como espacios físicos fundamentales para la hidrología, la creación de los hábitats para el establecimiento de la biota de los humedales y el mejoramiento del paisaje.

**METAS**

Recuperar el espejo de agua en un 80%

**IMPACTOS A MANEJAR**

Pérdida de la profundidad de la columna de agua en la cubeta y área del espejo de agua de los humedales.

Pérdida de hábitats y de la biodiversidad de los humedales.

Alteración en la estructura y calidad paisajística.

**TIPO DE MEDIDAS**

Control y mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

Descolmatar los humedales mediante procesos de dragado.

Creación de espacios y hábitats mediante la construcción de diferentes estructuras con material del sitio.

Transportar y reubicar el material extraído.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Volumen de materiales (sedimentos) extraídos.

Área habilitada para el espejo de agua de los humedales.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 16. Ficha 4: Programa III: Restauración topográfica y control de infraestructuras.

**Proyecto 2. Control de infra-estructuras.**

**Ficha: 4**

**OBJETIVO**

Identificar y controlar las estructuras que producen disturbios en los humedales al modificar el régimen hidrológico y los servicios ambientales derivados.

**METAS**

Controlar el 100% de las estructuras que impactan la estructura y dinámica de los humedales.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Modificación en la hidrología  
Desecamiento de los humedales.  
Fragmentación de los ecosistemas.  
Alteración en la Biodiversidad.  
Afectación de los servicios ambientales  
Modificación en la estructura y calidad paisajística.

**TIPO DE MEDIDAS**

Control y mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

Eliminar y/o modificar las estructuras que afectan de una manera crítica la ecología y el funcionamiento de los humedales.  
Construir adicionalmente estructuras (Ej. canales de conexión de los humedales con el río) que beneficien el funcionamiento ecológico de los humedales.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

% de estructuras intervenidas.  
Número y área de fragmentos reconectados.  
Unidades de paisaje restauradas.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villarrica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 17. Ficha 5: Programa IV: Manejo de la biodiversidad.

**Proyecto 1. Manejo de la vegetación invasora.**

**Ficha: 5**

**OBJETIVO**

Erradicar y controlar las especies vegetales invasoras de los humedales.

**METAS**

Lograr en la primera etapa (un año) el control del 60% de las especies invasoras.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Invasión y colonización de especies exóticas en diferentes hábitats de los humedales.

Mitigar procesos de colmatación y eutrofización generados por aporte de material vegetal en descomposición.

Controlar el desplazamiento de las especies nativas por la competencia de las plantas invasoras.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control y mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

Identificación, localización y cuantificación de las especies invasoras.

Erradicación manual y mecánica (guadaña, retroexcavadora, etc.)

Procesamiento y transformación del material vegetal (corte, secado, transporte, compostaje y aprovechamiento).

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Área recuperada para el establecimiento de especies nativas.

Número de especies exóticas erradicadas.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 18. Ficha 6: Programa V: Gestión Hidrodinámica.

**Proyecto 1. Reconexión de los humedales con el río Cauca (canales de entrada y salida).**

**Ficha: 6**

**OBJETIVO**

Restablecer la hidrodinámica de los humedales con el río Cauca.

**METAS**

Restablecer la conexión hídrica de los humedales con el río Cauca para restaurar su espejo de agua.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Pérdida de la conexión hídrica con el río Cauca.

Falta de conectividad biótica en el sistema de humedales.

Pérdida de área de espejo de agua.

Pérdida de hábitats naturales.

Crecimiento de poblaciones de macrófitas invasoras.

Alteración de las sucesiones de las plantas acuáticas.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control y Mitigación.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

1. Determinación de los puntos de entrada y salida de agua de los humedales con el río Cauca. Estudios técnicos específicos.
2. Reconexión hídrica para recuperar y controlar el régimen hidrológico del humedal.
3. Dependiendo del estudio topográfico y los costos se definirá la conveniencia de canales o de bombeo del recurso hídrico.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Área del espejo de agua recuperada y profundidad de la columna de la cubeta.

Ejecución de obras de reconexión.

