



BALANCE HÍDRICO ASOCIADO A LA COBERTURA VEGETAL CUENCA DEL RIO OROTOY

LIBRO MEMORIAS

Acacías – Meta
02 de julio al 4 de septiembre del 2011



DIPLOMADO: BALANCE HÍDRICO ASOCIADO A LA COBERTURA
VEGETAL – CUENCA DEL RÍO OROTOY

Acacías – Meta

2 de julio al 4 de septiembre del 2011

Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible
Universidad de los Llanos

La presente edición se publica en el marco del proyecto “Determinación y formulación de las medidas de manejo socioambientales asociadas a la recuperación del río Orotoy, en el área de influencia de la superintendencia de operaciones central ECOPETROL, municipios de Acacías y Castilla la Nueva”, del convenio de cooperación DHS 169-09, firmado entre la Universidad de los Llanos y Ecopetrol.

300 ejemplares

Cítese como:

Caro Clara, Osorio Paola., Gutiérrez Mariana. y Oliveros Ana. (comp). 2011. Balance Hídrico Asociado a la Cobertura Vegetal - cuenca del río Orotoy. Proyecto “Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy - clave ambiental ilustrada”. Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 54 p.

Fotografías: Archivo fotográfico del proyecto “Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy - clave ambiental ilustrada”. Convenio DHS 169-09

ISBN: 978-958-8594-24-8

Universidad de los Llanos-Ecopetrol 2011

Bogotá D.C., Septiembre de 2011.

Impreso en Colombia por Dígitos & Diseños Industria Gráfica Ltda.

Conferencias Magistrales

1. "Clima y balance hídrico del río Orotoy"
Johanna Murillo (johannamurillo@gmail.com)
2. "Vegetación ribereña: Tipos e Importancia"
Luz Mila Quiñones luzquime@gmail.com), Diego Fernando Másmela (med.amb7@hotmail.com),
Lady Mariana Gutiérrez Bohórquez (lm.gutierrezb@hotmail.com)
3. "Principales unidades de vegetación y aspectos generales de las plantas acuáticas de los llanos del Orinoco"
Anabel Rial Bouzas (rialanabel@hotmail.com)
4. "Alternativas de uso vegetación ribereña"
Francisco Antonio Castro Lima (bojonawi@gmail.com)
5. "Alternativas de recuperación vegetación ribereña"
José Ignacio Barrera Catano (barreraj@javeriana.edu.co)
6. "Formulación de proyectos"
Clara Inés Caro Caro (clarainescaro@unillanos.edu.co)

Comité organizador

Clara Inés Caro Caro
Diana Paola Osorio Ramírez
Ana María Oliveros Monroy
Lady Mariana Gutiérrez Bohórquez



CONTENIDO

	Agradecimientos	
	Presentación	
	Introducción	
1	Efectos del clima sobre la vegetación.....	9
1.1	Clima.....	9
1.1.1	La temperatura.....	9
1.1.2	La luz.....	10
1.1.3	La lluvia.....	10
1.1.4	El Viento.....	11
1.2	Índices bioclimáticos.....	11
1.2.1	Índices de continentalidad.....	12
1.2.2	Índices pluviométricos y termopluviométricos (ombrotérmicos).....	13
2	Paisajes de los llanos.....	15
2.1	Helobiosmas de la Amazonia y Orinoquia.....	15
2.1.1	Vegetación de pantano.....	16
2.2	Comunidades vegetales presentes en el río Orotoy.....	16
3	Vegetación ribereña: importancia.....	20
3.1	Funciones de la vegetación ribereña.....	20
3.2	Análisis del estado y calidad de la vegetación ribereña.....	21
3.2.1	Índice de calidad de ribera – QBR.....	21
4	Alternativas de uso de la flora.....	24
5	Principales unidades de vegetación y aspectos generales de las plantas acuáticas.....	30
5.1	Plantas acuáticas.....	30
5.1.1	Función y uso.....	31
5.1.2	Bioformas de plantas acuáticas.....	32
6	Alternativas de recuperación de la vegetación ribereña: restauración, revegetalización y reforestación.....	36
6.1	Concepto.....	36
6.2	Atributos de los ecosistemas restaurados.....	37
6.3	Planificación de la restauración.....	37
7	Formulación de proyectos.....	40
8	Actividades complementarias.....	44
	Glosario de términos.....	48
	Literatura citada.....	50

AGRADECIMIENTOS

A los líderes comunitarios y actores sociales que participaron activamente y brindaron su tiempo e interés en el logro de los objetivos propuestos para el desarrollo de este diplomado.

A los conferencistas invitados por su aporte temático y socialización de sus experiencias académicas.

Al profesional Miray Saavedra Alvarez, director CERES - Unillanos y a las funcionarias Lilia Teresa Romero Pardo y Martha Estrella Martínez de la secretaría de Educación y Deportes, por la gestión para el préstamo de las instalaciones del CERES- institución educativa Gabriela Mistral, Acacías.

Al rector de la institución educativa Luis Carlos Galán Sarmiento, profesor Nelson Fredy Garay por el préstamo de la instalación de la institución.

A los profesionales, Paola Agudelo, y Agustín Peña del grupo de interventoría de Ecopetrol por su acompañamiento permanente.

Al grupo de apoyo administrativo del posgrado de Gestión Ambiental Sostenible, a cargo del director Marco Torres Mora, en especial al profesional José David Moncaleano, por su labor de ayuda.

A los conductores de Unillanos, Marco Ramírez, Julio Castaño, Alberto Martínez y Vicente Daza.

Al grupo de trabajo de personas que facilitaron la culminación exitosa del diplomado, como una acción integrada de la Universidad de los Llanos, en su proyección social, y de Ecopetrol, en su gestión ambiental.

PRESENTACIÓN

Desde el año 2009, la Universidad de los Llanos desarrolla el convenio DHS- 169/09 con Ecopetrol en la cuenca del río Orotoy. El convenio se trabaja desde la visión integral de la cuenca como eje articulador de acciones conjuntas entre instituciones y comunidades locales; en ese sentido se llevan a cabo actividades de extensión – educación no formal - y de socialización de resultados de la calidad ambiental del río Orotoy, dentro del proyecto “Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy - clave ambiental ilustrada”.

Una de las estrategias seleccionada para el logro de esta meta fue la oferta de un diplomado para los actores del área de influencia, a saber, de los municipios de Acacías, Castilla la Nueva, Guamal y San Carlos de Guaroa, el diplomado “Balance hídrico asociado a la cobertura vegetal”. Este tuvo como propósito “concientizar a los actores sociales, sobre la estrecha relación del agua y la cobertura vegetal y su nivel de importancia para el mantenimiento de los servicios ambientales de la cuenca”.

Se espera, así mismo que haya despertado inquietudes e iniciativas en pro de la recuperación de los bosques riparios, hoy prácticamente inexistentes, de las márgenes del Orotoy y acerca del mantenimiento de la oferta hídrica, todo bajo el precepto de la sostenibilidad y en consecuencia en aras de mejorar de la calidad de vida de los usuarios de los servicios ambientales del río Orotoy.

Clara Inés Caro Caro

Coordinadora académica convenio DHS 169/09

Directora Proyecto “Bioindicadores”



INTRODUCCIÓN

La visión sistémica se aplica fácilmente en la cuenca hidrográfica, eje de importancia para las comunidades locales, para las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales y para la sociedad en general; con este contexto se abordó el diplomado “Balance hídrico asociado a la cobertura vegetal en la cuenca del río Orotoy”.

Esta cuenca nace sobre los 1620 msnm en el cerro Orotoy, en área de las veredas Fresco Valle, El Retiro y San Juanito del municipio de Acacías y El Recreo del municipio de Guamal; desemboca en el río Acacías a un altura de 255 msnm en jurisdicción de las veredas Dinamarca (Acacías), Barranco Blanco (Castilla La Nueva) y Patagonia (San Carlos de Guaroa). Tiene una extensión máxima de 53,59 km. (plano 7 mapa hidrología – Convenio DHS 169-09).

