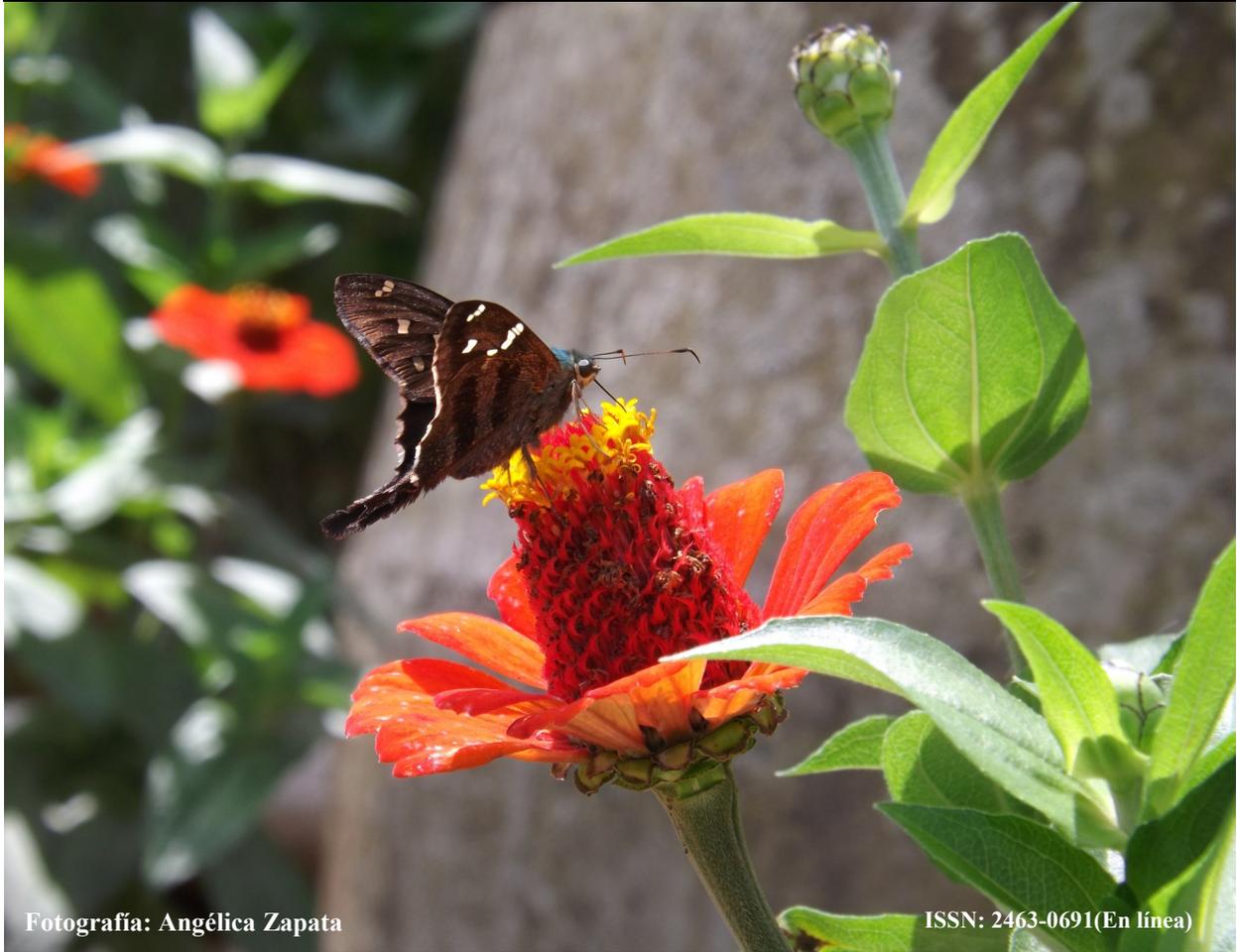


SEMILLAS AMBIENTALES



Fotografía: Angélica Zapata

ISSN: 2463-0691(En línea)

BOLETÍN

Volumen 11 (1)
Bogotá - Colombia, Enero - Junio de 2017



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Publicación Semestral de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

SEMILLAS AMBIENTALES

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Publicación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boletín Semillas Ambientales Volumen 11 No. 1 Bogotá D.C. Enero - Junio de 2017
ISSN: 2463-0691 (En línea)

Página web del Boletín Semillas Ambientales: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/bsa/index>

Director - Editor del Boletín Semillas Ambientales

Ángela María Wilches Flórez

Comité Editorial

René López Camacho
Luz Fabiola Cárdenas
Juan Carlos Alarcón
José Miguel Cepeda
Edier Hernán Bustos
Ángela Parrado Rosselli
Jorge Alonso Cárdenas
Maribel Pinilla Rivera
Jhon Edisson Alvarado
Miguel Ángel Piragauta

Asistente Comité Editorial y Digitalización

Christ Londoño Londoño

Grupo de Revisores del Presente Número

Helmut Espinosa García
Jayerth Guerra Rodríguez
Edier Hernán Bustos
Martha Lucía Mojica
Edith Alayón Castro
Wilma Hernández Montaña
Lena Carolina Echeverry
Orlando Rodríguez
Raúl Giovanni Bogotá
Nadenka Melo Brito

Rector (e)

Carlos Javier Mosquera Suárez

Vicerrector académico

Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez

**Decana Facultad del Medio Ambiente
Y Recursos Naturales**

Niria Pastora Bonza Pérez

**Director de la Unidad de Investigaciones de la
Facultad del Medio Ambiente y Recursos
Naturales**

Ángela María Wilches Flórez

**Director del Centro de Investigaciones y
Desarrollo Científico - CICD**

Nelson Libardo Forero Chacón

Coordinación Editorial

Ángela María Wilches Flórez

Fotografía de Portada

Angélica Zapata
Estudiante VII Semestre, Facultad de Medicina
Universidad Pontificia Bolivariana



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Sede Vivero - Carrera 5 Este N° 15 - 82, Bogotá D.C. Colombia.
Boletín Semillas Ambientales. Email: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

CONTENIDO	PÁGINA
NOTA EDITORIAL	5
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA EN CULTIVOS DE TOMATE EN EL MUNICIPIO DE SIBATÉ Johan Carlos Moreno González y Gina Marcela Fandiño Fiquitiva	6 – 17
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA APLICAR EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN A PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN COLOMBIA Angie Stephanía Parra Basto y Angie Estefanía Lara Vacca	18 – 29
ANÁLISIS FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE <i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson, Bogotá, Colombia Natalia Clavijo Moreno y Brandon Cruz Jaramillo	30 – 39
SITUACIÓN ACTUAL DE GRANADA META EN RELACION A LA SALUD PÚBLICA Y LOS DAÑOS MEDIOAMBIENTALES Lina Paola Gómez Hastamorir	40 – 60
REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES, POR RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO, CARRERA 68, BOGOTÁ Sara Elizabeth González Melo y Juan Bernardo Vallejo Cuellar	61 – 71
USO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO CON FINES AMBIENTALES Y COMERCIALES. PROYECTO PILOTO EN LA FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Juan Sebastián Manrique Pinzón, Iván David Eslava Moyano y Jeisson Pascual Chaparro	72 – 79
EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN LA VEREDA LA COSTA Cristina Jinneth Osorio Ortegón y Nelson Steven Sanabria Hernández	80 – 85
LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA Juan David Bautista Gordillo y Nelson Fabián Loaiza Elizalde	86 – 110
ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADO AL CAMBIO DE TECNOLOGÍAS LED EN LOS SEMÁFOROS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA Lluly Natalia Caleño Ortiz, Jose Daniela Forero Cepeda y Wendy Yurany Toro Figueredo	111 – 118

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

EL ÁRBOL DEL ROBLEDAL PROMUEVE LA OFERTA DE FIBRA DEL
BEJUCO *Philodendron longirrhizum* 119 – 128
Blanca Luz Caleño Ruíz

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA GENERACIÓN
DE HIDRÓGENO CON AGUAS COLOREADAS TEXTILES. 129 – 137
Daniela Hernández Mahecha y Juan Sebastián Neuta Castro

CARBONO CONTENIDO EN LAS COBERTURAS BOSCOSAS DE LA
MICROCUENCA LA HERMOSA (LA PALMA CUNDINAMARCA) 138 – 146
Victoria Romero Buitrago y Camilo Eleazar Sabaraín Villa Sacristán

INSTRUCCIONES PARA AUTORES 147

INFORMACIÓN GENERAL 153

FE DE ERRATA

La Editora del Boletín Semillas Ambientales hace la siguiente aclaración relacionada con el artículo titulado: “Propuesta de un prototipo tecnológico para el tratamiento de residuos biodegradables a nivel domiciliario” escrito por los estudiantes Jhon Edwar Tenorio Chaves y Auudon Moscoso Reina, bajo la Tutoría de la Profesora Gloria Stella Acosta, que fue publicado en el Volumen 10, Número 2 - 2016. La filiación de los estudiantes es el Proyecto Curricular de Ingeniería Sanitaria y el Semillero en el que desarrollaron la investigación –BiotecAmbiental– está adscrito al Proyecto Curricular Tecnología en Saneamiento Ambiental.

NOTA EDITORIAL

Apreciados Lectores, para el equipo de trabajo de la Unidad de Investigaciones de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es grato presentar el Boletín Semillas Ambientales, volumen 11 número 1 de 2017; en él se incluyen 12 artículos enfocados en aportar soluciones a problemas que aquejan a nuestra sociedad por la afectación de los recursos naturales, desde temáticas como: control biológico, salud pública, biotransformación de residuos, alternativas en sistemas de energía, construcción sostenible, conocimiento de nuestra biodiversidad, entre otros. Algunos de los artículos son resultado de las investigaciones desarrolladas al interior de semilleros de investigación liderados por Docentes de nuestra Facultad; otros son producto de trabajos de grado concluidos que han sido postulados para menciones honoríficas; el común denominador del material compilado en el boletín, es el interés del grupo de estudiantes y profesores en divulgar a la comunidad los resultados de sus investigaciones, a través de las cuales los jóvenes han venido estructurando su formación como investigadores. Para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, actividades como la realizada en nuestro boletín cobra hoy día un valor importante, teniendo en cuenta que dentro del marco de la Acreditación Institucional, la investigación es uno de los ejes fundamentales, que debe continuar fortaleciéndose con las acciones hasta ahora desarrolladas y con la proyección de otras, para consolidar más la investigación al interior de la institución.

Sea ésta también la oportunidad para motivar a más estudiantes de nuestra Facultad a que se vinculen a los semilleros de investigación, para que encuentren en estos espacios una forma de interacción con docentes y estudiantes en las que cada participante logra crecer personal y académicamente, gracias a la búsqueda conjunta de respuestas a problemáticas ambientales y sociales que en gran parte surgen de inquietudes personales que encuentran eco al interior del grupo y son proyectadas y estructuradas como proyectos de investigación.

Expreso mi agradecimiento al grupo de Docentes que contribuyó como evaluador de los documentos que se postularon a ser publicados en el boletín, su trabajo serio y juicioso aporta a la calidad de Semillas Ambientales y motiva a que cada día nuestros semilleros se esmeren en consolidar sus resultados de investigación para ser dados a conocer al público a través de éste material divulgativo

ÁNGELA MARÍA WILCHES FLÓREZ

Coordinadora Unidad de Investigación
Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA EN CULTIVOS DE TOMATE EN EL MUNICIPIO DE SIBATÉ

SEMILLERO BIOTECAMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

Autores: Johan Carlos Moreno González – jcmorenog@correo.udistrital.edu.co
Gina Marcela Fandiño Fiquitiva – gmfandinof@correo.udistrital.edu.co

Docente Tutor: Gloria Stella Acosta Peñaloza, MSc.



RESUMEN

El tomate *Solanum lycopersicum*, su rendimiento y producción, se ha visto perjudicado por la presencia de *Trialeurodes vaporariorum*, siendo esta especie de mosca blanca una de las principales plagas bajo condiciones de invernadero cuyo control se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos. Sin embargo, existe la alternativa del manejo integrado de plagas con el uso de enemigos naturales. En esta investigación se evaluó la efectividad de dos avispas endoparasitoides *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* y de un insecticida comercial a base de extracto ajo-ají en el control y reducción de individuos de mosca blanca. La

investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con submuestreo (BCA), evaluando siete tratamientos y un control, por triplicado. Las plantas se dividieron en tres estratos; bajo, medio y superior tomando 2 hojas a muestrear por estrato, 6 por planta y 90 hojas por tratamiento. Los resultados mostraron mayor eficiencia al usar el endoparasitoide *A. fuscipennis* obteniendo una tasa de mortalidad de 10 individuos/día siendo la más alta en comparación con los demás tratamientos evaluados.