Verificación de actas de ejecución de obras según contrato.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villarrica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 19. Ficha 7: Programa VI: Manejo de residuos líquidos y sólidos.

**Proyecto 1. Manejo de residuos sólidos.**

**Ficha: 7**

**OBJETIVO**

Desarrollar actividades tendientes a recolectar los residuos y prevenir su emisión.  
Realizar capacitación ambiental tendiente a concientizar a la población sobre el manejo de los residuos sólidos.

**METAS**

Reducir la cantidad de residuos sólidos arrojados a los humedales y su zona de influencia en un 80%.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Perdida de la calidad del agua.  
Afectación de la calidad visual.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control, mitigación y prevención.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

1. Recolección de residuos sólidos. Limpieza del espejo de agua y de la zona de ronda de los humedales.
2. Diseño de una estrategia informativa y educativa para la comunidad.
3. Amoblamiento (puntos ecológicos y miradores) y señalización (informativa, educativa y restrictiva) en las zonas de protección y recuperación de los humedales.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Cantidad (kg) de residuos sólidos recolectados en cada uno de los humedales.  
Mejoramiento del valor paisajístico de los humedales.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

Corporaciones regionales (CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios, visitantes y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 20. Ficha 8: Programa VI: Manejo de residuos líquidos y sólidos.

**Proyecto 2. Manejo de residuos líquidos.**

**Ficha: 8**

**OBJETIVO**

Realizar capacitación ambiental tendiente a concientizar a la población sobre el manejo de los residuos sólidos.

**METAS**

Reducir la cantidad de residuos sólidos arrojados a los humedales y su zona de influencia.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Perdida de la calidad del agua.

Perdida calidad visual.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control, mitigación y prevención.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EJECUTAR**

1. Recolección de residuos sólidos. Limpieza del espejo de agua y de la zona de ronda de los humedales.
2. Diseño de una estrategia informativa y educativa para la comunidad.
3. Amoblamiento (puntos ecológicos y miradores) y señalización (informativa, educativa y restrictiva) en las zonas de protección y recuperación de los humedales.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Cantidad (kg) de residuos sólidos recolectados en cada uno de los humedales.

Mejoramiento del valor paisajístico de los humedales.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

Corporaciones regionales (CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios, visitantes y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 21. Ficha 9: Programa VII: Manejo de sistemas productivos.

**Proyecto 1. Sistema silvopastoril semiintensivo.**

**Ficha: 9**

**OBJETIVO**

Controlar el proceso de expansión de la frontera agropecuaria sobre los humedales.  
Conservar las características y dinámicas ecológicas de los humedales.  
Impulsar prácticas agropecuarias sostenibles alrededor de los humedales.

**METAS**

Reconversión tecnológica a buenas prácticas agrícolas y ganaderas.  
Reducción de la contaminación difusa para algunas variables físico-químicas significativas.  
Recuperar de acuerdo con la delimitación legal del área (programa II) la zona de ronda de los humedales invadida por cultivos y potreros para restablecer posteriormente la vegetación forestal protectora.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Controlar la erosión, la sedimentación y la eutrofización de los humedales.  
Pérdida de la vegetación protectora de los humedales.  
Afectación del espejo de agua de los humedales.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Control, Prevención y Mitigación.

**MEDIDAS A EJECUTAR**

1. Impulsar el uso racional de agroquímicas.
2. Establecer barreras con la vegetación forestal protectora como filtro para controlar los vertimientos.
3. Aislamiento de los humedales para impedir el ingreso y el pisoteo del ganado.
4. Establecer y/o conservar las coberturas vegetales para mantener la oferta hídrica de los humedales.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Porcentaje de área recuperada para la zona de ronda de los humedales.  
Número de árboles plantados y establecidos en el área de protección.  
Área cercada y aislada.  
Reducir el uso de agroquímicos y racionalizar su uso utilizando sustancias menos nocivas para el ambiente y/o biodegradables.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

Tabla 22. Ficha 10: Programa VIII: Plan de seguimiento y monitoreo.

**Proyecto 1. Protocolo de monitoreo de la calidad y la cantidad del agua. Ficha: 10**

**OBJETIVO(S)**

Seguimiento a la calidad del agua del ecosistema.