El diplomado se estructuró en temas de referencia al clima y el balance hídrico, a la vegetación ribereña su importancia, su uso y su recuperación y concluyó con el conocimiento de los humedales, sus funciones y la vegetación acuática. Con esta secuencia de contenidos acompañada de la dinámica de talleres, salidas de campo y ejercicios de trabajo independiente, se enfocó su desarrollo para conseguir que los actores sociales de la cuenca entendieran la importancia de la vegetación como reguladora del clima, del mantenimiento del ciclo hidrológico y del balance hídrico de la cuenca del río Orotoy.

Con este ejercicio de empoderamiento de las comunidades locales de la cuenca del Orotoy, a través de una estrategia de educación no formal, el presente diplomado, la Universidad de los Llanos cumple con su función en proyección social y viabiliza los compromisos acordados en el marco del Convenio DHS 169-09 firmado con Ecopetrol.

1. EFECTOS DEL CLIMA SOBRE LA VEGETACIÓN¹

1.1 Clima

Se denomina clima al conjunto de las características que definen el estado de la capa inferior de la atmósfera, en la que se desenvuelven los seres vivos; también se entiende como la sucesión de tipos de tiempo, que tienden a repetirse con regularidad en ciclos anuales. La climatología que estudia el clima y sus variaciones que ocurren a largo plazo; utiliza los mismos parámetros que la meteorología: Insolación, temperatura del aire, presión atmosférica, viento, lluvia, humedad del aire y nubosidad. Los principales factores que afectan el clima son la latitud, la altitud, oceanidad o continentalidad, corrientes marinas, orografía y vegetación.

El clima determina las condiciones de vida para las plantas en cuanto a disponibilidad de agua y temperaturas; esta influencia, en las plantas y en la cubierta vegetal, puede ser indirecta, si actúa sobre la competencia, ó directa, cuando se refiere a condiciones extremas.

La bioclimatología es la ciencia que estudia la acción del clima sobre la distribución de los seres vivos e intenta definir científicamente unos modelos climáticos en relación con aquella; puede ser de gran valor predictivo para aplicación en prevención y monitoreo. A diferencia de la climatología utiliza información, índices y unidades relacionados con las especies y las comunidades ecológicas; se destacan las comunidades vegetales como un material biológico excelente para detectar los fenómenos climáticos, por su inmovilidad como individuos (Samo *et. al*, 2008).

1.1.1 La temperatura

La temperatura está relacionada con la energía calorífica de los rayos solares y es una variable importante porque incide en la formación de las nubes, afecta los valores de humedad atmosférica o cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire e influye en la presión atmosférica, que corresponde a la fuerza que ejerce el peso del aire sobre la superficie terrestre.

¹Fuentes de consulta: Alcaraz, 2009 y Alcaraz *et. al*, 2009.



El efecto de la temperatura en las plantas y las comunidades vegetales se evidencia al comparar la cubierta vegetal y los tipos de plantas de zonas bajas y de alta montaña, y describir características tales como curvas de actividad biológica en función de la temperatura (propia de cada especie), disponibilidad de agua y evapotranspiración y procesos de germinación y floración. La respuesta de plantas a las fluctuaciones diurnas rítmicas en la temperatura se denomina termoperiodismo.

1.1.2 La luz

Influye notablemente en muchos fenómenos de la vida de las plantas, entre los cuales están el fotoperíodo (duración de los tiempos de luz y oscuridad en el día o en el año), la fotosíntesis, que se define como el proceso mediante el cual las plantas transforman la energía lumínica en energía química utilizable para otros seres vivos y el fototropismo (respuestas de movimiento de las plantas hacia la luz, de acercamiento o alejamiento).

Así mismo, la luz tiene efectos fisiológicos, tales como inhibir la germinación o activarla, sobre el desarrollo y/o crecimiento (por ejemplo, cambios de forma en las hojas).

Competencia por la luz: los vegetales requieren de la luz para su cumplir sus funciones biológicas, por ello se presenta competencia por este recurso. A continuación se describen algunos ejemplos de esto:

- Estratificación aérea como consecuencia de la lucha por la luz en comunidades vegetales; así, las especies de sombra viven en las partes menos iluminadas del bosque.
- En zonas acuáticas escasa penetración de la luz roja, se alcanza pronto la zona afótica.
- Escasa penetración bajo la nieve.
- En cuevas alta dependencia de la cantidad de luz.

Efecto de la altitud: al aumentar la altitud también lo hace la cantidad de luz.

1.1.3 La lluvia

Se entiende como el fenómeno de precipitación de gotas de agua. Está relacionada con el ciclo del agua, con la cobertura vegetal, con la posición latitudinal y altitudinal y con cambios climáticos de gran escala, como el efecto Niño o Niña. Es una variable que determina en gran parte el tipo de cobertura

vegetal al permitir la circulación de nutrientes en el suelo y los procesos de lavado o erosión del suelo.

Las fuentes mensurables de agua para las plantas son la lluvia, la nieve y el granizo; en tanto el rocío, el agua freática y las escorrentías son fuentes ocultas y la humedad ambiental, la nubosidad y las nieblas son fuentes compensantes.

La cobertura vegetal regula el exceso de agua mediante el aumento de la superficie transpiradora y el aumento de la gutación; y ante el déficit del recurso desarrolla estrategias como la obtención del agua freática, reducción de la transpiración y aumento en la eficiencia de absorción a través de las raíces.

1.1.4 El Viento

Las masas de aire que se desplazan en respuesta a los cambios de temperatura y densidad, sobre la superficie terrestre son los vientos. Así, en la zona ecuatorial – franja intertropical de las grandes selvas del mundo -, el aire cálido y húmedo tiende a ascender, especialmente con la insolación del día; al ir subiendo se enfría y forma grandes nubes que todos los días, en general, se descargan en forma de lluvia al atardecer; esta zona se denomina Zona de Convergencia Intertropical –ZCIT.

Entre las funciones y efectos del viento se tienen:

- Influye en la distribución (transporte de semillas) y en la morfología de plantas y vegetación.
- Produce acciones que conducen a respuesta fisiológica de las plantas, por ejemplo desecación, enfriamiento, enanismo y deformación (troncos inclinados, formas postradas, abanderamiento o entablado), según sean las condiciones del hábitat.
- Influye en el límite del bosque, haciéndolo bajar respecto al climático, al desecar brotes en períodos fríos (no hay bosque si velocidad del viento, a 10 m de altura, es igual o superior a 6 m/s).
- Puede causar ruptura de plantas.
- Provoca abatimiento, especialmente en el estrato herbáceo (gramíneas).
- Llega a ocasionar desenterramiento y a cubrir con arena la vegetación.

1.2 Índices bioclimáticos

Estos índices expresan las relaciones clima-vegetación y permiten delimitar de una serie de tipos climáticos basados en parámetros de temperatura (termométricos) o de pluviosidad (pluviométricos). Se obtienen mediante fórmulas que combinan de forma variada algunos parámetros climáticos y, even-

tualmente, ciertos factores que influyen en el clima, como la altitud o la latitud. Entre los más comunes se tienen:

1.2.1 Índices de continentalidad

- Valoran el grado de influencia marina u oceánica en un territorio. Su efecto se traduce en la amortiguación de las temperaturas extremas en las áreas oceánicas, es decir, tienen una oscilación de temperaturas a lo largo del año menor que en las áreas continentales.
- Llevan a distinguir entre zonas oceánicas y zonas continentales (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Algunos índices de continentalidad

Índice	Fórmula	Observaciones
Amplitud térmica anual (Am)	$Am = t_{mesc} - t_{mesf}$	t _{mesc} , t _{mesf} : temperaturas del mes más cálido y más frío del año.
Índice de Currey (Kcu)	$Kcu = \frac{Am}{1 + (\Phi/3)}$	Φ: latitud
Índice de Daget (Kd)	$Kd = \frac{1,7 \times Am}{Sen(\Phi + 10 + 9 \times h)} - 14$	h: altitud en km

Fuente: Alcaraz et. al, 2009

Tabla 2. Tipos de continentalidad / oceanidad

Tipo	Rivas Martínez (AM)	Currey (Kcu)	Daget (Kd)
Hiperoceánico	00-11	< 0,6	0 - 25
Euoceánico	11-17	0,6-1,1	
Semiocontinental	17-21	1,1-1,7	
Subcontinental	21-28		25-100
Eucontinental	28-46	1,7-2,3	
Hipercontinental	46-65	> 2,3	

Fuente: Alcaraz et. al, 2009

1.2.2 Índices pluviométricos y termopluviométricos (ombrotérmicos)

- Tienen en cuenta la cantidad total de lluvia y su distribución a lo largo de las diferentes estaciones del año.
- La efectividad de las precipitaciones depende de la mayor o menor torrencialidad y de las temperaturas, ya que con su aumento se elevan también las pérdidas por evapotranspiración, así como del suelo.