PALABRAS CLAVE

Mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum*,

Amitus fuscipennis, *Solanum lycopersicum*,
Encarsia formosa, endoparasitoide.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* es un pequeño insecto fitófago ampliamente distribuido a nivel mundial, que ocasiona daños importantes a los cultivos de tomate al succionar la savia y nutrientes en el envés de las hojas de las plantas y al excretar una sustancia azucarada que sirve de soporte para la proliferación de hongos saprófitos causantes de la fumagina, lo cual se traduce en pérdida de la calidad y rendimiento del cultivo (Escobar y Lee, 2001; Rodríguez y Cardona, 2001). Actualmente, la práctica más usada para contrarrestar los daños ocasionados por la mosca blanca es el empleo de productos agroquímicos, lo que conlleva a generar una mayor resistencia de la plaga a estas sustancias de origen sintético, a la destrucción de enemigos benéficos y ocasionar efectos adversos en el medio ambiente (Van Lenteren,

2000). Una alternativa viable a los problemas ocasionados por el uso excesivo de plaguicidas de síntesis química es la introducción deliberada de enemigos naturales como *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* con el propósito de reducir y controlar la presencia de la plaga (Polack y Mitidieri, 2002). Por otra parte, el uso de insecticidas orgánicos a partir de extractos naturales como el ajo *Allium sativum* y el ají *Capsicum frutescens* ha contribuido eficazmente al control y eliminación de la mosca blanca en cultivos de importancia económica (Céspedes, Calderón, y Aranda, 2000; Medina, 2001).

El objetivo de esta de investigación fue evaluar el tratamiento natural más efectivo en el control y reducción de la mosca blanca *T. vaporariorum* en un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero de 2000m² cubierto con

plástico, sembrado con tomate, ubicado en el municipio de Sibaté en el departamento de Cundinamarca, entre los meses de marzo y agosto de 2016. Para llevar a cabo la investigación se delimitó un área de 144m² dentro del área total del invernadero donde fueron ubicados los ensayos.

Para la identificación de la especie de mosca blanca, se hizo previa captura de adultos y ninfas los cuales fueron llevados al Museo Entomológico de la Universidad Nacional Agronomía Bogotá (UNAB).

Los biocontroladores liberados en los ensayos fueron pupas de avispas de *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* obtenidas del pie de cría, del laboratorio de entomología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Adicionalmente, el producto evaluado para la eliminación de adultos de mosca blanca fue el extracto comercial ajo-ají Fytogarden en dosis de 5cm³/L con una aplicación cada 15 días. Las pruebas de compatibilidad de este producto con adultos de *E. formosa* y *A. fuscipennis* se

llevaron a cabo en el Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Para estimar la producción de las plantas de tomate en los ensayos evaluados; se pesaron los frutos a los 41 días de evaluación, y la producción obtenida en los tratamientos fue comparada con la obtenida en el control, para establecer el rendimiento de las plantas.

Esta investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con submuestreo (BCA). Se evaluaron siete tratamientos y un control para un total de ocho ensayos con tres repeticiones de 5 plantas cada uno. El monitoreo de las ninfas y adultos de la mosca blanca se hizo dividiendo la planta en tres estratos; inferior, medio y superior realizando las observaciones a los días 1, 9, 17, 25, 33 y 41.

Hipótesis nula (H₀): No hay diferencias significativas entre los tratamientos

Hipótesis alternativa (H₁): Hay diferencias significativas entre los tratamientos

Tratamientos evaluados para el control de la mosca blanca:

Para evaluar los tratamientos para el control de la mosca blanca se realizaron los siguientes ensayos:

Control (C)

Amitus fuscipennis (T1)

Encarsia formosa (T2)

Extracto ajo- ají (T3)

Amitus fuscipennis + Extracto ajo- ají (T4)

Amitus fuscipennis + *Encarsia formosa* (T5)

Encarsia formosa + Extracto ajo- ají (T6)

Amitus fuscipennis + *Encarsia Formosa*

Extracto ajo- ají (T7)

En el control (C) se monitoreó el comportamiento de la plaga sin aplicación de ningún tratamiento.

Para los tratamientos donde fueron liberadas las avispas de forma individual T1 y T2 y el tratamiento donde fueron liberadas simultáneamente T5, se colgó en el tercio superior de las plantas, de acuerdo al tratamiento evaluado: una hoja de tomate con

pupas de *E. formosa* y *A. fuscipennis* próximas a eclosionar, repitiendo este procedimiento 15 días después.

En el tratamiento con extracto ajo-ají T3 se realizaron dos aplicaciones del producto, una cada quince días en concentración de 5cm³/L.

En los tratamientos donde se evaluó la efectividad de las avispas liberadas individualmente más el extracto ajo-ají T4 y T6 y el tratamiento donde fueron liberadas en conjunto más el extracto T7, se efectuaron dos aspersiones del producto en cada uno de los tratamientos; una cada quince días en concentración de 5cm³/L. De acuerdo con el tratamiento evaluado, la liberación de las avispas se llevó acabo tres días después de cada aspersión; sujetando en el tercio superior de las plantas una hoja de tomate con pupas de *E. formosa* y *A. fuscipennis* próximas a emerger como adultos.

Montaje de los ensayos:

Los montajes se ubicaron a 90 cm de distancia de la orilla del invernadero donde se aisló un área total de 144m² con 120 plantas. El área se dividió en 24 unidades experimentales aisladas entre sí con velo suizo y plástico, cada una con superficie de 6m² y con 5 plantas de tomate, con una distancia entre surcos de 1 m y entre plantas de 0.50 m.

Para el monitoreo de la mosca blanca, se utilizó la técnica de muestreo sistemático eligiendo un esqueje por cada tercio de la planta y dos hojas por cada uno de los esquejes para un total de 30 hojas por ensayo. El monitoreo de la mosca blanca se realizó por medio de fotografía directa en cada una de las hojas seleccionadas. Los conteos se realizaron en la jornada de la mañana entre las 7:00 am y 10:00 am y en la jornada de la tarde entre las 4:00 pm y 7:00 pm.

Los datos obtenidos en los ensayos sobre la población de mosca blanca, fueron procesados

en Excel; se calculó la desviación estándar, el promedio de adultos y ninfas por fecha de monitoreo, el promedio de los conteos de ambas jornadas y las tasas de mortalidad. Para establecer si existían diferencias significativas entre los ensayos se empleó una prueba de ANOVA de dos vías y la prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por el museo entomológico de la Universidad Nacional en la identificación de la mosca blanca, mostraron que la especie presente en el invernadero fue *Trialeurodes vaporariorum*. A los 41 días de monitoreo de la plaga se comparó el peso de la producción de tomate obtenida en los tratamientos con la producción que se obtuvo en el control (C), observándose que en los ensayos donde se aplicó algún tipo de tratamiento la producción de tomate fue mayor con

relación a la obtenida en el control (C). Así pues, en los tratamientos donde fueron liberadas las avispas individualmente (T1) y (T2) se obtuvieron los mayores rendimientos en la producción de tomate, puesto que las tasas de mortalidad de la plaga en estos tratamientos fueron de 9.58 individuos/día y de 6.96 individuos/día respectivamente, en contraste con (T5) donde fueron liberadas las avispas simultáneamente obteniendo una tasa mortalidad de 1.77 individuos/día (Tabla 1).

Las pruebas de compatibilidad del extracto ajo-ají aplicado por contacto directo sobre adultos de *E. formosa* y *A. fuscipennis* arrojaron tasas de mortalidad del 79.2% y del 65.5%, respectivamente.

Para determinar el patrón de distribución de los estados inmaduros y adultos de la plaga las plantas de tomate se dividieron en tres estratos; inferior, medio y superior, con el fin de realizar contajes de individuos de mosca blanca en las hojas seleccionas y entender el

comportamiento especie.

Durante el desarrollo de la investigación se observó que no hubo presencia de ninfas en el tercio superior de las plantas en comparación con los tercios medio e inferior donde hubo mayor presencia de ninfas. En cuanto a los adultos, estos se ubicaron mayoritariamente en el tercio superior (Tabla 2).

Una vez terminado el estudio y determinado el patrón de distribución de la plaga, se promediaron las tasas de mortalidad obtenidas en cada una de las fechas de conteo, allí se observó que el tratamiento más efectivo en el control de estados ninfales de la plaga fue el tratamiento con el parasitoide *Amitus fuscipennis* (Tabla 3).

De acuerdo con el análisis de varianza de la prueba de ANOVA realizado, se observó que todos los tratamientos difirieron estadísticamente del control ($p < 0.05$) ya que al compararlo con los tratamientos se

evidencia que existieron diferencias efecto de los mismos. Con esto se rechaza la significativas en la disminución de la hipótesis nula (H_0) que afirma que no existen densidad poblacional de la mosca blanca por diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 1. Producción de tomate, tasas de mortalidad de la mosca blanca y presencia de fumagina en los ensayos.

Ensayos	Producción promedio de tomate (lb)	Tasas de mortalidad de individuos de la mosca blanca (Individuos/día)	Presencia de fumagina en los ensayos
Control (C)	1.2	1.05	Alta
<i>Amitus Fuscipennis</i> (T1)	2.1	9.58	Baja
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	1.9	6.96	Moderada
Extracto ajo-ají (T3)	1.5	3.25	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + extracto ajo-ají (T4)	1.4	4.46	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	1.3	1.77	Alta
<i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T6)	1.4	3.92	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T7)	1.5	3.77	Alta

Fuente: autores

Tabla 2. Distribución de individuos de la mosca blanca en los tercios de las plantas

Ensayos	Tercio de planta (Individuos/día)					
	Inferior		Medio		Superior	
	N	A	N	A	N	A
Control (C)	246	10	219	13	0	53
<i>Amitus Fuscipennis</i> (T1)	221	13	179	14	0	36
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	229	11	117	13	0	29
Extracto ajo-ají (T3)	181	12	57	11	0	31
<i>Amitus fuscipennis</i> + extracto ajo-ají (T4)	203	15	200	8	0	13
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	191	22	143	14	0	34
<i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T6)	225	10	198	9	0	12
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T7)	219	9	181	8	0	19

Fuente: autores

Tabla 3. Tasas de mortalidad de la mosca blanca en los ensayos

Ensayos	Tasas de mortalidad (Ninfas/día)	Tasas de mortalidad (Adultos/día)
Control (C)	0.45	0.60
<i>Amitus fuscipennis</i> (T1)	9.46	0.12
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	6.94	0.02
Extracto ajo-ají (T3)	1.02	2.23
<i>Amitus fuscipennis</i> + Extracto ajo-ají (T4)	2.65	1.81
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	1.65	0.12
<i>Encarsia formosa</i> + Extracto ajo-ají (T6)	2.02	1.90
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + Extracto ajo-ají (T7)	2.31	1.46

Fuente: autores

DISCUSIÓN

T. vaporariorum sobre plantas de tomate.

El biotipo de mosca blanca identificada en el Los valores obtenidos en la producción de invernadero permitió elegir los tomate en los ensayos evaluados se deben biocontroladores que presentaban mayor posiblemente a factores relacionados con el afinidad en el control y reducción de la especie nivel poblacional y el tiempo de permanencia de mosca blanca *T. vaporariorum*. de la plaga sobre el cultivo, así como a Investigaciones adelantadas por Granadillo enfermedades que contraen las plantas como (2011) afirmaron que el controlador biológico la fumagina cuya patología forma una *A. fuscipennis* alcanzó porcentajes del 96% de película de color negro en la superficie de las parasitismo de ninfas de *T. vaporariorum* en hojas impidiendo el proceso fotosintético y plantas de frijol. Igualmente, González- afectando con ello el rendimiento y Zamora, Moreno Vásquez, Rodríguez- producción normal de la planta (Tamayo, Rodríguez, Rodríguez, Carmona, García- 2007). Por otro lado, la tasa de mortalidad Testón y Ruiz (1996) confirmaron que con la obtenida en el tratamiento en el que se especie de avispa *E. formosa* se obtuvo un evaluaron las avispas simultáneamente (T5) porcentaje de parasitismo del 75% en ninfas de se debe a que probablemente hubo

competencia interespecífica entre las especies liberadas, obteniéndose una tasa de mortalidad de 1.77 individuos/día siendo la más baja con relación a los demás tratamientos. Tello, Cantor, Rodríguez y Cure (2007) afirmaron que la competencia biológica entre avispas de diferente especie afecta la eficiencia de los parasitoides en el control de la mosca blanca. Asimismo, Jervis y Kidd (1986) aseguran que adultos de *E. formosa* se alimentan de los fluidos corporales del segundo estado ninfal de la mosca blanca afectando la efectividad en el parasitismo de *A. fuscipennis* que parasita sobre los primeros estados ninfales

La distribución de la plaga en los tercios de las plantas en donde se evaluaron los tratamientos se ajusta con observaciones hechas por Suárez y López (1992) quienes coinciden en que los adultos de mosca blanca se caracterizan por tener mayor presencia en el tercio superior de la planta donde se encuentran niveles altos de nitrógeno (N) para la síntesis de proteínas.

En los tratamientos en los que fueron liberadas

las avispas por separado en combinación con el extracto ajo-ají (T4 y T6) , se observó que las tasas de mortalidad estuvieron por debajo de las obtenidas en los tratamientos en los que fueron liberadas las avispas por separado sin la aplicación del producto (T1 y T2), debido posiblemente al efecto al tóxico del extracto y su baja compatibilidad con el control biológico interfiriendo en los niveles de parasitismo. De acuerdo a las pruebas de compatibilidad, el principio activo del extracto ajo-ají probablemente tuvo efectos negativos sobre las avispas al tapar los espiráculos y deshidratarlos incidiendo en la mortalidad de los biocontroladores (Ecoflora 2011). Según lo reportado por Vázquez, Murguido, Elizondo, Elósegui y Morales (2008) la mortalidad generada en enemigos naturales por uso de productos orgánicos o sintéticos depende de la concentración y la frecuencia con la que se rocían estas sustancias sobre las plantas.