Seguimiento y monitoreo de los niveles hidrológicos de los cuerpos de agua.

**METAS**

Evaluar constantemente las condiciones de estos ecosistemas y propiciar su conservación de sus principales parámetros indicadores de calidad.

Lograr a mediano y largo plazo la restauración de los diferentes componentes de estos ecosistemas.

**IMPACTOS A MANEJAR**

Pérdida de la conexión hídrica con el río Cauca que afecta los niveles hidrológicos.

Fragmentación del sistema de humedales que afecta la conectividad de los mismos e impide la distribución y dispersión de las diferentes poblaciones bióticas.

Pérdida de área de espejo de agua que afecta los hábitats naturales.

Perdida de la calidad hidrobiológica de las madrevejas.

**TIPOS DE MEDIDAS**

Prevención, control y mitigación.

**MEDIDAS A EJECUTAR**

1. Monitorear el restablecimiento y mantenimiento de las conexiones hidráulicas de los humedales con el río.

2. Hacer seguimiento de las principales variables indicadoras de la calidad del agua.

3. Realizar monitoreos bimensuales en los dos primeros años de ejecución del proyecto y 2 anuales cuando el ecosistema este consolidado.

**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**

Área del espejo de agua recuperada y profundidad de la columna de la cubeta.

Conservación de los parámetros fisicoquímicos indicadores de los índices de calidad del agua.

Llevar a cabo en un 100% los monitoreos planeados sustentados en las planillas de campo y los resultados de los análisis de laboratorio.

**RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD**

CRC, CVC, municipios de Villa Rica (Cauca) y Jamundí (Valle del Cauca), propietarios de predios y la comunidad a través de sus organizaciones.

## 7. CONCLUSIONES

- La calidad físico-química hídrica, el ICOTRO, muestra como las madre viejas: La Guinea, El Avispal y El Chuchal presentan condiciones eutróficas. Para Cucho e' Yegua se presenta un estado de hiper-eutroficación.
- Los paisajes de este sistema de humedales, en general están muy intervenidos, generando imágenes de homogeneidad y monotonía, sobre todo en los humedales El Chuchal y La Guinea.
- Las actividades agrícolas y pecuarias, así como la construcción de vías e infraestructura son las que mayor afectación producen sobre los humedales.
- Es indispensable la delimitación y legalización de los humedales y sus zonas de protección para hacer un uso adecuado de los recursos presentes en dichos ecosistemas.
- Los ecosistemas más impactados ambientalmente por las actividades antrópicas son: "Cucho e' Yegua" y "El Chuchal", presentándose menor perturbación en los humedales "El Avispal" y "La Guinea".
- Aun con el estado de afectación y degradación de los humedales de este sistema, es posible y necesario impulsar programas de restauración ecológica.
- Se hace necesaria la participación activa de las instituciones ambientales y de la comunidad organizada para que los planes de gestión sean efectivos y generen los cambios deseados a largo plazo.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Es importante continuar con la caracterización de estos ecosistemas para conocer el estado de la calidad del agua, su biodiversidad y su dinámica sucesional.
- Se hace necesario establecer sistemas de monitoreo que permitan observar la evolución de este sistema de humedales.
- Difundir esta información y la problemática encontrada en estos humedales con la comunidad del sector y sus diferentes actores con miras a lograr una mayor conciencia ambiental en pro del manejo y conservación en torno a los humedales.

## BIBLIOGRAFÍA

ADESSA. (2006). Plan de manejo ambiental humedal Jaboque. Bogotá D.C: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP.

Andújar, E., y Henao, M. (2008.). Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca del río Sucio (región Patía) y su relación con el cambio de las coberturas vegetales. Trabajo de grado Biólogo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias, Exactas y de la Educación. Popayán.

Arias, A., y Calvache, M. (2002.) Caracterización ambiental del río Molino en la zona urbana del municipio de Popayán 1999-2000. Trabajo de grado Biólogo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias, Exactas y de la Educación. Popayán.