Conclusión:

Se puede evidenciar una relación estrecha entre el clima, con cada uno de sus variables y la cobertura vegetal existente en un ecosistema ó área, tal como ocurre en el río Orotoy; así por ejemplo el desbalance en la precipitación y evaporación se relaciona con la pérdida de la cobertura vegetal.





2. PAISAJES DE LOS LLANOS

En los Llanos Orientales de Colombia distinguimos tres grandes paisajes:

- Piedemonte llanero
- Llanura de inundación y
- Altillanura plana y ondulada.

De acuerdo a Romero *et. al* (2004), el piedemonte llanero cubre el flanco oriental de la cordillera Oriental y se extiende desde la cordillera de los Picachos hasta el Parque Nacional Tamá, con un rango de altitud entre los 200 msnm y los 1000 msnm, para algunos autores; en éste se localizan las principales ciudades de la Orinoquia, entre ellas Villavicencio, Yopal y Arauca. A su vez la altillanura plana y ondulada o de planicies altas de la Orinoquia no inundable (Meta y Vichada), se caracteriza por tener suelos ácidos bien drenados. Se localiza al sur del río Meta hasta la llanura aluvial de los ríos Guaviare y Vichada.

En general, las llanuras de inundación están bien representadas al oeste del río Meta, en las sabanas bajas de Casanare y Arauca, que incluyen ecosistemas diversos como los bosques inundables, los morichales, las sabanas eólicas y las sabanas húmedas o inundables. En estas últimas, el relieve plano con apenas pequeñas depresiones muestran numerosos y variados cuerpos de agua tales como los esteros, los bajos, las lagunas -naturales o artificiales-, los caños y las madrevejas, antiguos cauces que han perdido la conexión con el río.

Romero *et. al* (op.cit) sintetizan la información existente para algunos ecosistemas de la cuenca del Orinoco en Colombia, en zonobiomas que se describen a continuación:

2.1 Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia:

Corresponden al bioma denominado comúnmente como bosques ribereños, bosques riparios o bosques de galería, estos se ubican en las márgenes de ríos mayores y sus tributarios. Por sus condiciones de microclima, la fertilidad de sus suelos y su función hidrológica asociada a factores de escorrentía, equilibrio térmico del agua y ciclaje de nutrientes poseen una biodiversidad importante, especialmente en ictiofauna (Barbosa, 2000 citado en: Romero *et. al*, 2004).

Existen diferentes clasificaciones para ellos y descripciones para los de la cuenca del Orinoco, entre los que se destacan: Palmas (IGAC, 1999; FAO, 1966); Bosques permanentemente inundados; Bosques de galería de Puerto López y Puerto Gaitán (Stevenson, 1995 citado en: IGAC, 1999); Bosques de galería de sabanas de Santa Rita: (Etter, 1991 citado en: IGAC, 1999); Bosques de galería entre los ríos Tomo y Terecay (Bustamante, 2001), Bosques ribereños del río Tomo: (Bustamante, 2001) y Bosques de la vega de los ríos Arauca y Guaviare (Rangel, 1998); Bosques ribereños serranía de la Macarena (Rangel *et. al*, 1995.); Bosques de la llanura inundable del Inírida- sector Matraca (P.N.N Puinawai) (Etter, 2001).

2.1.1 Vegetación de pantano

Las especies vegetales presentes en este ecosistema de la Orinoquia tienen diversas adaptaciones a la estacionalidad; lluvia-sequía. Entre los estudios importantes realizados se encuentran: Llanos inundables del Orinoco (Rial, 2003), vegetación de las planicies inundables y estero El Zancudo y La Virgen en la Hermosa (Díaz, 1999 y Corporinoquia *et. al*, 2005-2010).

2.2 Comunidades vegetales presentes en el río Orotoy

En la cuenca del río Orotoy la intervención del hombre ha influenciado en la cobertura vegetal, de tal manera que durante los recorridos de campo se identificaron las siguientes asociaciones vegetales:

Bosque de piedemonte (Salamanca, 1983)

El más característico en la región de la Orinoquia, es el higrófilo del piedemonte llanero (mesas, terrazas y colinas en la vertiente oeste de la Cordillera Oriental más o menos hasta los 1000 metros), muy intervenido; en la actualidad gran parte ha desaparecido, ha dado paso a extensas zonas de cultivo y/o pastos mejorados y en algunos sectores a pastizales.

Alcance geográfico: Llanos Orientales.



Bosque de Piedemonte llanero.
Cuenca Río Orotoy (Guamal - Meta).
Vereda El Retiro. Estación I

Bosque de galería (IGAC, 1984)

Vegetación arbórea con varios estratos, en el superior los elementos sobrepasan los 20 m de altura.

Alcance geográfico: Orinoquia colombiana; en las aluviones recientes y vegas de los ríos. Sinónimo: Matas de monte



Bosque de Galería.
Cuenca Río Orotoy (Guamal - Meta).
Vereda El Retiro. Estación 1



Bosque de Galería.
Cuenca Río Orotoy (Guamal - Meta).
Vereda El Retiro. Estación 1

Bosque Secundario (UICN, 1999)

Ecosistemas que se regeneran luego de disturbios sustanciales (inundaciones, fuegos, cambios en el uso del suelo o extracciones de madera extensivas o intensivas), caracterizados por la escasez de árboles maduros y por la abundancia de especies pioneras.

Distribución local: Con representación a lo largo de la cuenca del río Orotoy en las dos márgenes, desde la zona alta hasta la zona baja.

Matorrales

Es una comunidad caracterizada por una vegetación dominada por arbustos. Este tipo de ecosistema puede surgir como consecuencia de la actividad humana.

Distribución local: Con representación a lo largo de la cuenca del río Orotoy en las dos márgenes, desde la zona alta hasta la zona baja y en parches más numerosos.



Matorrales.
Cuenca del Río Orotoy (Castilla La Nueva - Meta)
Vrda Barro Blanco. Estación N° 15

Pastura

Cualquier área que produce forraje, ya sea éste en forma de gramíneas, arbustos ramoneables, herbáceas o mezcla de éstas (Huss *et. al*, 1986).

Distribución local: ampliamente representadas en las zonas media y baja de la cuenca del río Orotoy.



Pasturas.
Cuenca del Río Orotoy (Acacias - Meta)
Vrda La Cecilita. Estación 5



Cultivo de palma.
Cuenca del Río Orotoy (Acacias - Meta)
Vrda San Isidro de Chichimene. Estación 7

Cultivos

Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras.

Distribución local: ampliamente representadas en las zonas media y baja de la cuenca del río Orotoy.



3. VEGETACIÓN RIBEREÑA: IMPORTANCIA

Los bosques de ribera o la vegetación de ribera constituyen el enlace entre el río y el ecosistema terrestre y desempeñan una función primordial en el funcionamiento del ecosistema acuático. El tipo de vegetación influye de forma fundamental en el control de la entrada de energía al ecosistema fluvial (río), bien a través de aportes de restos vegetales, como de fuente de alimento de muchos invertebrados, o a través de la iluminación, controlando el crecimiento de algas y macrófitas, y de temperatura, limitando las oscilaciones térmicas que regula los ciclos biológicos e influyendo en la solubilidad de los gases, especialmente del oxígeno (Proyectos- Ríos, 2009).