Los tratamientos donde se evaluó la

efectividad de las avispas con el extracto *A. fuscipennis* + extracto (T4), *E. formosa* + extracto (T6) y *A. fuscipennis* + *E. formosa* + extracto (T7) y las avispas simultáneamente (T5) no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). En cuanto al tratamiento donde se combinaron las dos avispas (T5) en comparación con el control (C), se obtuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) lo que permite analizar que a pesar de la competencia biológica que se presentó entre las avispas, estas probablemente mantuvieron su potencial controlador al considerar que sí hubo un efecto del tratamiento en la disminución de estados ninfales de la mosca blanca lo cual se evidencia en la tasa de mortalidad de 1.65 ninfas/días, en contraste con la tasa de mortalidad de 0.45ninfas/día que se obtuvo en el control (C).

Al comparar el tratamiento donde se evaluó el extracto ajo- ají con los tratamientos donde fueron liberadas las avispas en combinación con el extracto (Tukey, $p<0.05$) no se vieron

diferencias significativas en el monitoreo de ninfas indicando que el extracto no tiene un efecto controlador sobre estados inmaduros de mosca blanca.

En general se puede afirmar que el tratamiento que mayor eficiencia presentó en el manejo y control de ninfas de la mosca blanca fue el que utilizó *Amitus fuscipennis*, gracias a su característica proovigénica y a su oviposición en primeros instares de la plaga (García-Páez y Monroy- Sánchez, 1995)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos experimentalmente confirman una disminución de la población de la mosca blanca *T. vaporariorum* con métodos de control biológico, siendo *A. fuscipennis* el endoparasitoide más eficiente en el control y reducción de individuos de mosca blanca.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo y colaboración de la docente Gloria Stella Acosta Peñaloza por su valiosa supervisión y sugerencias, al docente Jorge Alberto Valero Fandiño por su colaboración en la estadística de la investigación, al Museo Entomológico de la Universidad Nacional de Colombia, y al Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Céspedes, C. L., Calderon, J. S y Aranda., E. (2000). *Growth effects on fall armyworm Spodoptera frugiperda of some limonoids isolated from Cedrela spp. (Meliaceae). Agr. Food Chem* 48 (5), 1903-1908.
- Ecoflora. (29 de Noviembre de 2011). *Ecofloragro*. Obtenido de Ecofloragro: <http://www.ecofloragro.com>
- Escobar, H y Lee, R. (2001). *Producción de Tomate Bajo Invernadero*. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Colciencias, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA). 66 p.
- García-Páez, J y Monroy- Sánchez, J. (1995). *Estudios para la cría masiva de Amitus fuscipennis MacGown 6 & Nebeker (Hymenoptera: Plastigastridae), parasitoide de la mosca blanca de los invernaderos Trialeurodes vaporariorum (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- González-Zamora, Moreno Vázquez, M. D., Rodríguez Rodríguez, M. P., Rodríguez, R., Carmona, M., García-Testón, L y Ruiz., M. (1996). *Evolución del parasitismo en Bemisia tabaci (Genn.) y Trialeurodes vaporariorum (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) en invernaderos de Almería. Bol. San. Veg. Plagas* 22: 373-389.
- Granadillo C. J. (2011). *Identificación de parasitoides asociados a Trialeurodes vaporariorum*

- Jervis, M y Kidd, N. (1986).** *Host feeding strategies in hymenoptera parasitoids.* Biological reviews of the cambridge philosophical society, 61: 395-434.
- Polack, L.A.; Mitidieri, M. 2002.** *Producción tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades.* Información para Extensión - Protección Vegetal n°20. Ediciones INTA. Obtenido de http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/prv/ap_011.htm#objec
- Rodríguez, I y Cardona, C. (2001).** *Problemática de Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca.* Revista Colombiana de Entomología, 27 (1-2): 21-26.
- Suárez, M y López, A. (1992).** *Estudio para la cría masiva de Encarsia formosa Gahan bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá (Tesis pregrado).* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Tello, P., Cantor, F., Rodríguez, D y Cure, J. R. (2007).** *Densidades y frecuencias de liberación de Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae) en tomate.* Agronomía Colombiana, 25 (2): 314- 319.
- Tamayo, M. (2007).** *Enfermedades del Tomate.* Politécnica, 4:51-70.
- Van Lenteren. (2000).** *A greenhouse without pesticides: fact or fantasy.* Crop Protect, 19 (6): 375-384.
- Vázquez, L., Murguido, C., Elizondo, A., Elósegui, O y Morales, F. (2008).** *Control biológico de la mosca blanca Bemisia tabaci.* Instituto de investigaciones de sanidad vegetal (INISAV), 56 p

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA APLICAR EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN A PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN COLOMBIA

SEMILLERO ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES
ENERGÉTICAS (ASSE)
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL



Autores: Angie Stephania Parra Basto – stephan_a94@hotmail.com
Angie Estefania Lara Vacca – stefi.00@hotmail.com

Docente Tutor: Carlos Díaz Rodríguez Ph.D.

RESUMEN

La producción de energía eléctrica es vital para mantener nuestro estilo de vida y así mismo el desarrollo económico de los países. Colombia produce alrededor del 75% de su energía por medio de las centrales hidroeléctricas, las cuales durante sus etapas de construcción, operación y abandono, generan diferentes impactos acumulativos negativos. Al identificar esta problemática se opta por proponer una metodología para aplicar el principio de precaución, el cual se aplica cuando es necesario anticiparse ante la amenaza de un daño grave o irreversible en el medio ambiente, y que a su vez la ciencia no puede ofrecer una respuesta a causa de la

existencia de incertidumbre.

Para tal fin se establecieron y calificaron los impactos acumulativos con los posibles riesgos por componente agua, aire, suelo, flora, fauna, comunidades hidrobiológicas, paisaje, geomorfología y socioeconómico, Teniendo en cuenta los riesgos de mayor importancia, se determinó los diferentes daños que podrían causarse, a los cuales se le planteó una o más alternativas teniendo en cuenta los criterios sociales, económicos, ambientales y de seguridad, y así poder conocer cuáles de estas son las más viables para controlar o prevenir el impacto acumulativo identificado en un principio.

PALABRAS CLAVE

Principio de precaución, Incertidumbre,
Central hidroeléctrica, Impacto acumulativo,
Daño, Riesgo.

ABSTRACT

Production of electric energy is vital to keeping our lifestyle, likewise economic development of countries. Colombia produces about 70% of its energy through hydropowers plants, which produce different cumulative negative impacts during their stages of construction, production and abandonment. To identifying this problematic, we determined on propose a methodology to apply the precautionary principle, which has been a fundamental tool at the moment of making decisions due to its progressive consolidation in the international environmental right. It has to be applied when is necessary anticipate against the threat of a serious or irreversible damage in the environment, that science cannot provide an answer because of existence of uncertainty. For this purpose we established and qualified

the cumulative impacts with the potential risks for component: water, air, floor, flora, fauna, hydrobiological communities, landscape geomorphology and socioeconomic. Taking into account the risks with the most importance, we determined different damages which could be caused and we proposed to them one or more alternatives thinking about social, economics, environmentals and security judgments, and so can know which ones are the most viable for controlling or preventing the cumulative impacts identified.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, las centrales hidroeléctricas son proyectos que contribuyen con cerca del 75% de energía eléctrica para el abastecimiento de nuestro país. En el informe presentado por el Ministerio de Minas, para el año 2012 el consumo de energía eléctrica fue de 59.989 (GWH) de lo cual 44.924 (GWH) fue proveniente de

energía hidroeléctrica. (Ministerios de minas y energía, 2012 - 2013)

La presencia de las centrales hidroeléctricas genera desde la etapa de construcción hasta su etapa de abandono, impactos acumulativos; un impacto acumulativo es definido por Vicente Conesa como "Aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto" (Fernández-Vitora, 1993); lo cual afecta a los ecosistemas a su alrededor y a la población que se encuentra cercana, esto lleva a desconocer la magnitud y el tiempo en que ocurren estos impactos, por lo tanto estos aspectos no son tomados en cuenta al momento de la realización de estos proyectos.

Los proyectos hidroeléctricos pueden provocar daños graves e irreversibles en ecosistemas vegetales, tales como pérdida del hábitat y especies propias del ecosistema, afectación del

paisaje, alteración de la vida acuática como consecuencia de la alteración y reducción del caudal de agua, así como también los cambios físicos, químicos y biológicos del agua, afectación de grupos indígenas, desplazamiento de familias, entre otras. (Millán, 2012)

En el caso de Colombia se encuentran proyectos como el complejo hidroeléctrico de la Miel I, Censat Hidrosogamoso e Hidroituango; cuyos impactos acumulativos son desconocidos en cuanto a su grado, tamaño, escala y tiempo, por lo cual se generan problemas a nivel ambiental y social.

El principio de precaución definido por la Ley 99 de 1993 como "cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.", nos indica que la aplicación del principio de

precaución en proyectos hidroeléctricos es el más correcto debido a que se aplica en los casos en que no hay un previo conocimiento del riesgo o la magnitud del daño producido.

La pregunta de investigación planteada para este proyecto es: ¿Cuáles son los aspectos metodológicos que permiten la aplicación del principio de precaución en proyectos hidroeléctricos?

MÉTODOS

Para aplicar el Principio de Precaución como primera medida se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo a nivel general de las etapas de construcción, operación y abandono de los proyectos de centrales hidroeléctricas en Colombia. En primer lugar se empleó una lista de chequeo descriptiva para identificar los impactos acumulativos por cada uno de los componentes agua, aire, suelo, flora, fauna, geomorfología, comunidades hidrobiológicas, socioeconómico y paisaje; y de cada una de

las etapas a través de la revisión documental y consulta a expertos. Posterior a esto se calificaron los impactos acumulativos para determinar aquellos de tipo significativo para así entrar a activar el principio de precaución.

Para tal fin, se implementó una matriz de importancia la cual se basó en la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Vicente Conesa cuyos criterios cualitativos y cuantitativos fueron adaptados a las necesidades del proyecto tales como el grado de destrucción, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, extensión y acumulación, cuya evaluación se realizó a través del juicio de expertos con un Índice de Consenso (IC) mayor del 65%, lo que permitió definir los impactos acumulativos de tipo Irrelevante (<5,9), Moderado (6 – 6,9), Severo (8 – 10-1) y Crítico (>10,2), y así conocer los componentes más afectados por el proyecto hidroeléctrico.

En segunda medida se identificaron los riesgos asociados a los impactos acumulativos, para lo

cual fue necesario determinar el tipo de incertidumbre por cada uno de ellos, ya fuera esta incertidumbre epistémica que se caracteriza porque es posible reducirla con mayor investigación del riesgo, o incertidumbre ontológica que consiste en lo que no conocemos de lo desconocido. Mediante una matriz de riesgos se identificaron los riesgos de una central hidroeléctrica para cada uno de los componentes; posteriormente se clasificó la predecibilidad, es decir, el tipo de incertidumbre, luego se calificó el tipo de riesgo según las escalas definidas como Menor (1), Moderado (2), Mayor (3) y Catastrófico (4).

Como siguiente paso se determinaron cuáles eran los criterios para la formulación de estrategias de precaución, para tal fin, en primer lugar se realizó un análisis de actores o Stakeholders relacionados directa e indirectamente tales como el Estado, autoridades locales, autoridades ambientales, entes territoriales, empresarios, comunidades indígenas, afros y campesinos, academia, empleados, agentes financieros, medios de comunicación y grupos ilegales. Los actores fueron clasificados según su interés y poder a través de la matriz de Gadner, para luego ser clasificados como actores claves, secundarios, terciarios y no prioritarios. Seguido se realizó el balance de los daños esperados por los riesgos más significativos, y luego se determinaron los criterios económicos y ambientales junto con los subcriterios.

Finalmente se proponen una alternativas para cada uno de los impactos acumulativos, las cuales son evaluadas por medio de una matriz de valoración multicriterio en la cual se establecen los porcentajes de importancia para cada uno de los criterios y subcriterios que apliquen por alternativa, después se califican todas las alternativas a través del juicio de expertos con un IC mayor al 65%, para así resolver la viabilidad de cada una de ellas al clasificarse como No Viable (0.25 –

0.36), Proco Viable (0.37 – 0.48), Probablemente Viable (0.49 – 0.6) y Viable (0.61 – 0.74).

RESULTADOS

- Los impactos acumulativos fueron determinados por cada una de las etapas, donde los más significativos fueron: En la etapa de construcción; la muerte y desplazamiento de fauna, la fragmentación de ecosistemas, la disminución de población íctica y biodiversidad acuática, los cambios en las formas del suelo, el desplazamiento y afectación de comunidades indígenas, afrocolombianas y rurales y la pérdida de patrimonio cultural, en la etapa de operación; la calidad del agua, la actividad económica basada en la pesca, el cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono, y en la etapa de abandono; el agotamiento de la capa de ozono. Esto evidencia que la presencia de una central hidroeléctrica conlleva a consecuencias negativas para la salud humana y el equilibrio

natural de cada uno de los componentes de los ecosistemas.

- Al identificar y valorar los riesgos se puede decir que las diferentes comunidades, recursos naturales y ecosistemas están expuestos a un nivel de peligro alto dado que la mayoría de los riesgos están catalogados como catastróficos con un 45%, junto con el hecho de que estos riesgos son considerados en un 82% como ontológicos.