Baena, A. L. M. 2009. Calidad del agua de los humedales. p. 48-59. En: Álvarez-López, H (ed). Humedales de Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación. Santiago de Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC. 182p.

Barbier, E., Acreman, M. y Knowler, D. (1997) Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores. Suiza: Oficina de la Convención de Ramsar.

Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: Blume Ediciones.

Cirujano, S., Meco, A. y Cezón, K. (2011). Flora acuática: Macrófitos. Consultado septiembre 1, 2015, en “[http://www.magrama.gob.es/es/agua/formacion/06-macrofitos-santos\\_cirujano\\_tcm7-174291.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agua/formacion/06-macrofitos-santos_cirujano_tcm7-174291.pdf)”

Consejo Nacional Ambiental. (2001). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC. 2009. Humedales de Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación. Santiago de Cali: 182p.

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia .Revista de la Academia Colombiana de Cienc. Exac. Fis. y Nat, 10(40), 221-264.

Espinel, S. (1977). Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Colombia, Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. Bogotá, D.E: IGAC, 13(11): 238.

Fundación para la Protección, Conservación y Vigilancia de los recursos Naturales del Valle del Cauca - FunecoRobles. (2006). Plan de Manejo Ambiental del Humedal – Madre Vieja El Avispal o Carabalo. Jamundí, Colombia: CVC.

García, J. (1997). Los Paisajes. Instituto Pirenaico de Ecología. Naturaleza de La Rioja. Consultado en agosto 24, 2015, en "<http://www.larioja.org/npRioja/movil/defaultpage.jsp?idtab=442786>"

Holdridge. (1978). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-IICA. 118p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2009). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca. Bogotá: IGAC - Subdirección de Agrología.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1977). Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Colombia. Bogotá D.E: IGAC - Subdirección de Agrología.

Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4 ed. Gland (Suiza): Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá D. C: MAVDT.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 124 p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia. Resolución No.196 de 1 febrero de 2006.

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Bogotá D.C: MMA.

Ministerio del Medio Ambiente - Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicas Alexander von Humboldt. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Bogotá D.C: MMA

Mouthon, A. Blanco, A. Acevedo, G. y Miller, J. (2002). Manual de estudios ambientales. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente Subdirección de Licencias Ambientales, Convenio Andrés Bello Área de Ciencia y Tecnología.

Naranjo, L., Andrade, G., y Ponce de León, E. (1999). Humedales Interiores de Colombia: Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible. Bogotá D.C: Ministerio del Medio Ambiente - Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Naundorf, G. Paz, J. y Navarrete, P. (1991). Estudio limnológico del río Las Piedras y evaluación de ambiental de la subcuenca. Popayán: Universidad del Cauca, departamento de Biología.

Ordoñez, M. (2008). Estudio espacio temporal del proceso de fragmentación sobre las coberturas boscosas en la cuenca del río Palacé. Trabajo de grado Biólogo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias, Exactas y de la Educación. Popayán.

Ortega, R., y Rodríguez, I. (1996). Manual de Gestión del Medio Ambiente. 2 ed. Madrid: Editorial MAPFRE. 342p.

Peck, R. (2009). La vegetación de los humedales en el tiempo. p. 70-79. En: Álvarez-López, H (ed). Humedales de Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación. Santiago de Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC. 182p.

Peña, E., Cantera, J., y Muñoz, E. (2012). Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuático: Un estudio de caso en la laguna de Sonso, cuenca alta del río Cauca. Cali: Editorial Universidad del Valle.

Posada, J. y López, M. (2011). Plantas acuáticas del altiplano del Oriente Antioqueño, Colombia. Medellín: Universidad Católica de Oriente.

Quintero, Q., y Pérez, R. (2000). Zonificación agrícola como herramienta básica para el ordenamiento ambiental de un territorio. Universidad Autónoma de Colombia. Ciencias Ambientales. Colombia. Consultado agosto 25, 2015, en “[http://www.docentes.unal.edu.co/qrquinterob/docs/ARTICULO\\_FUAC.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/qrquinterob/docs/ARTICULO_FUAC.pdf)”.