Vegetación Ribereña
Cuenca del Río Orotoy (Acacias- Meta)

3.1 Funciones de la vegetación ribereña

Distintos autores (Granados *et. al*, 2006; Ballard *et. al*, 2004; Garrent, 2005: y Lovett & Price, 2001, citados en: Quevedo, 2008) describen estas zonas de amortiguamiento contiguas al río, que desempeñan funciones como:

- Filtración, inmovilización y metabolización de muchas sustancias contaminantes; las plantas toman sustancias (compuestos nitrogenados, metales pesados, entre otros) que incorporan por sus raíces para su crecimiento; una vez fijadas son más fácilmente mineralizadas por los tejidos vegetales cuando la planta muere.
- Ayudan en la reducción de la escorrentía hacia los cuerpos de agua.
- Ofertan un amplio rango de hábitats.
- Proporcionan alimentos y nutrientes para los organismos acuáticos.
- Por su proximidad al agua desarrollan microclimas que proporcionan refugios y que dan lugar a una alta diversidad de plantas y animales tanto acuáticos como terrestres.

- Reducen la erosión, a través de la sujeción del suelo, manteniendo la forma del canal y reduciendo la colmatación de los pozos y remansos.
- Estabilizan las orillas.
- Amortiguan las crecidas e inundaciones.
- Influyen en la temperatura del agua.
- Suministran alimentos para los seres humanos.
- Generan ingresos agrícolas a través de productos cosechados a partir de las franjas ribereñas.

Conclusión:

Bajo condiciones ideales, la vegetación de ribera debería comprender una banda de vegetación de entre 3 y 5 veces la anchura del río para que actúe como filtro verde y para que se lleven a cabo las funciones ecológicas y económicas ya enunciadas.

3.2 Análisis del estado y calidad de la vegetación ribereña

Para conocer el estado de la vegetación ribereña se debe hacer una evaluación que permita dar una idea general de las características de la vegetación y del sustrato “suelo” en donde se sustenta, para ello, se requiere de información precisa y puntual. La base principal de este punto es la descripción de la vegetación con sus diferentes estratificaciones, relacionada ya sea con causas de deterioro o pérdida del ecosistema, con evidencia de perturbación por las diferentes actividades antrópicas (ganadería, cultivos, tala, entre otras) y estado de conservación.

3.2.1. Índice de calidad de ribera – QBR

Actualmente se reconoce la importancia de las relaciones que se establecen entre el flujo natural de agua y su variabilidad anual sobre la estructura y organización de la vegetación de los bosques ribereños. Las funciones de los bosques de ribera constituyen así excelentes indicadores de la gestión del territorio y por ello su inclusión como elemento clave para la calificación del estado ecológico de los ríos. Sin embargo, las riberas siempre han estado en conflicto con el hombre, puesto que en ellas se ha desarrollado todo tipo de actividades con distinto grado de impacto (agricultura de regadío, ganadería-pastoreo, vías de comunicación, entre otros) (Suárez *et. al*, 2002).



Existen pocas propuestas para cuantificar la calidad ambiental de las riberas utilizando índices de fácil manejo y de aplicación sencilla, así que Munné *et. al*, (1998 - 2003), propusieron el QBR (Índice de Calidad del Bosque de Ribera) que en cuatro bloques recoge distintos componentes y atributos de las riberas:

1. **Grado de cobertura riparia:** Evalúa el grado de conservación de las riberas.
2. **Estructura del bosque:** árboles o arbustos.
3. **Grado de naturalidad del lecho del río**
4. **Calidad de la cobertura:** presencia de especies introducidas o plantaciones.

Los valores del índice se distribuyen en cinco rangos de calidad:

- >95: estado natural; 90-75: calidad buena
- 70-55: calidad aceptable
- 30-50: calidad mala
- < 25: calidad pésima

Esta evaluación se realiza visualmente en el campo mediante la identificación de las especies vegetales presentes en un tramo de 100 metros y el cálculo de la cobertura vegetal de las riberas.



4. ALTERNATIVAS DE USO DE LA FLORA

El aumento constante de la población humana está determinando un impacto cada vez mayor sobre los recursos naturales, ya sea para satisfacer sus necesidades básicas: alimentación, vivienda, educación (pulpa para papel), como para mejoras de la calidad de vida: recreación, vías de comunicación y depósitos de residuos (Martínez, 1992).

Por tanto, los incrementos en las tasas de deforestación, en las pérdidas de suelos agrícolas o del potencial valor agrícola, en la eliminación de especies de fauna nativa de sus hábitats ya sea por cacería o por competencia por ganado doméstico, conllevan a pérdida constante de especies vegetales y animales, muchas de ellas sin caracterización de su valor actual o potencial para uso humano (Martínez, op.cit). La supervivencia de una sola especie, la humana, depende en gran medida de la supervivencia de otras especies ya sea por su participación en la formación de suelos, por mantener la fertilidad de estos, por su valor forrajero, alimenticio, de control de otras especies perjudiciales al hombre, por ello el valor incalculable de la flora.

La región de la Orinoquia, presenta una potencialidad en recursos naturales, siempre se ha considerado de gran importancia para la humanidad, por ello nuestros aborígenes habían desarrollado un conocimiento muy particular sobre su uso del recurso (Acero, 2005). Para la cuenca del río Orottoy, debido a sus características geográficas, climáticas y geomorfológicas, se puede ubicar, según el sistema de formaciones vegetales del mundo, propuesto por Holdridge (1967), que esta zona pertenece a Bosque Húmedo Tropical (BHT), por lo tanto, este tipo de bioma, presenta especies de plantas representativas, de gran importancia en alimentación, construcción, forraje para animales, medicina, artesanías, etc.

A continuación, se mostrará una valoración de alternativas e uso de la flora en la cuenca del río Orottoy, teniendo en cuenta: Diversidad Biológica, Diversidad de Paisaje y Ecosistemas y Diversidad Cultural.

Las alternativas de uso, que se puede aprovechar de las plantas son (Tabla 3):

- Alimentación
- Construcción
- Nutrición animal
- Medicinal
- Artesanías
- Resinas
- Ornamental
- Agricultura orgánica
- Apicultura
- Follajes



Especie		USOS																						
		Comestible							Construcción			Nutrición Animal				Resinas y Aceites								
Nombre Común	Nombre Científico	Frutos	Hojas	Liana	Pegante	Impermeable	Calafateo	Aceite	Aceite	Liana	Hojas	Madera	Vacas	Cerdos	Callinas	Peces	Pegante	Impermeable	Calafateo	Aceite	Ornamental	Agricultura Orgánica	Apicultura	Medicina
Palma real	<i>Attalea maripa</i>										X					X								
Moriche	<i>Mauritia flexuosa</i>									X												X		
Guadua	<i>Guadua sp.</i>										X													
Cabo de hacha	<i>Iryanthera juruensis</i>										X													
Caraño	<i>Trattinnickia aspera</i>										X													
Caño fistol o dormidero	<i>Calliandra surinamensis</i>										X													
Guaratará	<i>Axonopus purpusii</i>												X											
Lambedora	<i>Leersia hexandra</i>												X											
Arroz silvestre	<i>Oryza sp.</i>												X											
Cámbulo	<i>Erythrina poeppigiana</i>												X											
Mucuna	<i>Mucuna sp.</i>												X											
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>												X											
Palo de agua														X										
Ciruela														X										
Canillevado														X										
Guayabo rebalsero														X										
Cuaño	<i>Virola surinamensis</i>													X		X								
Gallino	<i>Pentagonia sp.</i>															X								
Madroño	<i>Garcinia madruno</i>															X								
Ojo de rana																X								
Tivanana	<i>Spathiphyllum canifolium</i>																							X