- Los criterios y subcriterios seleccionados para la calificación de las alternativas son:

- Ambientales: Diversidad genética, taxonómica y ecosistémica, singularidad (rareza o excepcionalidad), grado de naturalidad (integridad ecológica), descargas de O₂, descargas de tóxicos al agua, números de árboles a cortar y migración de fauna.

- Sociales: Grado de aceptación pública, población afectada por el proyecto, población desplazada, salud y seguridad públicas, conservación del patrimonio y

delincuencia durante la construcción.

- Seguridad: Molestias a la población, riesgos en la seguridad, riesgos de sabotaje, riesgos geológicos y riesgos políticos.

- Económicos: Relación costo-beneficio - VPN

- TIR, indicadores de Costo

• Las estrategias precautorias más factibles, teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, se orientan principalmente a conservar y/o mejorar la calidad del recurso hídrico, aire y suelo, minimizar el riesgo de las comunidades frente a factores que afecten su salud, educación, economía, bienestar, cultura, seguridad alimentaria y estabilidad, además de proteger y restaurar los ecosistemas con su flora y fauna que se hayan visto perjudicados a causa de los impactos negativos originados por una central hidroeléctrica.

• Con base en el desarrollo de los objetivos de este proyecto de investigación, se puede concluir que los aspectos metodológicos que permiten la aplicación del principio de precaución en proyectos hidroeléctricos son los

siguientes:

1. Identificar los impactos acumulativos significativos.
2. Valorar los impactos acumulativos con la Matriz de importancia.
3. Establecer los riesgos de los impactos acumulativos.
4. Determinar la importancia y el tipo de incertidumbre de los riesgos.
5. Reconocer los posibles daños de los riesgos catastróficos y mayores.
6. Proponer las estrategias de precaución para cada uno de los posibles daños.
7. Determinar los criterios y sub criterios de tipo social, económico, ambiental y de seguridad.
8. Realizar la evaluación multicriterio de las alternativas.
9. Identificar las alternativas más viables para ser aplicadas al proyecto.

DISCUSIÓN

Es de vital importancia tener en cuenta a las

diferentes comunidades dado que son las más afectadas por los proyectos hidroeléctricos, donde tengan voz y voto al momento de la toma de decisiones relacionadas con estos, ya que es su ambiente, sociedad, economía, cultura y salud los que se ven más influenciados por esta actividad que pone en riesgo su bienestar y estilo de vida. Así mismo deben ser informadas de los impactos acumulativos a las cuales están expuestas y las consecuencias que trae consigo la presencia de una central hidroeléctrica en su territorio.

El principio de prevención no tiene suficiente alcance para salvaguardar al medio ambiente y a sus diferentes componentes en proyectos hidroeléctricos, por lo cual es necesario que el principio de precaución deba ser incluido al momento de la planeación y la formulación de estos proyectos, para así prevenir los impactos acumulativos que pueden generarse, con el fin de realizar una gestión adecuada frente a estos. Es necesario implementar alternativas que permitan prevenir o disminuir los impactos

acumulativos generados, con el fin de evitar que se generen daños que son irreversibles tanto para el ecosistema como para la población, así mismo es importante generar mecanismos legales que respalden el cuidado, protección y/o restauración de los recursos naturales, dado que estos son los más afectados y son el factor principal para la generación de daños sociales, económicos o de seguridad.

CONCLUSIONES

Los impactos acumulativos fueron determinados de acuerdo a las etapas construcción, operación y abandono de una central hidroeléctrica. Los impactos acumulativos determinados como más significativos fueron: en la etapa de construcción; la muerte y desplazamiento de fauna, la fragmentación de ecosistemas, la disminución de población íctica y biodiversidad acuática, los cambios en las formas del suelo, el desplazamiento y

afectación de comunidades indígenas, afrocolombianas y rurales y la pérdida de patrimonio cultural., en la etapa de operación; la calidad del agua, la actividad económica basada en la pesca, el cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono, y en la etapa de abandono; el agotamiento de la capa de ozono. Esto evidencia que la presencia de una central hidroeléctrica conlleva a consecuencias negativas para la salud humana y el equilibrio natural de cada uno de los componentes de los ecosistemas.

Basados en los impactos acumulativos generados en cada una de las etapas, se identificaron los riesgos que se presentan, además de su significancia y tipo de incertidumbre, lo que permitió concluir que las diferentes comunidades, recursos naturales y ecosistemas están expuestos a un nivel de peligro alto, dado que la mayoría de los riesgos están catalogados como catastróficos con un 45%, junto con el hecho de que estos riesgos son considerados en un 82% como ontológicos.

Los criterios seleccionados para la calificación de las alternativas fueron: sociales, ambientales, de seguridad y económicos, estos a su vez cuentan con unos subcriterios, los cuales fueron establecidos de acuerdo a las características de las alternativas, dichos subcriterios son:

Ambientales: Diversidad genética, taxonómica y ecosistémica, singularidad (rareza o excepcionalidad), grado de naturalidad (integridad ecológica), descargas de O₂, descargas de tóxicos al agua, números de árboles a cortar y migración de fauna.

Sociales: Grado de aceptación pública, población afectada por el proyecto, población desplazada, salud y seguridad públicas, conservación del patrimonio y delincuencia durante la construcción.

Seguridad: Molestias a la población, riesgos en la seguridad, riesgos de sabotaje, riesgos geológicos y riesgos políticos.

Económicos: Relación costo-beneficio - VPN - TIR, indicadores de Costo

Las estrategias precautorias más factibles, teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, se orientan principalmente a conservar y/o mejorar la calidad del recurso hídrico, aire y suelo, minimizar el riesgo de las comunidades frente a factores que afecten su salud, educación, economía, bienestar, cultura, seguridad alimentaria y estabilidad, además de proteger y restaurar los ecosistemas con su flora y fauna que se hayan visto perjudicados a causa de los impactos negativos originados por una central hidroeléctrica.

Con base en el desarrollo de los objetivos de este proyecto de investigación, se puede concluir que los aspectos metodológicos que permiten la aplicación del principio de precaución en proyectos hidroeléctricos son los siguientes:

Identificar los impactos acumulativos significativos.

Valorar los impactos acumulativos con la Matriz de importancia.

Establecer los riesgos de los impactos

acumulativos.

Determinar la importancia y el tipo de incertidumbre de los riesgos.

Reconocer los posibles daños de los riesgos catastróficos y mayores.

Proponer las estrategias de precaución para cada uno de los posibles daños.

Determinar los criterios y sub criterios de tipo social, económico, ambiental y de seguridad.

Realizar a cabo la evaluación multicriterio de las alternativas.

Identificar las alternativas más viables para ser aplicadas al proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro director de proyecto de grado el profesor Carlos Díaz Rodríguez por su guía y compromiso, al igual que al semillero de investigación ASSE por la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvajal, S. I. (19 de Julio de 2011).** *Guía de impacto ambiental para centrales hidroeléctricas*. Pereira, Colombia.
- CEPAL. (s.f.).** *Metodología Multicriterio para la Priorización y Evaluación de Proyectos*. Obtenido de www.cepal.org/ilpes/noticias/.../Metodologia_MulticriterioCompleta.ppt
- Comisión mundial de represas. (2000).** *Represas y desarrollo, un nuevo marco para la toma de decisiones*. Reino Unido: Earthscan publications Ltd.
- Díaz, C. (2015).** *Aspectos bioéticos relacionados con la producción y demanda residencial de energía eléctrica en Colombia*. Aspectos bioéticos relacionados con la producción y demanda residencial de energía eléctrica en Colombia. Bogotá.
- Fernández-Vitora, V. C. (1993).** *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: MUNDI-PRENSA.
- Gardner, J. R., Rachlin, R., & Sweeny, A. (Abril de 1989).** *Handbook of strategic planning*. R&D Management.
- Garzon, C. E. (Abril de 1984).** *Water quality in hydroelectric projects: considerations for planning in tropical forest regions*. Washington D.C, Estados Unidos: World Bank Technical.
- Integrated environments . (2012).** *Proyecto hidroeléctrico Reventazón: Estudios ambientales adicionales, parte H: efectos acumulativos*. Costa Rica.
- Mahmood, K. (Septiembre de 1987).** *Reservoir Sedimentation: Impact, Extend and Mitigation*. Washington D.C, Estados Unidos: World bank technical.
- Manitoba Wild Lands. (2014).** *Manitoba Wild Lands.org*. Obtenido de <http://manitobawildlands.org/pdfs/2.7.1-PrecautionaryPrinciple.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y **Desarrollo Territorial. (2010).** *Metodología General para la presentación*

de Estudios Ambientales. Colombia

Millán, A. A. (2012). *Análisis crítico de la Evaluación de Impacto Ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora.* Colombia.

Ministerios de minas y energía. (2012 - 2013). *Energía Eléctrica.* Colombia.

Riechmann, J., & Tickner, J. (2002). *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica.* Barcelona: Icaria Más Madera.

Vásquez, D. A. (2015). *Análisis de Ciclo de Vida y Energético de las Centrales Hidroeléctricas de Agoyán y Paute.* Análisis de Ciclo de Vida y Energético de las Centrales Hidroeléctricas de Agoyán y Paute. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

ANÁLISIS FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson, Bogotá, Colombia

SEMILLERO QUÍMICA DE PRODUCTOS FORESTALES
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA FORESTAL

Autores: Natalia Clavijo Moreno – nathalia.clm@hotmail.com
Brandon Cruz Jaramillo – brandon.645@hotmail.com

Docente tutor: Antonio José Guzmán

RESUMEN

Con el fin de aportar al conocimiento fitoquímico de las especies maderables, se eligió la especie nativa *Pachira quinata* (Jacq.) W.S Alverson, la cual según la UICN (2003) se encuentra En Peligro (EN) de extinción. Se le realizó un análisis fitoquímico preliminar en su madera con base en el protocolo de Bulla *et al* (2012) modificado, evaluando la presencia de los principales grupos de metabolitos secundarios asociados con actividad biológica a partir de extractos obtenidos por maceración con diferente solvente (etanol 96%, metanol-agua 1:1 y acuoso). Se detectó la presencia de taninos, flavonoides, quinonas, saponinas y cardiotónicos; siendo más abundante la

presencia de taninos, ya que evidenciaba mejores resultados cualitativos. Los resultados de este trabajo son realmente útiles como una primera aproximación para futuras investigaciones, pues este es un análisis preliminar que sirve como punto de partida con el fin de ampliar el conocimiento fitoquímico de esta especie muy poco estudiada.

PALABRAS CLAVE

Pachira quinata, análisis fitoquímico, Malvaceae (Bombacoideae), metabolitos secundarios.

ABSTRACT

To know the phytochemical of the wooded species, the native specie *Pachira quinata* (Jacq.) W.S Alverson was chosen, according to the IUCN (2003) is in Danger (EN) of extinction. A preliminary phytochemical analysis was carried out in their wood based on the modified Bulla *et al.* (2012) protocol, evaluating the presence of the main groups of secondary metabolites associated with biological activity from extracts obtained by maceration with different solvent (ethanol 96%, 1: 1 methanol-water and aqueous). The presence of tannins, flavonoids, quinones, saponins and cardiotonics were detected; Being more abundant the presence of tannins and that evidenced better qualitative results. The results of this work are really useful as a first approximation for future research, so it is a preliminary analysis that serves as a starting point in order to expand the fictitious knowledge of this specie little studied.

KEY WORDS

Pachira quinata, Malvaceae (Bombacoideae), phytochemical analysis, secondary metabolites.

INTRODUCCIÓN

Según CITES (1999) se estima que alrededor de 500 especies vegetales lignificadas a nivel mundial poseen valor en el mercado internacional como especies maderables, siendo la mayor parte de éstas de países tropicales. En concordancia para Colombia, un país que de acuerdo con la FAO (2002) más del 68% de su territorio tiene vocación forestal e históricamente el sector de la madera se ha concentrado en la construcción, es importante realizar investigaciones que permitan ampliar el conocimiento de las especies nativas, pues en palabras de Duque (1931) el principal problema del sector forestal en el país se debe a la subutilización de los productos

extraídos del bosque.

Una de las especies maderables nativas que hace parte del Libro Rojo de las Especies Maderables Amenazadas (Cárdenas & Salinas, 2007) es *Pachira quinata* “cedro macho” la cual de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2003) se encuentra En Peligro (EN) de extinción. Según Camacho *et al.* (2014) posee usos maderables y no maderables entre los cuales se destacan propiedades medicinales: la raíz en infusión elimina diarreas y combate malestares estomacales. En el campo agroforestal y silvopastoril es un árbol con alto potencial para ser implementado en estos sistemas, ya que aporta bastante sombra.

Respecto a su uso medicinal, se hace necesaria la implementación de estudios fitoquímicos que brinden información relacionada a sus metabolitos secundarios (M.S.), ya que éstos poseen actividad biológica asociada. Por ello, este artículo tiene como objetivo principal el contribuir al conocimiento fitoquímico de la

especie, con el fin de atribuirle posibles usos no maderables que incrementen su valor, pues es de vital importancia para el uso correcto de ésta.