RAMSAR, 2009. Los humedales y la reunión sobre el cambio climático de COP 15 de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Copenhague, Dinamarca, 7 a 18 de diciembre de 2009.

Sandoval, M., y Ramírez, C. (2007). El río Cauca en su valle alto: un aporte al conocimiento de uno de los ríos más importantes de Colombia. Santiago de Cali: CVC.

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Ochoa L. (2011). Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá, Colombia: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. 82p.

USDA-NCRS-Wetland Science Institute. (2003). Wetland Restoration, Enhancement, and Management. Oxford, Mississippi: USDA-NCRS. 375p.

Vargas, W. 2009. Las plantas de los ecosistemas inundables. p. 80-93. En: Álvarez-López, H (ed). Humedales de Valle Geográfico del río Cauca: génesis, biodiversidad y conservación. Santiago de Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC. 182p.

Valencia. R, M, P y Figueroa. C, A. (2015). Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. 2015; 14 (26). pp. 29-42, Ene-Jun. Medellín. Colombia

Vásquez, G. (2002). Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Significado y alcance en la determinación de parámetros físico-químicos y biológicos fundamentales. Guía de laboratorio. Popayán: Universidad del Cauca.

Zambrano, L., Ramírez, B., y López, A. (2009). Caracterización de las macrófitas acuáticas de los humedales localizados en la confluencia de los ríos Ovejas y Cauca, departamento del Cauca. Memorias XLIV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, Universidad del Cauca. Popayán.

Zambrano P L, Zamora GH; Andrade SC, Naundorf SG, Vásquez Z GL, Zamora, M M, Feriz, G D, López AA. (2014). Caracterización Hidrobiológica de humedales en la cuenca alta del río Cauca: Diversidad de Plancton, Macrófitas Acuáticas y Macroinvertebrados. Informe final Proyecto ID 3683. Universidad del Cauca, Vicerrectoría de Investigaciones. Popayán, Colombia.

Zambrano, P. L., Zamora, G. H., Vásquez, Z. G. L., y López, A. A. (2015). Determinación del estado sucesional de humedales en la cuenca alta del río Cauca, departamentos del Cauca y Valle del Cauca. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 2015; 7(1): 58-69.

Zamora, H. (1999). Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. *Revista Unicauca* 4: 47-60.

## ANEXOS

Anexo 1. Consolidado de los valores de la caracterización físico-química hídrica, en los cuatro humedales estudiados.

Parámetro	Unidades	La Guinea	El Avispal	Cucho e Yegua	El Chuchal
T°C. hídrica	°C	20,7	21,7	23,2	25,5
Turbiedad	NTU	25,0	24,0	21,0	73,0
O <sub>2</sub> D.	mgO <sub>2</sub> /L	5,0	4,38	0,9	2,12
% Sat. O <sub>2</sub> D.	%	60,0	55,0	2,5	28,0
CO <sub>2</sub>	mgCO <sub>2</sub> /L	1,8	8,0	25,0	10,0
pH	unidades	7,5	6,6	6,25	6,0
Acidez total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	1,5	5,0	22,0	9,0
Alcalinidad T.	mgCaCO <sub>3</sub> /L	150,0	30,0	14,0	10,0
Dureza total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	53,4	45,6	90,1	120,0
Dureza Carb.	mgCaCO <sub>3</sub> /L	53,4	35,6	67,6	87,0
Amonio	mgNH <sub>4</sub> <sup>1+</sup> /L	0,5	0,1	1,5	0,15
Nitritos	mgNO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> /L	0,05	0,04	0,003	0,07
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> /L	25,0	40,0	55,0	10,0
Fosfatos	mgPO <sub>4</sub> /L	0,02	0,02	0,05	0,6
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	31,7	5,9	557,0	204
N. Total	mgN <sub>2</sub> /L	3,91	<1,51	6,92	18,7
P. Total	mgP <sub>2</sub> /L	0,235	0,048	3,88	0,02
Calcio	mgCa <sup>2+</sup> /L	8,0	10,0	24,0	8,0
Cloruros	mgCl <sup>1-</sup> /L	6,0	6,0	12,0	6,0
Hierro	mgFe/L	<0,1	<0,1	7,5	2,5
Conductividad	µMhos/cm	204,8	104,0	132,0	249,0
SDT	mgSDT/L	90,4	55,0	66,0	125,0

(Tomado de Zambrano et al, 2015)

Anexo 2. Diversidad general de macroinvertebrados acuáticos en los 4 humedales.