Especie		USOS																						
		Comestible							Construcción			Nutrición Animal				Resinas y Aceites								
Nombre Común	Nombre Científico	Frutos	Hojas	Liana	Pegante	Impermeable	Calafateo	Aceite	Aceite	Liana	Hojas	Madera	Vacas	Cerdos	Gallinas	Peces	Pegante	Impermeable	Calafateo	Aceite	Ornamental	Agricultura Orgánica	Apicultura	Medicina
Cordia																	X							
Caucho	<i>Hevea sp</i>																X							
Madroño	<i>Garcinia madruno</i>																	X	X					
Avichure	<i>Couma macrocarpa</i>																	X						
Avichure	<i>Couma macrocarpa</i>																			X				
Anime	<i>Protium sp</i>																			X				
Heliconias	<i>Heliconia sp.</i>																				X			
Maipepe	<i>Syagrus sancona</i>																				X			
Orquidea	<i>Catleya violaceae</i>																				X			
Canutos	<i>Phylodendron hederaceum</i>																				X			
Canutos	<i>Phylodendron wittianum</i>																				X			
San Pablo																					X			
Molinillo																					X			
Cenizo	<i>Piptocoma discolor</i>																						X	
Arrayan	<i>Myrcia sp</i>																						X	
Mastranto	<i>Hyptis sp</i>																						X	
Aceite de palo "solvente"	<i>Ocotea caparapi</i>																		X					X
Barbasco	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i> o <i>Tephrosia rufescens</i>																					X		
Chocho	<i>Andira surinamense</i>																							X
Caña Agria	<i>Costus spiralis</i>																							X
Gualanday	<i>Jacaranda obtusifolia</i>																							X

Fuente: Castro Francisco (2011). Conferencia "Usos de vegetación nativa del Orinoco". Diplomado "Balance hídrico asociado a la cobertura vegetal"



Otras especies, con alto potencial para usos en: alimentación en humanos y animales, ornamentales, medicina, dendroenergía, construcción, entre otras son moriche (*Mauritia flexuosa*), Tres tablas (*Dialium guianense*), Palma real (*Attalea butyraceae*); Chuapo (*Socratea exorrhiza*); Yapí (*Perebea xanthochyma*), Cumare (*Astrocaryum chambira*); Corozo (*Acrocoma aculeata*), Cuero de sapo (*Brosium lactescens*); Cacay (*Caryodendron orinocense*); Avichure (*Couma macrocarpa*); Guacamayo (*Apuleia leiocarpa*); Güichire (*Attalea maripa*); Machaco (*Simarouba amara*); Majagüillo Tablón (*Xylopia frutescens*); Saladino (*Vochysia lehmannii*); Falso Yopo (*Mimosa trianae*); Cedro (*Cedrela odorata*) y Caraño (*Trattinnickia aspera*).

Conclusiones:

Las plantas útiles como fuente de alimento, medicina o materias primas deben ser integradas en los sistemas productivos actuales y futuros. Estos recursos, a través de la integración del conocimiento tradicional y el conocimiento científico pueden generar formas innovadoras y sostenibles para su aprovechamiento, en beneficio del Hombre.

Es importante el conocimiento de la biodiversidad, para poder utilizar y conservar estos recursos y mejorar la calidad de vida de los actores sociales.

Existió una gran riqueza de especies útiles, que hay que recuperar.

Existe una gran diversidad de alternativas de producción sostenible, que pueden ser fuentes de ingreso.

La seguridad alimentaria se ve reflejada en el uso de especies nativas.



5. PRINCIPALES UNIDADES DE VEGETACION Y ASPECTOS GENERALES DE LAS PLANTAS ACUATICAS

Diversos ambientes llaneros de la cuenca del Orinoco, son el hábitat de variadas comunidades de plantas acuáticas que aún no han sido estudiadas ni comprendidas en su utilidad para el hombre. En los humedales, los ciclos hidrológicos determinan la funcionalidad de estos ecosistemas. Condicionan tanto el ritmo de la fauna y la flora como el carácter del hombre que los habita. Todo debe ajustarse al ritmo de las aguas, al ir y venir de las inundaciones y los aguaceros. Por eso, es importante entender cómo funcionan estos ambientes y sus plantas. Mantenerlos en buen estado es vital para el bienestar humano.



Humedal: Laguna.
Vereda El Porvenir (Acacias - Meta)

5.1 Plantas acuáticas

A diferencia de las terrestres estas plantas acostumbradas a la falta de oxígeno radical, completan sus ciclos vitales indistintamente en agua o en suelos casi secos y sobreviven al siguiente ciclo (Rial, 2003). Estos vegetales son capaces de desarrollarse bajo diversas condiciones hídricas. Su adaptación a las fases ecológicas del ciclo anual de inundación y sequía, puede ser mediante modificaciones de la anatomía o de la bioforma (Rial, 2007).

Como entre el resto de seres vivos, en las plantas acuáticas también hay diferencias en cuanto a su “preferencia de hábitat”, su ciclo reproductivo y en fin, su duración a lo largo del ciclo anual. En los llanos inundables, podemos distinguir algunas especies que están presentes todo el año y en diversos cuerpos de agua, otras que se desarrollan solo una parte del periodo y otras que aparecen y desaparecen en corto tiempo, efímeramente. (Rial, op.cit.).

5.1.1 Función y uso

Las plantas superiores acuáticas, también se conocen como macrófitas acuáticas. Al ser capaces de transformar la luz en energía a través de la fotosíntesis; son productores primarios y base de la cadena alimenticia de ambientes acuáticos. Sus comunidades ejercen un efecto de control sobre la erosión hídrica en los cuerpos de agua. Alimentan a la fauna silvestre herbívora y a todo tipo de ganado, dado el alto valor nutricional de muchas especies. Son filtradoras de sedimentos en suspensión y liberadoras de nutrientes durante su descomposición. Constituyen el refugio, sitio de reproducción, desove y guardería de juveniles de diversas especies de invertebrados acuáticos, peces y aves, lo que las hace imprescindibles para garantizar el mantenimiento de las cadenas tróficas en algunos ambientes.

Su importancia económica radica no sólo en la variedad de usos conocidos, sino en muchos que aún no han sido aplicados. Nos proveen de vitales servicios ecosistémicos, gratuitos e indispensables y son además alimento, medicina y materia prima de utensilios para el hombre.

Son estupendos fertilizantes para la agricultura. Muchas especies se cultivan para la industria cosmética y artesanal, la piscicultura, como plantas ornamentales para la acuariofilia -uno de los mayores mercados del mundo, y como base de los humedales artificiales construidos. Sus raíces pueden absorber grandes cantidades de sustancias tóxicas, además de formar una densa red capaz de retener las más finas partículas en suspensión. También son capaces de recuperar ríos y lagunas contaminadas. Incluso los sistemas de producción integrados incluyen especies de macrófitas acuáticas flotantes en la cría de cerdos, particularmente útil porque recircula el nitrógeno producido.

Las plantas acuáticas no sólo son parte vital del ecosistema natural, sino que ofrecen “ayuda” al hombre, una vez que este ha desequilibrado el sistema. Las comunidades de plantas acuáticas actúan como bioindicadoras de las diferentes etapas de desarrollo y del nivel de nutrientes del ecosistema acuático. Su conversión en maleza, puede relacionarse con la disminución de la calidad del agua y el aumento de determinados nutrientes hasta grados avanzados de eutrofización. Pero su valor va más allá de su capacidad indicadora, es bien conocido el uso de humedales artificiales para la restauración de ambientes degradados.

Las plantas acuáticas actúan como filtros biológicos removiendo sustancias tanto biodegradables como no biodegradables. Por otra parte las plantas cosechadas en los sistemas de tratamiento pueden ser reutilizadas como biogas, alimento para los animales o fertilizantes agrícolas entre muchas otras.

Las principales fuentes abastecedoras de acueductos en la cuenca del Meta, sirven a su vez como fuentes de vertimiento de aguas residuales, industriales y domésticas. Por ejemplo las aguas provenientes de sanitarios y pozos sépticos descargadas en los ríos Acacías y Orotoy no tienen actualmente ningún tipo de tratamiento previo.

5.1.2 Bioformas de plantas acuáticas

Sumergidas: Esta categoría reagrupa las especies en las que las raíces y el follaje se desarrollan bajo el agua. Este tipo de plantas contribuye a la oxigenación del agua. Juegan un papel importante al asegurar un aporte regular de oxígeno a la flora y a la fauna. Además, limitan el desarrollo de las algas que se desarrollan en aguas estancadas y poco provistas de oxígeno.