Se realizó entonces, un análisis fitoquímico preliminar mediante maceración con diferente solvente de extracción (etanol 96%, metanol-agua 1:1 y acuoso), cada uno con tres repeticiones con el fin de obtener el mejor método para determinar la presencia de metabolitos secundarios.

MÉTODOS

Recolección e identificación del material vegetal

El material vegetal de la especie *Pachira quinata* fue recolectado en Aguazul, vereda Plan Brisas, del Departamento del Casanare. Se tomó una muestra de la especie siguiendo la guía propuesta por el Herbario Forestal UDBC, con el fin de llevarla al Herbario Forestal UDBC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas para su

identificación y clasificación. Esta es realizada teniendo en cuenta caracteres vegetativos y florísticos que la asocien a una familia, un género y una especie.

Procesamiento del material y obtención del extracto

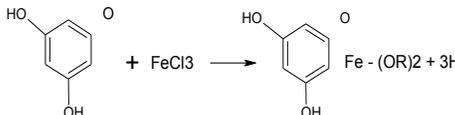
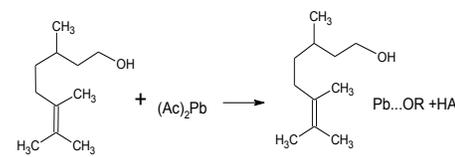
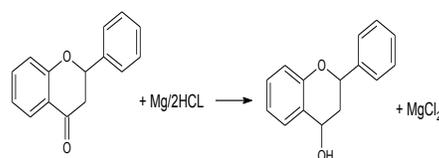
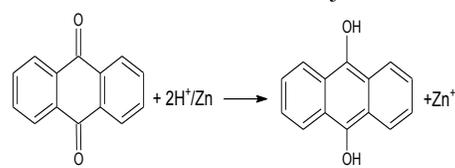
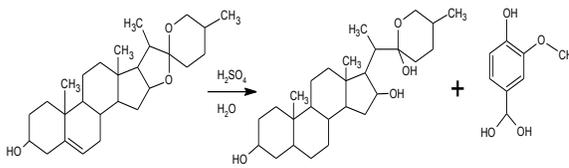
Se realizaron tres extracciones con tres solventes (etanol 96%, metanol-agua 1:1 y agua) para así obtener los productos a analizar. Para los tres extractos se tomaron 10 g de madera (aserrín) y 100 ml del solvente a utilizar. Para el extracto etanólico se usó como solvente de extracción etanol al 96%, extracción por 8 días, posterior a este tiempo el extracto se filtró al vacío. Para el extracto metanol-agua se tomaron 100 ml de una solución 1:1 de metanol:agua, siguiendo la metodología de Valderrama (2004) modificada, para el extracto acuoso se tomaron 100 ml de agua, el cual se agitó por 15 minutos, posteriormente se calentó hasta ebullición por 2 horas, se dejó reposar hasta

alcanzar temperatura ambiente, finalmente se filtró la muestra.

Análisis fitoquímico

Los tres extractos de la especie fueron analizados de manera cualitativa con reactivos que muestran presencia o ausencia de metabolitos secundarios (tabla 1) utilizando los parámetros establecidos por el protocolo de Bulla *et al* (2012), bajo el cual se fijaron los criterios de evaluación (tabla 2) y se compararon las reacciones de cada uno de los extractos en relación con el cambio de coloración y/o presencia de precipitado respecto al extracto inicial de cada muestra y un control positivo establecido por los autores, teniendo en cuenta la reacción esperada de acuerdo al protocolo utilizado. La caracterización y registro de información se llevó a cabo para los tres extractos obtenidos, haciendo tres repeticiones por prueba.

Tabla 1. Marcha Fitoquímica Preliminar. Adaptado de Bulla *et al* (2012)

GRUPO DE MS	PRUEBA QUÍMICA	REACCIÓN QUÍMICA
Taninos	Cloruro férrico A 2 gotas del extracto agregar 1 gota de solución de cloruro férrico al 1%.	 <p>Coloración azul o verde</p>
	Acetato de plomo A 2 gotas del extracto agregar 2 gotas de acetato de plomo al 10%.	 <p>Turbidez o precipitado blanco</p>
Flavonoides	Shinoda: A 3 gotas del extracto agregar 3 gotas de HCl (10%) y un trozo de cinta de Mg. Antocianinas: A dos gotas del extracto agregar 2 gotas de HCl (5%). Repetir con NaOH (5%).	 <p>Coloración rojiza</p>
Quinonas	Comportamiento ante ácido y donador de electrones: A dos gotas del extracto agregar zinc en polvo y 2 gotas de HCl concentrado. Repetir con hidróxido de sodio al 40%.	 <p>Coloración amarilla</p>
Saponinas	Espuma A 5 ml del extracto agregar 2 ml de agua. Agitar vigorosamente.	 <p>Formación de espuma</p> <p>Violeta o verde</p>

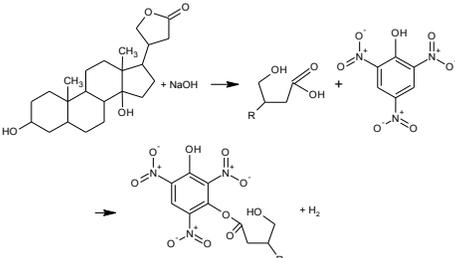
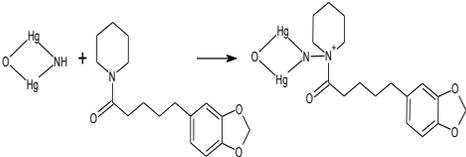
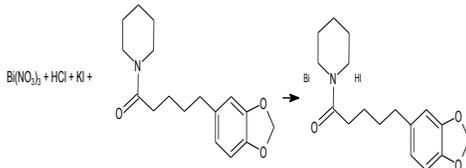
GRUPO DE MS	PRUEBA QUÍMICA	REACCIÓN QUÍMICA
Cardiotónicos	Prueba de Baljet. A 2 gotas del extracto agregar 1 del reactivo Baljet A y 1 gota del reactivo Baljet B.	 <p>Coloración naranja o roja</p>
Cumarinas	Erlch A 2 gotas del extracto agregar 2 gotas del reactivo de Erlich.	Coloración naranja
Alcaloides	Valser y Mayer A 2 gotas del extracto agregar 2 gotas del reactivo de Valser. Repetir con reactivo de Mayer.	$\text{HgCl}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{HgI}_2$ $\text{HgI}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_4^{2-}$  <p>Formación de precipitado</p>
	Dragendorff A 2 gotas del extracto agregar 2 gotas del reactivo de Dragendorff	 <p>Formación de precipitado marrón</p>

Tabla 2. Criterios cualitativos para análisis fitoquímico

Criterio	Nomenclatura
Muy positivo	+++
Positivo	++
Ligeramente positivo	+
Negativo	-

RESULTADOS

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis fitoquímico preliminar en la madera de *P. quinata*.

Tabla 3. Resultados del análisis fitoquímico preliminar de los extractos de *Pachira quinata*.

Metabolitos secundarios	Reactivo	<i>Pachira quinata</i>		
		Etanol	Metanol-agua	Acuoso
Taninos	Cloruro férrico	+++	+++	+++
	Acetato de plomo	+++	+++	+++
Flavonoides	Shinoda	++	++	+
Antocianinas	NaOH	+++	++	++
	HCl	+	+	+
Quinonas	Ácido	+++	+	++
	Base	++	+	+
Saponinas	Espuma	-	++	++
Cardiotónicos	Baljet	+++	+++	+++
Cumarinas	Erlich	++	-	-
	Fluorescencia	-	-	-
Alcaloides	Valser	+	+	+
	Mayer	+	+	+
	Dragendorff	-	-	-
	Wagner	-	-	-

Fuente: autores

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 3, en el análisis fitoquímico preliminar de los extractos, se evidenció que la especie posee un alto contenido de taninos; sustancias fenólicas resultantes de la combinación de una molécula de glucosa con un número variado de moléculas de ácidos fenólicos, ácido gálico y su dímero, el ácido elágico, lo cual según Olivas et al. (2015) expresa el potencial de la especie como medicinal e industrial (curtiembres) por la capacidad antioxidante de

los taninos. Además se le atribuye a este grupo de metabolitos la calidad de la madera de la especie pues según González (1996), los taninos actúan como mecanismo de protección en la planta contra insectos, hongos de pudrición formando complejos con proteínas (estructurales y catalíticas), almidón, sustancias pécticas y celulosa, lo cual inactiva o disminuye sustancialmente el ataque enzimático de bacterias u hongos hospedados en la madera.

Por otra parte, *Pachira quinata* expone un

criterio muy positivo en flavonoides, antocianinas, quinonas, glucósidos cardiotónicos, cumarinas y por último una baja actividad en alcaloides. Estos resultados se pueden comparar con el estudio realizados por Akroum *et al.* (2009) ,ya que este encuentra en la familia Malvaceae metabolitos secundarios tales como alcaloides, saponinas, flavonoides y taninos.

En concordancia, según la revisión fitoquímica realizada por Refaat *et al.* (2013) en la familia Bombacaceae, ahora subfamilia Bombacoideae de Malvaceae, el género *Pachira* y en especial en la especie *Pachira aquatica*, cuenta con metabolitos secundarios como antocianinas (Cyanidin-3-rutinoside), quinonas (Bombaxquinone B) y naftoquinonas (Isohemigossypolone-2-methyl ether). Lo anterior, comparado con los extractos, nos da indicios de que *P. quinata* también tiene presencia de este tipo de metabolitos, a su vez comparando la especie con otras especies de la familia, como *Bombax ceiba* que presenta un

alto contenido de taninos, como como alfa cedrol y el beta cedrol.

Según el mismo autor, las especies de la subfamilia Bombacoideae (Malvaceae) son una reserva importante de productos químicos los cuales no se han explorado, basados en los anterior es válido afirmar que análisis fitoquímicos de esta especie son un camino hacia el aislamiento de nuevos compuestos.

Finalmente, Luthria (2006) afirma que la preparación del extracto en un análisis de compuestos fenólicos es a menudo subestimada y considerada como “un medio para un fin”. Es por ello que se realizaron tres métodos de extracción, anteriormente descritos y se determinó que el mejor método para el análisis fitoquímico preliminar es el método etanólico, ya que evidencia mayor intensidad en las coloraciones, precipitados, en concordancia con lo reportado por Carvajal *et al* (2009) quien atribuye esta propiedad a la facilidad

que tiene el etanol de extraer compuestos con polaridades más amplias. Sin embargo, es importante resaltar que para las saponinas los métodos metanol-agua y acuoso presentaron mejores resultados.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis fitoquímico preliminar de la especie *Pachira quinata*, mostraron presencia de taninos, flavonoides, antocianinas, quinonas, saponinas, cumarinas y glucósidos cardiotónicos; entre los cuales se puede destacar los taninos M.S a los cuales se les atribuye propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y fungicidas entre otras, por lo cual se considera que para futuras investigaciones se realice un cuantificación de estos taninos con el fin de tener la abundancia de estos en datos cuantitativos. Es así como se puede llegar a concluir que *Paquira quinata* es una especie promisoría con una amplia gama de usos que demuestran la importancia de la conservación, uso y estudio de la especies

nativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akroum, S., Satta, D., & Lalaoui K. 2009.** *Antimicrobial, antioxidant, cytotoxic activities and phytochemical screening of some Algerian plants.* Eur. J. Sci. Res., 3(2): 289 - 295.
- Bulla, M., Castrillon, W., & Guzmán, A. 2012.** *Fitoquímica de cinco especies del género Baccharis endémicas del altiplano cundiboyacense.* Bogotá: Editorial Universidad Distrital.
- Camacho, R y otros. 2014.** *Maderas. Especies comercializadas en el territorio CAR. Guía para su identificación.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cárdenas L., D. & N.R. Salinas (eds). 2007.** *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas. Primera parte.* Serie libros

- rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 pp.
- Carvajal, L., Hata, Y., Sierra, N., & Rueda, D. 2009.** *Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de Cupatá Strychnos schultesiana.* *Revista Colombia Forestal*, 12, 161–170.
- CITES. 1999.** *Fichas de identificación de especies maderables CITES. Versión 1. Trabajo de compilación.* Universidad de Córdoba (España). Disco compacto
- Duque Jaramillo, J. M. 1931.** *Manual de bosques y maderas tropicales.* Ediciones de la imprenta departamental. Manizales. 239 pp.
- FAO, 2002.** *Estado de la información forestal en Colombia.* Monografías de países. Volumen 5. Santiago de Chile, Chile.
- González, R. 1996.** *Preservación de madera con taninos.* *Madera y Bosques*, otoño, 67-73.
- Luthria, D. 2006.** *Significance of sample preparation in developing analytical methodologies for accurate estimation of bioactive compounds in functional foods.* *J. Sci. Food Agric.* 86: 2266-2272.
- Olivas, F., Medrano, A., González, G., López, A., Parilla, E., De la rosa, L & Ramos, A. 2015.** *Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud.* *Nutrición Hospitalaria*, 55-66.
- Refaat, J., Desoky, S., Ramadan, M., & Kamel M. 2013.** *Bombacaceae: A phytochemical review.* *Pharmaceutical Biology* 51(1): 100-130. DOI: 10.3109/13880209.2012.698286
- Uso y conservación de la diversidad forestal. 2009.** *Productos Forestales Maderables.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Valderrama, A. 2004.** *Extracción de taninos presentes en el banano verde.* *Revista Lasallista de Investigación.* Vol 1 N° 2. 17-22.