1 - El Avispal; 2- Cucho e´ Yegua; 3 - La Guinea; 4- El Chuchal.

PHYLUM - CLASE - ORDEN	FAMILIA	GENERO	HUMEDALES					
			1	2	3	4		
<b>Annelidae Hirudinea</b>								
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Erpobdella</i>	X		X			
		<i>Oligobdella</i>	X		X			
		Morfotipo 1				X		
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Morfotipo 1		X				
<b>Oligochaeta</b>								
Haplotaxida	Enchytraeidae	<i>Lumbricillus</i>	X			X		
		Morfotipo 1				X		
<b>Arthropoda Arachnoidea</b>								
Ácari	Lymnessiidae	<i>Lymnessia</i>	X			X		
<b>Arthropoda Insecta</b>								
Coleoptera	Amphizoidae	<i>Amphizoa</i>	X		X			
		<i>Brachibamus</i>	X		X			
	Curculioniidae	<i>Listronotus</i>			X			
		<i>Onychilis longulus</i>					X	
		Dytiscidae	<i>Acilius</i>					X
			<i>Copelatus</i>					X
			<i>Dytiscus</i>	X		X		
		<i>Hydrocolus oblitus</i>					X	
		<i>Hydrovatus</i>					X	
		<i>Laccophilus</i>			X			
		<i>Megadytes</i>					X	
		<i>Pachydrus</i>					X	
	<i>Thermonectus</i>	X		X		X		
	Helodidae	<i>Elodes</i>	X		X			
	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>			X		X	
		<i>Tropisternus</i>					X	
		<i>Hydrophilus</i>	X		X		X	
<i>Cymbiodyta</i>						X		
Limnychidae	<i>Eulimnichus</i>							
Psephenidae	<i>Psephenops</i>							

	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	X	X		
	Scarabaeidae	Morfotipo 1		X		
		<i>Elodes</i>	X	X	X	
	Scirtidae	Morfotipo 2	X	X	X	
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Alluadomyia</i>		X		
		<i>Probezzia</i>		X		
		<i>Stilobezzia</i>	X	X		
	Culicidae	<i>Aedes</i>	X	X	X	X
		<i>Aedomyia</i>			X	
		<i>Culex</i>	X	X	X	X
	Chironomidae	<i>Ablabesymia</i>		X		
		<i>Chironominae</i>	X	X	X	X
		<i>Chironomus</i>	X	X	X	X
		Morfotipo 1		X		
		Morfotipo 2	X	X		
		Morfotipo 3	X	X		
	Muscidae	Morfotipo 1		X		
		Morfotipo 2		X		
	Psychodidae	Morfotipo 1		X		
	Stratiomyidae	<i>Odontomia</i>		X		
	Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i>		X		
	Simuliidae	<i>Simulium</i>	X	X		
	Tipulidae	Morfotipo 1	X	X		
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	X	X	X	X
<i>Chrysops</i>			X			
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Callibaetis</i>	X	X		
	Caenidae	<i>Caenis</i>	X	X		
	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	X	X	X	
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	X			
		<i>Lethocerus</i>	X	X	X	
	Corixidae	<i>Mesovelina</i>	X	X		
		<i>Tenegobia</i>	X			
	Gerridae	<i>Trepobates</i>	X	X		
		<i>Rheumatobates</i>		X		
	Mesoveliidae	<i>Mesovelina</i>	X	X		
	Naucoridae	<i>Pelocoris</i>	X	X	X	
	Notonectidae	<i>Buenoa</i>			X	