Flotante libre: Hacen parte de esta categoría las especies de plantas no arraigadas y que navegan libremente sobre el agua. El papel principal de estas plantas es de cubrir un poco la superficie del estanque con el fin de evitar la proliferación de algas. También cumplen un papel de filtración y clarificación del agua.

Arraigada flotante: Son frecuentes en agua estancada o en corrientes de agua lentas. Los rizomas están fijos, las hojas largamente pecioladas tienen el limbo flotante sobre la superficie del agua. Ej.: irupé, *Victoria cruziana*, con hojas flotantes de bordes elevados. Algunas de estas plantas presentan heterofilia es decir, hojas sumergidas, flotantes y emergidas con forma diferente.



Arraigada emergente: Constituido por plantas arraigadas en el fondo y de las que el follaje emerge por encima del agua. El papel principal es proteger las orillas y la fauna acuática, además filtran y clarifican el agua. Tienen bella floriscencia y follaje.

Algunas plantas acuáticas conocidas de los llanos de Colombia y registradas por diversos autores:



Cabomba piauhyensis



Caperonia palustris



Cyperus haspan



Eichhornia sp



Ludwigia nervosa



Limnocharis flava



Azolla sp



Montrichardia arborescens



Ceratopteris pteridoides



Hydrolea spinosa



Ludwigia sedoides

Conclusiones:

Las comunidades de plantas acuáticas actúan como bioindicadoras de las diferentes etapas de desarrollo y del nivel de nutrientes del ecosistema acuático. Son útiles tanto en sistemas naturales como en sistemas artificiales, creados especialmente para el uso del hombre.

Los humedales son ecosistemas estratégicos donde los ciclos hidrológicos determinan su funcionalidad; entre los variados procesos que cumplen se encuentran: los ciclos de la materia orgánica, servir de trampas de sedimentos, almacenar aguas de desborde en épocas de crecienta de ecosistemas acuáticos, hacer filtración de las aguas, brindar hábitat a una gran diversidad de fauna y suministrar productos básicos para el mantenimiento de poblaciones locales (agua, leña, recursos pesqueros, recursos de caza, entre otros). En la Orinoquia colombiana se pueden identificar 22 tipos de humedales dentro de un sistema jerárquico que integra la influencia andina- cordillera Oriental, de llanura – sabanas inundables y altillanura-, del escudo guayanés – Sierra de la Macarena- y las zonas de transición con la selva alta- eje Guaviare –Inírida (Caro *et. al*, 2010).



6. ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN RIBEREÑA: RESTAURACIÓN, REVEGETALIZACIÓN Y REFORESTACIÓN

6.1 Concepto

La restauración ecológica se refiere al conjunto de acciones, procesos y demás actividades orientadas a recuperar o reparar un ecosistema que ha sufrido disturbios, para lograr mantener sus servicios ecosistémicos. La restauración ecológica es el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (SER, 2004).

La restauración ecológica es una actividad que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo (Vargas, 2011).

En ese sentido es importante diferenciar algunos términos de uso cotidiano para distintas iniciativas en pro de la recuperación de la cobertura vegetal o de la mitigación a impactos sobre ecosistemas naturales:

Reforestación: es una operación para establecer vegetación arbórea en terrenos con aptitud forestal. Consiste en repoblar zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques que han sido eliminados por diversos motivos de tipo antrópico.

Revegetalización: es el proceso por el cual las plantas colonizan un área en la que se ha removido su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio. La revegetalización no necesariamente implica que la vegetación original se restablezca, solamente que algún tipo de vegetación ahora ocupa el sitio. Por ejemplo, muchas áreas que sufren disturbios son ocupadas por especies invasoras que desvían las sucesiones a coberturas vegetales diferentes a las originales (Vargas, 2007).

6.2 Atributos de los ecosistemas restaurados

Una vez cubierto el proceso de restauración en un ecosistema dado, este presenta las siguientes características:

- Contiene un conjunto característico de especies que proveen una estructura apropiada de la comunidad.
- Consta de especies autóctonas hasta el grado máximo factible.
- Su ambiente físico tiene la capacidad de sostener poblaciones reproductivas de las especies necesarias para la continua estabilidad o desarrollo a lo largo de la trayectoria deseada.
- Se ha integrado adecuadamente con la matriz ecológica o el paisaje, con los cuales interactúa a través de flujos e intercambios bióticos y abióticos.
- Se han eliminado o reducido tanto como sea posible las amenazas potenciales, del paisaje que lo rodea, en la salud e integridad del ecosistema.
- Tiene suficiente capacidad de recuperación como para aguantar los acontecimientos estresantes periódicos y normales del ambiente local y que sirven para mantener su integridad.
- Es autosostenible al mismo grado que su ecosistema de referencia y tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones ambientales existentes. Como con cualquier ecosistema intacto, la composición de las especies y otros atributos de un ecosistema restaurado podrían evolucionar a medida que cambian las condiciones ambientales.

6.3 Planificación de la restauración

Los planes para los proyectos de restauración incluyen, como mínimo, los siguientes:

- Una exposición de principios clara de por qué se necesita la restauración;
- Una descripción ecológica del sitio designado para la restauración;
- Una declaración de las metas y los objetivos del proyecto de restauración;
- Una designación y descripción de la referencia;
- Una explicación de cómo la restauración propuesta se integrará con el paisaje y sus flujos de organismos y materiales;

- Planes, itinerarios y presupuestos explícitos para la preparación del sitio y las actividades de instalación y postinstalación, incluyendo una estrategia para hacer correcciones rápidas a mitad de camino;
- Estándares de desempeño bien desarrollados y explícitos, con protocolos de monitoreo mediante los cuales se puede evaluar el proyecto;
- Estrategias para una protección y mantenimiento a largo plazo del ecosistema restaurado.

Conclusiones:

La restauración busca restablecer no solamente la función del sitio, sino además sus componentes, estructura y complejidad.

La restauración depende de un propósito intencional y de actividades humanas constructivas.

La restauración no busca únicamente imitar lo que era un sistema, además intenta replicar lo que un sistema hacía y así crear una autoorganización sostenible y persistente.

Un sistema restaurado es capaz de sostenerse así mismo, puede resistir invasiones por nuevas especies, es tan productivo como el original y tiene interacciones bióticas similares a la original.



7. FORMULACIÓN DE PROYECTOS

Los proyectos constituyen elementos básicos de cualquier sector, disciplina o nivel, ya sea para ámbitos científicos, políticos, sociales o de desarrollo, entre otros; son herramientas de planificación que funcionan en distintas escalas y plazos. Sin embargo, su construcción, en muchas ocasiones, es deficiente o ajena a la realidad de la sociedad en la que están inmersos, aunque existen múltiples metodologías para su formulación que responden a la exclusividad de los mismos. De manera particular, el proyecto de gestión ambiental conjuga los elementos de las ciencias ambientales, con un eje central - los actores sociales. A continuación se hace una breve descripción de los componentes de este tipo de proyecto.



Comunidad elaborando propuestas

- **Título:** debe ser explícito y global, con alusión al sitio de trabajo y eje central del mismo.
- **Introducción:** de forma breve se describe el proyecto y se le narra al lector la secuencia de capítulos, la metodología y los resultados más representativos.
- **Planteamiento del problema:** constituye la base de construcción de todo el proyecto; por ello debe ser

clara, fácil de entender y sustentada (causas y efectos del problema objeto de estudio). Su descripción se puede iniciar a partir de preguntas o de hipótesis.