SITUACIÓN ACTUAL DE GRANADA META EN RELACION A LA SALUD PÚBLICA Y LOS DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

SEMILLERO COMPETITIVIDAD ECONOMICA AMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL



Autor: Lina Paola Gómez Hastamorir – linagh24@gmail.com

Docente tutor: Maribel Pinilla Rivera

RESUMEN

Actualmente el municipio de Granada Meta se está viendo afectado por diferentes problemáticas en materia ambiental, económica y social. El aumento de la densidad poblacional en la cabecera urbana debido al desplazamiento forzoso ocasiona que las comunidades se ubiquen en zonas que no son favorables para su bienestar, es por eso que vemos un crecimiento acelerado y sin ningún control, lo que ocasiona brechas de desigualdad. Esta población vulnerable se está viendo afectada por problemas de saneamiento, vectores y falta de agua potable. En este artículo se pretende, a través de una revisión bibliográfica, conocer el estado actual del

municipio relacionado con la salud pública y los daños medioambientales, lo que permitirá tener una caracterización completa teniendo en cuenta factores ambientales, sociales y epidemiológicos.

Es por eso que se identifican las diferentes problemáticas relacionadas con inadecuada disposición de residuos, lo cual ayudará a identificar puntos críticos y que estos documentos sean utilizados como una herramienta para la formulación de alternativas, especialmente el manejo del recurso hídrico.

PALABRAS CLAVE

Estado actual, economía, salud, medio ambiente, contaminación

INTRODUCCIÓN

El departamento del Meta en la actualidad está pasando por diferentes problemáticas ambientales como el tráfico ilegal de fauna silvestre, deterioro de la fertilidad del suelo, contaminación hídrica, deforestación, disposición inadecuada de residuos, vertimientos, entre otros, los cuales causan deterioro de la calidad de vida, desequilibrio de los ecosistemas. Uno de los municipios en donde más se está viendo afectado debido a su ubicación y población es el de Granada.

El municipio de Granada Meta se encuentra ubicado a 180 Km al Sur oriente de Bogotá D.C, y a 80 km al sur de Villavicencio, tiene una extensión total de 365 Km², se encuentra a una altura de 332 msnm, cuenta con una temperatura media de 24°C. (Municipio Granada Meta, s.f.).

Granada Meta cuenta con una gran oferta hídrica, ya que dentro de la cabecera municipal, como en sus zonas rurales, pasan afluentes importantes, como lo es el Río Ariari,

el cual pertenece a la Cuenca del Río Guaviare. (Cormacarena, 2016). Las fuentes de agua con las que cuenta el municipio tienen una gran importancia desde el punto de vista ambiental, económico (recreación y ecoturismo) y social, sin embargo, a pesar de tener un potencial hídrico muy alto, todos estos cuerpos de agua se están viendo afectados por actividades antrópicas como la inadecuada disposición de residuos sólidos (agroquímicos, plásticos, colchones, llantas, etc.), vertimientos y la minería (explotación desmedida del material de arrastre por parte de empresas con títulos mineros). Adicional a esto, también encontramos problemáticas relacionadas con el Relleno Sanitario Guaratara, el cual se encuentra muy cerca del casco urbano, debido al colapso del sistema de disposición de residuos se ha generado malos olores e incrementos de vectores. (Alcaldía Municipal de Granada Meta, 2016).

Es evidente un problema ambiental en el

municipio, el cual está relacionado con diferentes factores, es por eso que es necesario conocer el estado actual del municipio para que a partir de esto se pueda formular planes de acción para evitar la degradación de la calidad de vida de las personas y así mismo del ambiente.

A partir de esto, la pregunta de investigación sería: ¿cuáles son los impactos ambientales y de salud pública que se presentan en el municipio de Granada Meta?

OBJETIVOS

Objetivo General: Determinar el estado actual del municipio de Granada Meta en relación a la salud pública y medioambiental.

Objetivos Específicos: Realizar un análisis de la situación de Salud en Granada Meta.

Determinar el estado socioeconómico actual del municipio de Granada Meta

Determinar el estado actual en materia medio ambiental del municipio de Granada Meta

MÉTODOS

Para la realización de un artículo de revisión para determinar la situación actual del municipio, es necesario hacer una revisión bibliográfica de fuentes secundarias del tema objeto de estudio, para este caso es necesario tener en cuenta documentos como el Plan de Desarrollo Municipal, informes de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA), informes de la Secretaría de Salud del Meta, entre otros, los cuales brindan un punto de partida para la caracterización del municipio.

El Plan de Desarrollo Municipal permite identificar cuáles son las diferentes problemáticas que presenta el municipio en el ámbito social, económico y ambiental y así mismo cuales son los proyectos que se pretenden aplicar para la solución de estas. CORMACARENA es la Corporación Autónoma Regional que tiene jurisdicción sobre el departamento del Meta, esta se

encarga de promover el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad en el departamento, (CORMACARENA, s.f.). La Secretaría de Salud del Meta, ha llevado a cabo una serie de ASIS de los Metenses teniendo en cuenta la morbilidad y la natalidad, determinando así las prioridades en salud en el departamento. A partir de estos documentos se realiza una recopilación de información y posteriormente la construcción del documento.

RESULTADOS

Diagnóstico salud

Contexto demográfico: Granada, como ya se mencionó, se encuentra ubicado en el departamento del Meta, en la región del Ariari; el 92,3% de la extensión total del municipio es rural.

Según proyecciones del DANE, la población aproximada para el año 2015 es 62.209 habitantes, donde el 84% se ubica en la cabecera municipal y el 16% en la zona rural,

del total el 53,8% son hombres y el 46,2% mujeres, la densidad poblacional esta en 163,2 hab/Km².

Para el año 2015 en el municipio existía un total de 13.150 personas en situación de desplazamiento, de las cuales el 52,9% son mujeres y el 47,1% hombres.

Análisis de la mortalidad: Para el año 2014 se presenta una alta tasa de mortalidad en enfermedades del sistema circulatorio, seguidas de demás enfermedades y en un tercer lugar se encuentre las neoplasias.

En cuanto las tasas de mortalidad por subgrupos, en el caso de las enfermedades transmisibles, se encontró que la principal causa de muerte son las infecciones respiratorias con una tasa de 30,33 casos por cada 100.000 habitantes.

El siguiente subgrupo son las neoplasias, donde el primer lugar lo ocupa el tumor maligno en cuello del útero con una tasa de 38,40 casos por cada 100.000 mujeres.

En el subgrupo de las enfermedades del

sistema circulatorio, la principal causa son las enfermedades isquémicas del corazón, con una tasa de 160 casos por cada 100.000 habitantes

El siguiente subgrupo es el de las afecciones originadas en el periodo perinatal, la patología que más se presenta son los trastornos respiratorios con una tasa de 5,42 casos por cada 100.000 habitantes.

En el subgrupo de las causas externas la principal causa son las agresiones (homicidios) con una tasa de 25,65 casos por cada 100.000 habitantes.

Para el último subgrupo se encontró que las principales patologías son las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, con una tasa de 91,10 casos por cada 100.000 habitantes.

De las causas más representativas de los subgrupos, se encontró que la enfermedad con mayor número de casos en el municipio son las enfermedades isquémicas del corazón.

Análisis de la morbilidad: Esta se realizó teniendo en cuenta la lista del estudio mundial

de carga de la enfermedad agrupa los códigos CIE10, modificada por el Ministerio de Salud y Protección Social, esta permite analizar las siguientes categorías: condiciones transmisibles y nutricionales, condiciones maternas perinatales, enfermedades no transmisibles, lesiones y condiciones mal clasificadas. El análisis general para el año 2014 indica que en todos los ciclos vitales la principal causa son las enfermedades no trasmisibles.

En cuanto la morbilidad por subgrupo, para las condiciones transmisibles y nutricionales, se encontró en la primera infancia mayor proporción de infecciones respiratorias; en la infancia, juventud, adultez y persona mayor, el primer lugar es ocupado por las enfermedades infecciosas y parasitarias.

El siguiente subgrupo son las condiciones perinatales, para la primera infancia y la infancia, la principal causa de morbilidad son las condiciones derivadas durante el

periodo perinatal; para los adolescentes, juventud y adultez la principal causa son las condiciones maternas.

Para el subgrupo de las enfermedades no transmisibles, en la infancia la primera causa de morbilidad son las enfermedades de la piel; en la infancia la primera causa fue las enfermedades de los órganos de los sentidos; en los adolescentes y la juventud, la causa más representativa fueron las condiciones orales; para la adultez, el primer lugar se le atribuye a las enfermedades musculo-esqueléticas y para los adultos mayores, la principal causa de morbilidad son las enfermedades cardiovasculares.

En el subgrupo de las lesiones, en todos los ciclos vitales la principal causa de morbilidad fueron los traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas.

Análisis de los Determinantes Sociales de la Salud-DSS: Para las condiciones de vida se tienen en cuenta el acceso a las fuentes de

agua, donde la cobertura de los servicios para el año 2015 fue del 95% para electricidad, 45% para acueducto y 42% para el servicio de telefonía.

Otros de los indicadores para determinar las condiciones de vida de los granadinos son los relacionados con el acceso al agua, disposición de los residuos y vacunación, estos porcentajes son datos tomados del DANE para el año 2005 en donde se encontró que el 72% de los hogares no cuentan con acceso de agua, 15% hacen una inadecuada eliminación de excretas y un 93% de vacunación para rabia en animales.

En cuanto a la salud alimentaria para el año 2014 en el municipio, del total de niños nacidos, un 5,8% sufre de bajo peso al nacer. Con respecto a ñas enfermedades transmitidas por agua, durante el 2014, en el departamento del Meta, se registraron 56 casos de Hepatitis A; también se presentaron 67.788 casos de Enfermedades Diarreicas Agudas; 63 casos de Enfermedades

transmitidas por Alimentos-ETA; y 12 casos de fiebre Tifoidea.

Para el municipio de Granada, durante el periodo 2010-2016, se encontró registro de la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua; el Hospital Departamental de Granada Meta discrimina esta información en tres secciones: consulta externa, hospitalización y urgencias.

Para el ítem de consulta externa encontramos la siguiente figura:

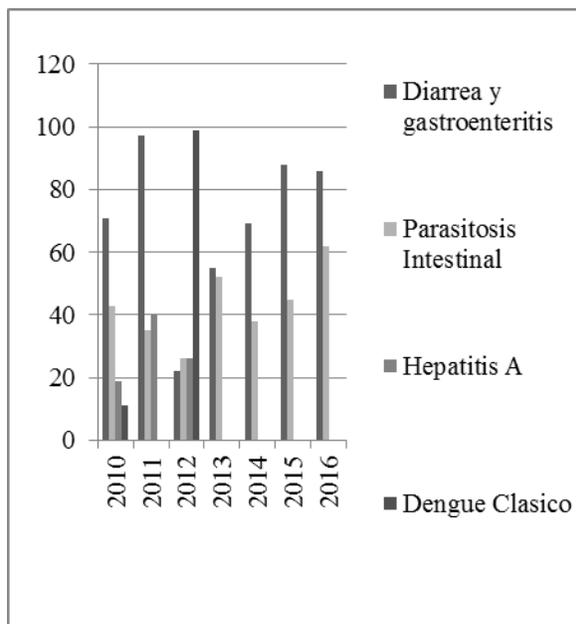


Figura N°1. Enfermedades Transmitidas por el agua 2010- 2016 (Consulta Externa).

El dengue clásico fue el diagnóstico que más casos presentó en el lapso de 2010 a 2016,

donde su mayor pico fue en el año 2012 con 99 casos; la segunda patología fue la diarrea y gastroenteritis, donde el mayor número de casos fue 97 correspondiente al año 2011; en el tercer puesto se ubicó la parasitosis intestinal, donde el mayor de los casos se presentó en 2016 con 62; finalmente, en menor proporción se encuentra la hepatitis A, donde el mayor pico se presentó en el año 2011 con 40 casos.

La figura 2 muestra los casos de hospitalización, para el periodo 2010-2016, discriminados por patología.

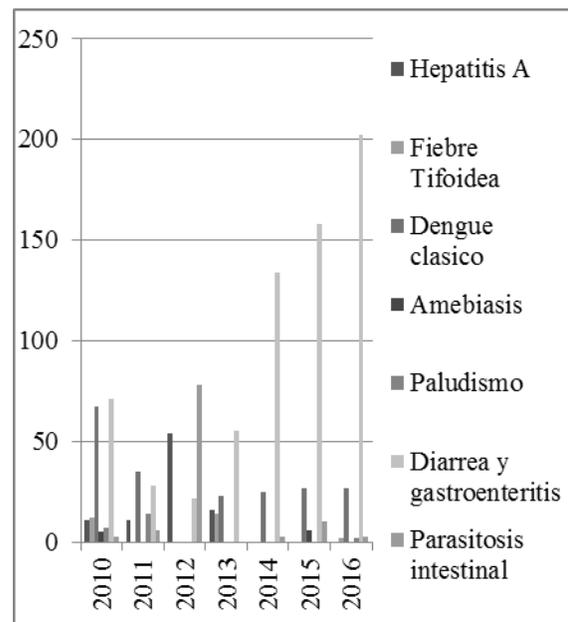


Figura N° 2. Enfermedades Transmitidas por el agua 2010- 2016 (Hospitalización).