	Veliidae	<i>Microvelia</i>	X	X		
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax amazili</i>				X
		<i>Coryphaeshna</i>	X			
	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	X	X		
	Coenagrionidae	<i>Telebasis</i>	X	X		
		<i>Acanthagrion</i>	X	X	X	
		<i>Argia</i>	X	X		
		<i>Ischnura</i>				X
	Libellulidae	<i>Orthemis</i>		X		
		<i>Dythemis</i>	X	X		
		<i>Macrothemis</i>				X
		<i>Pantala</i>	X	X		
		<i>Sympetrum</i>				X
		<i>Tramea</i>				X
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Nymphula schrank</i>		X		
		Morfotipo 1		X		
<b>Arthrópoda Crustácea</b>						
Decápoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	X	X		
<b>Mollusca Gastropoda</b>						
Mesogastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea</i>	X	X	X	X
	Hydrobiidae	<i>Amnicola</i>		X		X
Basommatophora	Ancylidae	<i>Ferrissia</i>		X		
		<i>Uncancylus</i>	X			
	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	X	X		
	Physidae	<i>Physa</i>	X	X	X	
	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	X	X	X	
<b>Vivalvia</b>						
Unionoida	Hyriidae	Morfotipo 1		X		X
<b>Phyla: 3</b>	<b>Ordenes: 14</b>	<b>Géneros: 90</b>	<b>46</b>	<b>26</b>	<b>48</b>	<b>33</b>
<b>Clases: 6</b>	<b>Familias: 47</b>					

(Tomado de Zambrano et al, 2015)

Anexo 3. Índice de similitud de SORESEN para los macroinvertebrados encontrado en los humedales estudiados.

Madreviejas	Índice de Similitud
Avispal-La Guinea	$S = 43/46+48 = 0.457 = 45.7\%$
Avispal-El Chuchal	$S = 15/46+33 = 0.1898 = 18.98\%$
Avispal-Cucho e' Yegua	$S = 6/46+26 = 0.083 = 8.3\%$
Cucho e' Yegua-Guinea	$S = 6/26+48 = 0.081 = 8.1\%$
Cucho e' Yegua-El CHuchal	$S = 8/26+33 = 0.135 = 13.5\%$
Guinea-El CHuchal	$S = 12/48+33 = 0.148.. = 14.8\%$

Anexo 4. Macrófitas acuáticas presentes en 4 humedales de la cuenca alta del río Cauca.

1 - El Avispal; 2- Cucho e' Yegua; 3 - La Guinea; 4- El Chuchal.

Familia	Nombre científico	1	2	3	4
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i> Nees	X		X	
Alismataceae	<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schlttdl.)				
	Micheli	X			
	<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau	X			
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	X		X	
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L	X			X
	<i>Lemna</i> sp	X			
Asteraceae	<i>Acmella brachyglossa</i> Cass.	X	X		
	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	X	X		X
	<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch. Bip.	X	X		
	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	X	X		
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp	X			X
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	X	X		
	<i>Tripogandra</i> sp	X			
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp	X	X	X	X
	<i>Cuscuta</i> sp	X	X		
	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	X	X	X	X
Cyperaceae	<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.	X	X	X	X
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. Ex Retz.	X	X	X	X
	<i>Cyperus papyrus</i> L.	X	X		
	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	X	X		

	<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roem. & Schult.	X	X		
	<i>Eleocharis retroflexa</i> (Poir.) Urb.	X	X		
	<i>Killinga pumila</i> Michx.	X			
	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	X	X		X
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St.-Hil.	X			
Fabaceae	<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	X	X		
	<i>Crotalaria retusa</i> L.		X	X	X
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		X		X
	<i>Mimosa pigra</i> L.	X	X	X	X
	<i>Mimosa pudica</i> L.	X			
	<i>Phaseolus sp</i>	X	X	X	X
	<i>Vigna sp</i>	X	X		X
	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	X		X	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> L.			X	
Limnocharitaceae	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau.	X	X	X	
Lythraceae	<i>Cuphea sp</i>	X			
Malvaceae	<i>Pavonia sp</i>	X	X	X	X
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	X			
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera mexicana</i> DC.	X			
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze		X	X	X
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp1</i>		X	X	X
	<i>Nymphaea sp2</i>		X		
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	X	X	X	
	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth)	X	X	X	
	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	X		X	
	<i>Ludwigia erecta</i> (L.) H. Hara.	X			
	<i>Ludwigia sp</i>		X	X	
Orchidaceae	<i>Habenaria sp</i>			X	
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	X	X	X	X
	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf	X	X	X	X
	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) Beauv.		X	X	
	<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst		X	X	X
	<i>Panicum maximum</i> Jack.		X	X	X
	<i>Panicum polygonatum</i> Schrad.			X	X
	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	X	X	X	X
	<i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. ex Flügge		X	X	X
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	X			X