- **Justificación:** en general se plantean inicialmente las condiciones favorables del sitio, la población, la cultura, entre otros; posteriormente se explican las carencias o aspectos desfavorables con argumentación sólida y se finaliza presentado la(s) alternativas de solución o soluciones previstas.
- **Actores sociales:** comprende a todas las personas, instituciones oficiales y privadas, grupos ecológicos, líderes, autoridades, sectores y demás actores que tienen relación con el problema planteado, ya sea porque serán beneficiarios directos al solucionarse éste, o porque son responsables directos o indirectos en la búsqueda de soluciones.
- **Marco de referencia:** su formato puede variar; en este caso se propone que incluya tres aspectos: los antecedentes, donde se comentan estudios y experiencias anteriores, el marco teórico que alude a conceptos y teorías que soportan el desarrollo del proyecto y el marco legislativo, donde se hace una revisión comentada de leyes y normas nacionales e internacionales que apoyan todo el proyecto, tanto en su formulación como en su implementación.
- **Objetivos:** tienen que plantearse en concordancia con las preguntas o hipótesis del trabajo; se escriben con verbos y deben ser medibles a través de indicadores. De otra parte, es necesario tener en cuenta que cada uno de los objetivos específicos establecidos deberá responder al objetivo general.
- **Metodología:** para hacer un ejercicio de planeación es necesario organizarla por fases o etapas. En cada una de ellas se deben estipular las actividades y plazos en que se llevarán a cabo; es importante revisar y verificar si esta permitirán el cumplimiento de los objetivos. También se debe considerar el diseño de muestreo y el uso de la estadística.
- **Resultados esperados:** deberán corresponder con todo lo anterior y ser medibles (indicadores de logros). En algunos formatos se habla de metas, en otros de productos.
- **Cronograma:** es un plan de trabajo que contiene la secuencia de tiempo (días, semanas, meses, años), las actividades centrales de las fases o etapas de la metodología - en forma global-, hasta la finalización de lo propuesto (documento, informe, diseño, entre otros).

- 
- **Presupuesto:** Su elaboración se debe ajustar al formato institucional de la empresa al que se está sometiendo la propuesta, dado que existen diversas formas de presentarlo y algunas instituciones tienen su propio formato. Como marco general en todos los casos se manejan los siguientes globales: recursos humanos; equipos; materiales; transporte; servicios técnicos especializados (asesorías); administración e imprevistos.
 - **Literatura citada:** se relacionan todas las fuentes de información, con normas ICONTEC.



8. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Actividad No 1: Climograma

Un climograma es un gráfico de doble entrada en el que se presentan resumidos los valores de precipitación y temperatura obtenidos en una estación meteorológica, en una serie de tiempo que debe ser superior a los 20 años de registros para poder indicar un patrón.

La elaboración de diagramas climáticos –climogramas–, es una herramienta útil para comprender el patrón general climático de localidades específicas; con estos se observa y permite comparar la forma como se distribuyen temporalmente factores de interés como la precipitación y la temperatura, la identificación de épocas de sequía y lluvias, su relación respecto con el régimen térmico, así como también inducir a la inferencia de la presencia de cierto tipo de vegetación y fauna asociada, o su épocas de abundancia y distribución.

Procedimiento:

1. Organización de los datos

Los datos suministrados por las estaciones climáticas deben ser homogeneizados de acuerdo a su ubicación.

Localidad: Altitud:	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
mm												
°C												

2. Elaboración de climograma:

- Se dibuja una gráfica trazando el eje de coordenadas con dos ejes verticales.
- El eje horizontal o de las abscisas corresponde a los meses del año, asignando el mismo espacio para cada mes, se escriben las iniciales correspondientes.
- En el eje vertical de la izquierda irá la escala de las temperaturas, dividiendo proporcionalmente el espacio. Los valores de temperatura irán de uno en uno e indicaremos en el eje "T (° C), que corresponde a los grados Celsius de cada mes.

- En el eje vertical de la derecha va la escala de precipitaciones, dividiendo el espacio proporcionalmente. Las precipitaciones deben duplicar los valores de las temperaturas y anotar en el eje "P (mm)", que corresponde a la precipitación media mensual expresada en milímetros de agua.
- Asegúrese que la escala entre la temperatura y la precipitación sea de 1:2 (Ejemplo. $10^{\circ}\text{C}=20\text{ mm}$).
- El nombre de la localidad se escribe en el ángulo superior izquierdo del climograma y entre paréntesis se escribe la altitud si se conoce, así como el número de años de la serie de datos de los que se obtuvieron los promedios.
- En el ángulo superior derecho se anotan los valores de la temperatura y precipitación media anual.
- Se registran los valores de la temperatura con un punto correspondiente a cada mes y posteriormente las precipitaciones.
- Los valores de temperatura se unen con una línea preferiblemente de color rojo.

3. Interpretación:

Se tendrá en cuenta principalmente el valor de 100 mm de precipitación, puesto que las áreas que se encuentren por encima de esta y de la línea de temperaturas se colorearán de negro o en un patrón continuo. Posteriormente las áreas que se encuentren por debajo de 100 mm pero por encima de la línea de temperatura se rellenarán con un rayado horizontal. Para finalizar la gráfica, si la línea de temperatura sobrepasa en algún punto la línea de precipitaciones, se deberá rellenar con punteado grueso.

Posteriormente, se observa la gráfica y se identifica el número de "picos" de las curvas, indicando la estacionalidad (Unimodal, bimodal, etc), bien sea para la lluviosidad, para la temperatura o para ambas variables. Así mismo, la zona punteada indica periodos cálidos y secos o si las temperaturas son muy bajas, representará estaciones con déficit hídrico. La presencia de áreas rayadas o negras indica estaciones húmedas o muy húmedas y su combinación con el eje de temperatura señalará si los inviernos son fríos o cálidos.

4. Análisis comparativos

Comparar los climogramas de cuatro localidades diferentes, analizar respecto a su localización, latitud y altitud. Discutir en grupo y evidenciar el patrón climático de algún sector de la cuenca del río Orotoy.

Actividad No 2:

Según lo visto en bioclimatología calcular los índices de continentalidad (Tabla 1) y decir a que tipo corresponden (Tabla 2) con información de su vereda.

Actividad No 3:

En base a los conceptos explicados en “Vegetación ribereña: importancia”, ubique zonas dentro de la Cuenca del Río Orotoy, que no fueron tenidas en cuenta durante la ejecución del proyecto, que pueden ser catalogadas como: matorrales, bosque secundario, y que tienen un potencial de protección dentro del ecosistema.

Desde sus conocimientos y experiencias:

- a. ¿Cómo podrían contribuir al mejoramiento del ecosistema?
- b. ¿Creen qué esto sería un mecanismo de integración de la comunidad y que el trabajo sería más integral y efectivo?
- c. ¿Cuáles serían las propuestas e ideas de la comunidad en general, a los entes gubernamentales y no gubernamentales para la formulación de proyectos que estén encaminados a la protección y recuperación de la Cuenca de Río Orotoy?

Actividad No 4: Importancia de la vegetación ribereña

Del artículo: Smith, J., Sabogal, C., De Jong, W. y Kaimowitz, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. CIFOR occasional paper No. 13, Bogor, Indonesia. <http://ibcperu.org/doc/isis/13916.pdf>, hacer un análisis de la lectura en donde se resalte la situación actual de la Cuenca del Río Orotoy, señalando los efectos y factores que determinan el desarrollo de un bosque secundario.

Actividad No 5: Usos de la vegetación

Del artículo: Sotomayor Tribín, Hugo Armando and Mahecha Rubio, Dany and Franky Calvo, Carlos Eduardo and Cabrera Becerra, Gabriel and Torres Leguizamo, María Lucía (1998) La nutrición de los Nukak: una sociedad amazónica en proceso de contacto. *Maguare* (13). pp. 117-142. ISSN 01203045
http://www.bdigital.unal.edu.co/3714/1/1998-Nutrici%C3%B3n_Nukak.pdf; hacer una reflexión de la lectura confrontando los Beneficios y perjuicios de lo que se consumía antes en comparación con lo que está consumiendo ahora en su vereda o entorno.

Actividad No 6: Alternativas de Restauración

Del documento: Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International. http://www.ser.org/pdf/REV_Spanish_Primer.pdf. Diligenciar la información de la sesión 8 para proponer como llevar a cabo la restauración en su localidad.

GLOSARIO DE TERMINOS

AFOTICA: Se define como una zona, en la que no es posible el desarrollo de procesos fotosintéticos, ya que no penetra la luz solar en ella.

ALTITUD: Factor abiótico fundamental en el desarrollo de los ecosistemas, representa la altura sobre el nivel del mar de un punto geográfico cualquiera.