Para el año 2016, el diagnóstico que más casos reportó en el área de hospitalización, fue la diarrea y gastroenteritis con 202, seguido de parasitosis intestinal con 78 (durante 2012); luego va el dengue clásico con 67 casos durante el 2010; la hepatitis A se posiciona en el cuarto lugar con 54 casos para el 2012, en quinta posición se ubica la fiebre tifoidea con 14 casos en el año 2013 y en sexto lugar está la amebiasis¹² con 6 casos en el año 2015.

La figura 3 muestra cuál fue el panorama en urgencias para el periodo 2010-2016.

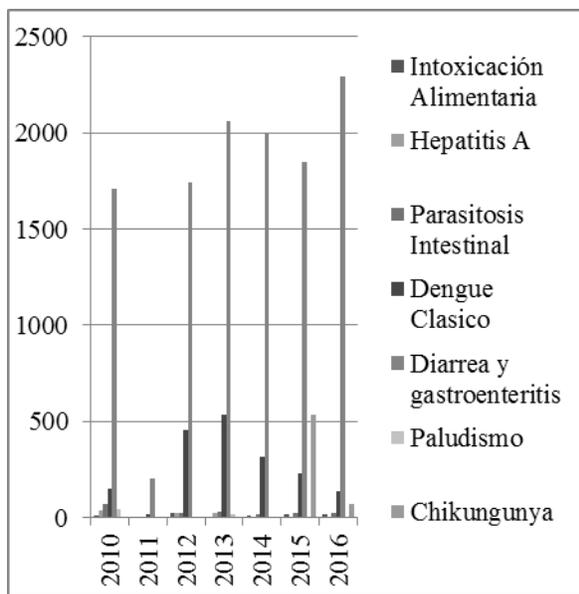


Figura N°3. Enfermedades Transmitidas por el agua 2010- 2016 (Urgencias).

En este ítem encontramos que el diagnóstico

que más casos presentó entre el año 2010-2016 fueron las relacionadas con diarrea y gastroenteritis con 2292 en el año 2016, en segundo lugar se ubica el chikungunya y dengue clásico con 534 casos de 2015 y 534 casos de 2013 respectivamente; en tercer lugar se ubicó la parasitosis intestinal con 69 casos de 2010, en cuarto lugar el paludismo con 44 casos de 2010, en penúltimo lugar está la hepatitis A con 37 casos y, en el último lugar, las intoxicaciones alimentarias en el 2010. (Hospital Departamental de Granda Meta, 2010)

Es importante tener en cuenta las tasas de incidencia de violencia intrafamiliar, la cual para el año 2014 se ubica en 269 casos y la de violencia contra la mujer se ubica en 282,2 casos. También se presenta problemas para el acceso a los servicios de salud del total de la población, donde un 5,97% tiene barreras para acceder al servicio. En cuanto a las instituciones de salud se encontraron 3 IPS para el servicio de urgencias y atención

del parto, 2 IPS que cuentan con servicios de: cirugía general, ginecología, cirugía oral, general adultos, general pediatría, obstetricia, entre otros; y 5 IPS con atención de primer nivel.

Para los indicadores estructurales de las inequidades se encontró que el 28% de la población no satisface sus necesidades básicas, el 11% es dependiente económicamente, el 9% se encuentra en condición de miseria y el 12% en hacinamiento.

Para el último análisis se tuvo en cuenta otros indicadores de pobreza, en donde el 74% tiene un bajo logro educativo, 19% de la población se encuentra en condición de analfabetismo, 5% es población infantil trabajadora y el 94% cuenta con empleo informal.

Es importante tener en cuenta el embarazo en adolescente como otro factor que influye no solo en el municipio sino en el departamento en general, donde para el año 2012 el 25,8% de los nacimientos fueron de mujeres entre los 10 y 19 años. (Agencia Nacional de

Hidrocarburos; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014).

Diagnóstico socioeconómico

Las principales actividades económicas de la región del Ariari son la producción agropecuaria, cultivos de arroz, maíz tecnificado, plátano, palma africana, cacao, yuca, caña panelera, papa, cítricos y maracuyá, también encontramos la ganadería, turismo, piscicultura y explotación a cielo abierto (Secretaría de Salud del Meta, 2015); para el Municipio de Granada (zona más importante de la región del Ariari), esta se ve fuertemente impulsada por el comercio, el agro, la construcción y el transporte; la producción agropecuaria municipal se caracteriza por siembras de plátano, yuca, cacao, cítricos, aguacate, guayaba, maracuyá, piña, palma de aceite, papaya, arroz, maíz, bovinos, porcinos, avícolas y piscícolas. El turismo es otro factor importante, este municipio es visitado frecuentemente debido a los diferentes

eventos que se llevan a cabo anualmente, como el Festival de la Cosecha Llanera (donde se realizan actividades relacionadas con la cosecha de la región), el Festival de Verano del río Ariari (se realizan eventos deportivos, culturales y recreativos en las playas del río Ariari) y Expoariari (en este se realiza una exposición de los de sectores de la agroindustria donde se muestran los avances tecnológicos en maquinaria agrícola, vehículos, herramientas para el agro y el fortalecimiento empresarial). (Díaz, Diosa, Mahecha, Aguas, & López, s.f.)

El sector empresarial para el año 2008 se caracterizó por tener 2.451 establecimientos según censo industrial, comercial y de servicios del municipio.

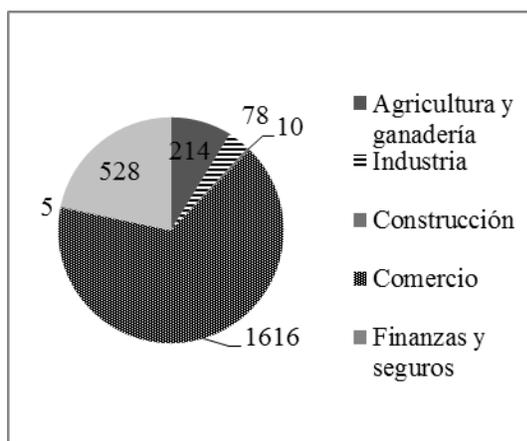


Figura N° 4. Distribución de establecimientos según el Censo Industrial- Número de establecimientos - 2008

El mayor número de establecimientos en el

municipio se dedican al comercio con una proporción de 1616 establecimientos. (Alcaldía de Granada Meta, 2016).

Diagnóstico Ambiental

La cuenca del río Orinoco es reconocida a nivel mundial por el Fondo Mundial para la Conservación como uno de los ocho ecosistemas estratégicos para el ser humano. En el caso puntual de la ciencia del Río Guaviare encontramos 17 biomas y 81 ecosistemas. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004)

Vegetación: Este se caracteriza por morichales, bosques naturales y pastos (IGAC, 2017) lo cuales se ven afectados por la colonización, sobreexplotación de madera, cultivos de arroz y palma africana, construcción de obras de infraestructura, explotación de hidrocarburos y construcción de oleoductos. (CORMACARENA, 2010)

Flora: En el año 2012 se realizó un diagnóstico arboricultural urbano en el

municipio de Granada, en donde se encontraron las siguientes especies:

Tabla 1. Diagnóstico arboricultural urbano 2012.

Nombre Común	Cantidad
Pomarrosas	529
Otros	120
Almendro	67
Oití	67
Palma	50
Zarza	42
Palo de cruz	30
Tulipero del gabón	24
Palma botella	23
Limón	22
Lluvia de estrellas	20
Tronador	19
Mango	18
Tatamaco	15
Ocobo	14
Naranja	12
Carbonero	11
Palma de aceite	11

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019

En cuanto a la flora rural y silvestre, no se tiene un estudio puntual en el municipio, sin embargo en todo el departamento se presentan problemáticas relacionadas con el tráfico y comercialización ilegal de especies de flora silvestre. (CORMACARENA, 2010)

Fauna: Se estima que en el departamento del Meta existen 2.277 especies de fauna, de las cuales 131 son endémicas y 60 se encuentran en vía de extinción. (CORMACARENA, 2015).

En el municipio de Granada no se cuenta con el estado actual de la fauna silvestre, sin embargo si se tiene conocimiento del tráfico ilegal de las siguientes especies: cotorras, pericos aliamarillos, colibríes, pato carretero, paujil, tucanes, guacarachas, loro real, mico maicero, mico tití, mico chollo, mico piel roja, mico aullador, iguana, tortuga terecay, icotea, garipari, camaleón, culebra coral, cuatro narices, rabo de ají, güio negro, babillas y cachires.

Recurso hídrico: El departamento del Meta cuenta con una gran potencial hídrico aportando el 6,45% del agua total del país, esta se encuentra en la zona hidrográfica del Orinoco conformada por cinco cuencas: Río Apaporis (2 subcuencas); Río Guaviare (14 subcuencas); Río Meta (27 subcuencas); Río

Tomo (3 subcuencas) y Río Vichada (8 subcuencas). Hay que tener en cuenta que de estas fuentes hídricas, es captada en el departamento para uso doméstico el 0,34%, pecuario 0,45%, riego 99,20% e industria 0,001%, aproximadamente se hace una captación de 1152020,99 L/seg. (CORMACARENA, s.f.).

Según el Estudio Nacional del Agua 2014, la cuenca del Río Orinoco recibe una carga contaminante por sólidos suspendidos totales de 210 Ton por el sector del café, 3.949 ton por la industria y 57.082 ton por doméstico. (IDEAM, 2014). Para la cuenca del río Guaviare en el año 2008 la subcuenca que más fue receptor de contaminación fue el río Ariari, ya que a este se vierten directamente aguas residuales sin un tratamiento previo; el municipio que mayores descargas hace sobre este afluente es Granada, con un total 42.48 Ton/mes de SST. (CORMACARENA, 2010)

El municipio de Granada se ve influenciada por caños como: Blanco, Cunimia, Iraca,

Irique, Guape, Piedras, Moya, Negro, Sibao y Guanayas Upin. La mayoría de los caños mantiene el 75% de su caudal permanente durante todo el año, es decir, que presentan características de corrientes veraneras. (Alcaldía Municipal de Granada Meta, 2016).

Para la gestión adecuada de los recursos hídricos, actualmente se utiliza un instrumento llamado POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica) este busca el uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, estos son realizados y supervisados por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, en el caso del municipio de Granada y del río Ariari, se encuentre en formulación el POMCA del medio y bajo Ariari. (CORMACARENA, s.f.)

Saneamiento Básico

El departamento del Meta cuenta con Sistema de Tratamiento de Aguas

Residuales, de los cuales el 34% realizan un tratamiento previo. (Superservicios, 2013). Según el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, las fuentes receptoras son el caño Sibao, Caño Irique y Caño Moya, los cuales no cuentan con permiso de vertimientos, además el municipio no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR y, para el año 2008, contaba con una cobertura de alcantarillado del 70%. A partir de la fumigación con agroquímicos en las áreas de cultivos se están contaminando las fuentes hídricas, ya que estos químicos se filtran donde alteran la calidad del agua afectando afluentes como caño Sardinata, Guanaya y Upia. El Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para consumo humano en el departamento del Meta en el año 2014 se ubicó en riesgo medio. El municipio de Granada se ubicó en un IRCA de 27,4 un nivel de riesgo Medio en el año 2013 (Camberos, 2013). Para el año 2014, el IRCA promedio municipal aumento ubicándose en un riesgo alto, con un IRCA promedio de 35,35 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014). El Índice de Calidad del Agua para el año 2009 en los caños de Sibao e Irique fue de mala y media, respectivamente. (CORMACARENA, 2009). Esta deficiencia en calidad del agua, también se vuelve un problema de Salud Pública. Como ya se mencionó, la disposición final de los residuos sólidos se da en el Relleno Sanitario “La guaratara”, el cual abarca los municipios de San Martín de los Llanos, Vista Hermosa, San Juan de Arama, San Luis de Cubarral, Puerto Lleras, El Dorado y Fuente de Oro. (CORMACARENA, 2016). Este relleno en el año 2010 contaba con una disponibilidad de 1.500 m³, una producción mensual de 782 toneladas, con un sistema de aprovechamiento de lombricultura y reciclaje y con una vida útil de 360 meses. (Superservicios, 2010). En la zona rural del municipio encontramos contaminación en los caños Mucuya y Venado debido a

residuos generados por los poblados de Canaguaro, Aguas Claras y Puerto Caldas, en el casco urbano se está presentando acumulación de basuras en los caños Sibao, Piedras, Irique y Moya.

Suelo: En el municipio de Granada la vocación del suelo se ve enfocada a la parte agrícola, ganadera y agroforestal. (IGAC, 2012).

En el Plan de Ordenamiento Territorial se encuentra la clasificación de los usos del suelo rural y el suelo rural suburbano para el municipio, identificando los siguientes grupos: usos agropecuarios, usos residenciales, usos comerciales y de servicios, usos recreacionales, usos institucionales y usos industriales (Concejo Municipal de Granada Meta, 2015).

Para el año 2012 el departamento del Meta participó en el Programa de Vigilancia Epidemiológica de Plaguicidas Organofosforados y Carbamatos, donde se reportó 285 plaguicidas, estos suponen un problema de salud ambiental ya que causan enfermedades por ser tóxicos y así mismo

disminuyen la fertilidad el suelo. (IDEAM, 2014).