Polygonaceae	<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small	X	X	X	X
	<i>Persicaria densiflorum</i> Meisn.	X	X	X	X
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.	X		X	
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	X	X	X	X
Rubiaceae	<i>Spermacoce ovalifolia</i> (M. Martens) Hemsl.		X	X	X
	<i>Spermacoce</i> sp	X	X		
Salviniaceae	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.		X	X	
	<i>Salvinia sprucei</i> Kuhn		X	X	
Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.		X		X
Solanaceae	<i>Solanum jamaicense</i> Mill.		X		X
	<i>Solanum nigrum</i> L		X	X	
	<i>Typha latifolia</i> L		X	X	
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Schaub	X	X	X	X
	<i>Vitis erosa</i> (Rich.) Baker	X	X	X	
	<i>Hedychium coronarium</i> J. J. König	X	X		

Anexo 5. Riqueza e índice de Diversidad alfa de SHANNON-WEAVER (1949) para las macrófitas encontradas en los humedales estudiados.

Humedal	Riqueza	Diversidad
Cucho e' Yegua	52	1,42
El Avispal	51	1,71
La Guinea	39	1,60
El Chuchal	31	1,40

Anexo 6. Ficha de valoración cualitativa del paisaje relacionado con un humedal: madre vieja\*.

<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	Agua no eutroficada..... <b>3</b>	Agua medianamente eutroficada..... <b>2</b>	Agua muy eutroficada.... <b>1</b>
<b>CAUCE</b>	Cauce natural no intervenido..... <b>3</b>	Algún tramo del cauce del humedal se encuentra intervenido..... <b>2</b>	El cauce o borde del humedal está totalmente intervenido.... <b>1</b>
<b>VERTIMIENTOS</b>	No se observa ningún tipo de vertimientos..... <b>3</b>	Hay pocos vertimientos, no son dominantes..... <b>2</b>	Se encuentra abundancia de vertimientos..... <b>1</b>
<b>VEGETACIÓN</b>	Presencia de vegetación nativa continua en la franja protectora..... <b>3</b>	Presencia de pequeñas áreas de vegetación arbórea en la franja protectora.... <b>2</b>	Presencia de árboles dispersos en la franja protectora.... <b>1</b>
<b>BIOVERSIDA ACUATICA</b>	Gran diversidad de especies..... <b>3</b>	Mediana diversidad de especies..... <b>2</b>	Baja diversidad de especies..... <b>1</b>
<b>SINGULARIDAD DEL PAISAJE</b>	Variedad de elementos singulares enriquecedores del paisaje: cascadas, remansos, cerros, cañones, ..... <b>3</b>	Aparecen solo algunos de esos elementos..... <b>2</b>	No se observan elementos destacables..... <b>1</b>
<b>VÍAS DE COMUNICACIÓN</b>	Ausencia de Vías de Comunicación... <b>3</b>	Presencia de vías, de poco impacto..... <b>2</b>	Presencia de vías de gran impacto..... <b>1</b>
<b>ELEMENTOS O HUELLAS CULTURALES (ARTEFACTOS)</b>	Ausencia de huellas culturales..... <b>3</b>	Presencia de algunos elementos (obras civiles) artificiales e integrados al paisaje..... <b>2</b>	Abundancia de elementos artificiales (redes eléctricas, presas, obras civiles)..... <b>1</b>
<b>CALIDAD DEL PAISAJE</b>	<b>BUENA: 24 - 20</b>	<b>MEDIA: 13 - 19</b>	<b>MALA: 8 - 12</b>