ATRIBUTO: Cada una de las propiedades o características de un ser.

BIOFORMAS: Es cada una de las formas biológicas que aparecen como resultado de la adaptación de los organismos al medio ambiente.

BIODEGRADABLE: Capacidad de descomposición rápida bajo condiciones naturales.

COLMATAR: Rellenar una hondada o depresión del terreno mediante sedimentación de materiales transportados por el agua.

CONTINENTALIDAD: Se llama así al conjunto de características que adquieren los climas a medida que se penetra en el interior de un continente y se van perdiendo las influencias marítimas.

DIAGRAMA OMBROTERMICO: Diagrama en el que se representan las precipitaciones (ombro: lluvia) y las temperaturas.

DENDROENERGIA: Aquella obtenida a partir de la combustión de la madera.

EUTROFIZACIÓN: Crecimiento desordenado y acelerado de vegetales en los cuerpos de agua (lagos, lagunas, caños, ríos, mares) por la acumulación excesiva de nutrientes o materia orgánica (nitritos, nitratos y fosfatos).

EVAPOTRANSPIRACIÓN: El total de agua que un sistema o comunidad biótica terrestre libera en forma de vapor a la atmósfera.

FISIOLOGIA: Ciencia biológica que estudia las funciones de los seres vivos.

GUTACIÓN: Proceso de eliminación de agua en forma de gotitas.

HELOBIOMAS: Ecosistemas de áreas de inundación o drenaje deficiente.

HIGRÓFILO: Plantas y comunidades vegetales que viven suelos muy húmedos.

LATTUD: Ángulo formado entre el paralelo de un lugar y el ecuador, medido en grados, minutos y fracción.

MACRÓFTAS: Plantas que viven en el agua y necesitan de la luz del sol para llevar a cabo los procesos fotosintéticos.

METEOROLOGÍA: Ciencia que estudia los fenómenos y propiedades de la atmósfera, y en especial su relación con el tiempo atmosférico y la superficie de la tierra y mares.

OROGRAFÍA: Descripción del relieve montañoso.

PLUVIOSIDAD: Cantidad de lluvia anual caída en un punto o región.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: Funciones de la naturaleza que son directamente aprovechadas por los humanos sin que requieran inversiones económicas o de otra índole.

ZONOBIOMA: Categoría de clasificación de los biomas que se refiere a aquellos que presentan una distribución altitudinal en bajas elevaciones y guardan estrecha relación con factores climáticos. Están definidos por un tipo de suelo característico dentro de la vegetación zonal, por ejemplo el Bosque húmedo tropical.

LITERATURA CITADA

Acero, L. 2005. Planta Útiles de la Cuenca del Orinoco. Exploration Company (Colombia) Limited, Ecopetrol y Corporinoquia. Ediciones Zona Ediciones de Bogotá, 605 pp.

Alcaraz, F. 2009. Bioclimatología y vegetación del mundo, Tema 4: Climatología, bioclimatología y biomas. Universidad de Murcia. España. <http://webs.um.es/falcaraz/miwiki/doku.php?id=bioclimatologia>.

Alcaraz, F., Delgadillo, J. & Alonso, M. 2009. Bioclimatología y vegetación del mundo, Tema 3: Temperatura, luz y viento. Universidad de Murcia. España. <http://webs.um.es/falcaraz/miwiki/doku.php?id=bioclimatologia>.

Bustamante, C. 2001. La zonificación ambiental como estrategia para la planificación de los ecosistemas agroforestales y recuperación y conservación de los recursos naturales. En: <http://www.cipav.or.co/redagrofor/memorias99/BustamC.htm>.

Caro, C., Trujillo, F., Suárez, C. & Usma, J. 2010. Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a un sistema de clasificación de ambientes acuáticos. Capítulo 11. Pp. 417-432. En: Lasso, C., Usma, J., Trujillo, F. y Rial, A. (eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia.

Etter, A. (ed.). 2001. Puinawai y Nukak. Caracterización ecológica general de dos reservas naturales de la Amazonia colombiana. Serie Investigación 2. IDEADE, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Pontificia- Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 382 pp.

Huss, D., Bernadón, A., Anderson, D. & Brum J. 1986. Principio de manejo de praderas naturales. Instituto Nacional de la Tecnología Agropecuaria (INTA) y oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 218-247 pp.

IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia- Amazonía (ORAM). Colombia. Bogotá. 120 pp.

IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1984. Mapa de Bosques de Colombia. Memoria Explicativa. IGAC,

INDERENA, CONIF. Bogotá. 201pp. 24 planchas.

FAO- Food and agriculture Organization of the United Nations. 1966. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Tomo III. La vegetación natural y la ganadería en los Llanos Orientales. Roma. 233 pp.

Martínez, E. 1992. Recursos Naturales, Biodiversidad, Conservación y Uso Sustentable. Multequina. Latin America Journal of Natural Resource. 1: 11-18 pp. <http://www.cricyt.edu.ar/multiquina/indice/pdf/01/1.8.pdf>.

Munné, A., Solà, C. & Prat, N. 1998. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del Agua, 175: 20-37 pp.

Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N & Rieradevall, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat n rivers and streams: QBR index. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem. 13: 147-163 pp.

Proyectos- Ríos. 2009. Vegetación de Ribera: Morfología e Índice de Calidad. Fundación Ciudad de la Energía. En línea: http://www.ciuden.es/DOCUMENTOS_I/CPS/VEGETACIONRIBERA_IICURSOPR.PDF

Quevedo, J. 2008. Tesis Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas: Análisis y Evaluación de las Franjas Ribereñas y de los Usos Adyacentes en la Microcuenca del Río Toila, Subcuenta del Río Matanzas, Guatemala. Costa Rica. 216 pp.

Rangel, J., Aguilar, M. & Lowy, P. 1995. Parque Nacional Natural de la Sierra de la Macarena pp 112-120. En Rangel, J. (ed.). Colombia diversidad biótica I. Universidad Nacional de Colombia.

Rangel, O. 1998. Amazonia y Orinoquia: Biota y Ecología. Colombia Patria de tres mares. "Expolisboa 98" Santafé de Bogotá. 240 pp.

Rial, A. 2003 ("2001"). El concepto de planta acuática en un humedal de los Llanos de Venezuela. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 155: 119-132

Rial, A. 2007. Flora y vegetación acuática de los Llanos de Venezuela. Con especial énfasis en el humedal de los Llanos de Apure. 99-105. En: R. Duno, G. Aymard y O. Huber (ed.) Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA – Fundación Polar – FIBV.



Romero, M. Galindo G., Otero, J. Armenteras, D. 2004 Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. IAvH – IGAC. Bogotá. Colombia. 189 pp.

Salamanca, S. 1983. La vegetación en la Orinoquia- Amazonia: fisiografía y formaciones vegetales. Colombia. Geografía. Vol 10 (2) 5-31. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Samo, A., Garmendia, A. & Delgado, J. 2008. Introducción práctica a la ecología. Edt. Pearson Prentice Hall. 227 pp.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Suárez. M., Vidal-Abarca. M., Sánchez-Montoya. M., Alba-Tercedor. J., Álvarez. M., Avilés. J., Bonada. N., Casas. J., Jáimez-Cuellar. P., Munné. A., Pardo. I., Prat. N., Rieradevall. M., Salinas. M., Toro. M. & Vivas. S. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica* 21(3-4): 135-148 Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409.

UICN. 1999. La necesidad de un lenguaje común como un punto de partida. Proyecto “De la teoría a la práctica: Innovación forestal”. Unión mundial para la naturaleza (IUCN). San José de Costa Rica. <http://www.iicn.org/themes/forest/quality/lanecesidad.pdf>.

Vargas, O. 2007. Guía metodológica para la Restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico José Celestino Mutis, Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente.

Vargas, O. & Velasco-Linares, P. 2011. Reviviendo nuestros páramos. Restauración ecológica de páramos. Proyecto páramo andino. Diseño: El Antebrazo. Ilustraciones: Miguel Almeida. Impresión: Artes Gráficas Silva. Bogotá. 201 pp.