CONCLUSIONES

El 21% de la población en el año 2015 era desplazada, esto ha ocasionado el crecimiento poblacional en el municipio y así mismo se genera un descontrol en la expansión urbana creándose barrios “ilegales” que no cuentan con las condiciones necesarias para vivir.

De las causas más representativas de la mortalidad de los subgrupos, se identificó cuál enfermedad que más tuvo casos en el municipio, estas fueron las enfermedades isquémicas del corazón con una tasa representativa de 160 casos por cada 100.000 habitantes.

En cuanto a la cobertura de servicios, se encontró que la electricidad es la que tiene una mayor proporción, sin embargo, los demás servicios no llegan a cubrir ni la mitad de la población, lo cual es

preocupante, ya que una deficiencia de servicios públicos relacionados con el agua y manejo de residuos puede ser una de las mayores causas de enfermedades infecciosas.

Aunque para el periodo para el cual se estudiaron enfermedades transmitidas por el agua (2010-2016), el diagnóstico en consulta externa que registró más casos fue el dengue clásico, ese encontró que a lo largo del tiempo estudiado, la diarrea y la gastroenteritis mantuvieron un número de casos entre 22 y 97

lo cual indica que la calidad del agua en el municipio no es la más adecuada y es una de las principales causas por la que los habitantes acude a utilizar el servicio de salud, ya que al no contar con una fuente de abastecimiento limpia, tienden a usar aguas a las que no se les realiza un tratamiento adecuado para la ingesta.

Los indicadores estructurales de las inequidades muestran que de la población total del municipio 28% sus necesidades básicas no son satisfechas, esto está ligado con el crecimiento desmedido de Granada y el

desplazamiento; así mismo el embarazo en adolescente es otro factor que influye en las necesidades básicas insatisfechas.

El Índice de Necesidades en Salud para el año 2012 en el municipio de Granada Meta fue de -1,62, este índice ofrece una descripción útil de la distribución geopolítica de los niveles de necesidad en salud en un país o un departamento. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014).

Granada es un municipio con grandes oportunidades para el desarrollo, ya que cuenta con amplia población económicamente activa; además de poseer unas condiciones climáticas, hidrológicas y fertilidad del suelo idóneas para ser competitiva regionalmente. (Ministerio del Trabajo, 2011). Sin embargo existe un gran problema ligado al empleo informal, el cual lleva a que las personas consigan lo del diario pero no se presenta una mejora en la calidad de vida.

El departamento del Meta cuenta con un gran potencial hídrico, ya que tiene grandes nacimientos de agua en el páramo de Sumapaz, sin embargo, estos se están viendo afectados por actividades antrópicas como: derrame de hidrocarburos, manejo inadecuado de residuos líquidos y sólidos, uso indiscriminado de agroquímicos y cargas contaminantes derivadas de las actividades industriales, además, de una gestión deficiente por parte de las entidades encargadas. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El municipio no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, esto es preocupante, ya que se está generando un foco de insalubridad por una disposición inadecuada de aguas y así mismo la contaminación de afluentes.

El IRCA para el año 2014 se ubica en riesgo alto, esto va íntimamente ligado a la poca cobertura de acueducto en el municipio, lo cual al tener un deficiente saneamiento se vuelve un

foco de enfermedades transmisibles.

Aunque se cuenta con relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos, este ya está llegando al final de su vida útil, ocasionando acumulación de lixiviados. La inadecuada disposición de residuos sólidos se ha convertido en un problema que puede aumentar el riesgo de enfermedades en el ser humano, ya que los residuos, según Cointreau, favorece el crecimiento de microorganismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

La calidad del suelo se ve seriamente afectada por el uso indiscriminado de plaguicidas y la sobreexplotación del mismo.

La vegetación, flora y fauna se ve afectada debido a las actividades antrópicas como la tala indiscriminada, construcción de obras, explotación minera, tráfico ilegal de especies y la expansión urbana.

A partir de los análisis es evidente que la falta de cobertura de acueducto (45%) junto

con la ausencia de una planta de tratamiento de aguas residuales es un factor que influye para la generación de vectores.

Enfermedades-isquemias-del-corazon-y-como-prevenir-las.html

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Hidrocarburos; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *Diagnóstico*

Socioeconómico. Recuperado de: <http://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/SitioETH-ANH29102015/como-lo-hacemos/ETHtemporal/DocumentosDescargarPDF/1.1.2%20DIAGNOSTICO%20META.pdf>

Alcaldía Municipal de Granada Meta. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019.* Recuperado de: <http://www.granadameta.gov.co/Transparencia/Paginas/Planeacion-Gestion-y-Control.aspx>

Anónimo. (2016). *Enfermedades isquémicas del corazón y cómo prevenirlas.* Recuperado de : <http://www.economistaamerica.com/life-style-eAm-mx/noticias/7980958/11/16/>

Camberos, F. R. (2013). *Resumen de la calidad de agua de los acueductos de las cabeceras municipales del departamento del*

Meta para el año 2013. Recuperado de: <http://saludmeta.gov.co/apc-aa-files/37353762616466366537383535336136/calidad-de-agua-meta-2007-2013.pdf>

Concejo Municipal de Granada Meta. (30 de Julio de 2015). *Acuerdo 020.* Recuperado de: <http://www.granadameta.gov.co/NuestraAlcaldia/EvaluacionAcuerdosGestion/Plan%20de%20Ordenamiento%20%20Territorial.pdf>

CORMACARENA. (2009). *Calidad del Agua.* Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/descargarpdf.php?libro=563>

CORMACARENA. (2010). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2010-2019.* Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/indexbuscar.php>

- CORMACARENA. (2015).** *Plan de Acción.* **Definición ABC. (s.f.).** *Morbilidad.*
Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/descargarpdf.php?libro=2181>
Recuperado de: <http://www.definicionabc.com/salud/morbilidad.php>
- CORMACARENA. (2016).** *Ficha Ambiental Granada Meta.* Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/>
Díaz, J., Diosa, M., Mahecha, Y., Aguas, A., & López, J. (s.f.). *Evaluación de Impacto Ambiental.*
- CORMACARENA. (s.f.).** *Nuestra Corporación.* Recuperado de: http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=2&contenido_in=70&titulo=NUESTRA%20CORPORACION
Ecu Red. (s.f.). *Neoplasias.* Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Neoplasias>
- CORMACARENA. (s.f.).** *POMCA.* Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/descargarpdf.php?libro=1983>
Fundación Carlos Slim. (s.f.). *¿Qué son las enfermedades gastrointestinales?*
Recuperado de: <https://www.clikisalud.net/gastritis/enfermedades-gastrointestinales/>
- CORMACARENA. (s.f.).** *Recurso hídrico, uso eficiente e instrumentos económicos para su gestión.* Recuperado de: <http://www.cormacarena.gov.co/descargarpdf.php?libro=1334>
Fundación Española del Corazón. (s.f.). *Diabetes y riesgo cardiovascular.*
Recuperado de: <http://www.fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/diabetes.html>
- Fundación Huésped. (2015).** *Otras Enfermedades Transmisibles.* Recuperado de: <https://www.huesped.org.ar/info/hepatitis-ets/>

- Gobernación del Meta. (27 de Febrero de 2012).** *Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015.* Recuperado de: <http://www.meta.gov.co/web/content/plan-de-desarrollo>
- Hospital Departamental de Granda Meta. (2010).** *Bases de datos trabajo 2010-2016.* Trabajo 2010-2016. Granada, Meta, Colombia.
- IDEAM. (2014).** *Estudio Nacional del Agua 2014.* Recuperado de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
- IGAC. (2012).** *Vocación del uso de las tierras.* Recuperado de: http://geoportal.igac.gov.co/mapas_de_colombia/IGAC/Tematicos2012/VocacionUsoTierras.pdf
- IGAC. (2017).** *Cobertura de la tierra.* Recuperado de: http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/PDF/CoberturaTierra_Nal_Am_V2.pdf
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2004).** *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco- Colombia 2005-2015.* Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/world/co/co-nbsap-oth-es.pdf>
- Lenntech BV. (s.f.).** *Enfermedades transmitidas por el agua.* Recuperado de: <http://www.lenntech.es/biblioteca/enfermedades/enfermedades-transmitidas-por-el-agua.htm>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012).** *Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental.* Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010).** *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.* Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>

- Ministerio de Salud de Argentina. (s.f.).** *Parasitosis Intestinales.* Recuperado el de: <http://www.msal.gov.ar/index.php/programas-y-planes/410-parasitosis-intestinales>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014).** *Guía ASIS.* Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/Guia%20ASIS%2028112013.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014).** *Informe Nacional de la Calidad del Agua para el consumo humano 2014.* Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-inca-2014.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (Noviembre de 2011).** *Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local.* Recuperado de: http://www.mintrabajo.gov.co/component/docman/doc_download/152-granada.html
- Municipio Granada Meta. (s.f.).** *Información del Municipio.* Recuperado el de: <http://www.granada-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Secretaría de Salud del Meta. (2015).** *Análisis de la Situación de Salud con el modelo de los determinantes sociales de salud para el Meta.* Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/iec-alimentacion-saludable-meta.zip>
- Secretaría de Salud del Meta. (2015).** *Análisis de Situación de Salud Granada Meta.* Recuperado de: <http://saludmeta.gov.co/es/otras-secciones?valor=2710>
- Secretaria de salud del Meta. (s.f.). ASIS.** Recuperado de: <http://saludmeta.gov.co/es/otras-secciones?valor=2710>
- Superservicios. (2010).** *Situación de la disposición final de residuos sólidos.* Recuperado de: <http://>

www.superservicios.gov.co/content/

[download/898/13747](http://www.superservicios.gov.co/content/download/898/13747)

Superservicios. (2013). *Informe Técnico sobre Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Colombia.* Recuperado de: [http://](http://www.superservicios.gov.co/content/)

www.superservicios.gov.co/content/

[download/4989/47298](http://www.superservicios.gov.co/content/download/4989/47298)

Vyas, J. M. (2016). *Amebiasis.* Recuperado de: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000298.htm>

REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES, POR RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO, CARRERA 68, BOGOTÁ

SEMILLERO ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES ENERGÉTICAS (ASSE)
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL



Autores: Sara Elizabeth González Melo – sara.gonzalezm@outlook.com
Juan Bernardo Vallejo Cuellar – juanvallejo1705@gmail.com

Docente Tutor: Carlos Díaz Rodríguez Ph.D.

RESUMEN

En este documento se presenta el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, las características de las tecnologías LED y todos aquellos datos y conceptos que permitan darle desarrollo a la propuesta de cambio de tecnología de generación eléctrica para el alumbrado público en la ciudad de Bogotá; a lo largo del artículo se abordan temas relacionados con la energía solar, mediante la situación actual con las tecnologías convencionales, con el fin de evaluar la eficiencia energética de la implementación de esta tecnología; para lo cual en la metodología se realizan los cálculos pertinentes y necesarios, todo esto con el fin de poder

evaluar la factibilidad, los beneficios y aportes al de Colombia en la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero que adquirió en la COP 21.

PALABRAS CLAVES

Eficiencia energética, sistema, fotovoltaico, sostenibilidad, luz LED.

ABSTRACT

This document presents the operation of photovoltaic systems, the characteristics of LED technologies and all those data and concepts to allow developing to the proposal for change of technology of power generation to the public lighting system in

the city of Bogota; throughout the article addresses issues related to solar energy, using the current situation to conventional technologies, in order to assess the energy efficiency of the implementation of this technology; for which in the methodology calculations are performed relevant and necessary, all this in order to evaluate the feasibility, the benefits and contributions to Colombia in the reduction of emissions of Greenhouse gas effect that acquired in the COP 21.

KEY WORDS

Energetic efficiency, system, photovoltaic, LED light, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo se desarrolló en consideración al cambio de energía convencional para el alumbrado público en el sector de la avenida-carrera 68 en la ciudad de Bogotá, por energía fotovoltaica con

tecnología de luces LED; como proceso pertinente, para la reducción de consumo energético y disminución en 20%, de las emisiones de gases de efecto invernadero (G.E.I.) por parte de Colombia, desde su compromiso en la COP21 (Min. Ambiente, S.f.)

Dado que la capacidad efectiva de generación eléctrica en Colombia, se da principalmente por instalación de hidroeléctricas -64% aproximadamente-, con conexión directa a la capital; ésta modalidad se convierte en el principal factor que permite al país, la posición de cuarto lugar, entre 129 países, dentro del *ranking de sostenibilidad ambiental* del Consejo Mundial de la Energía (CME); sin embargo, es importante decir que el país no debe descuidar su compromiso frente a las emisiones al medio ambiente, puesto que los Gases de Efecto Invernadero, representan el 8,5% del total (IDEAM, 2009). Por lo cual, se desarrollaron puntos estratégicos a partir

del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) (Min. Minas, 2010), mediante el reconocimiento técnico de los aportes pertinentes para cambios en la gestión energética de la capital colombiana, referente al desafío que afronta el país, frente a los G.E.I. y otros factores que impactan la calidad ambiental global. Igualmente, cabe decir que mediante la puesta en marcha de la Ley 1715 del 2014 (Gobierno Nacional, 2014), sobre estos elementos, se puede reconocer la inversión que se llevaría a cabo en el cambio de tecnologías; así como también, los beneficios económicos, aporte a la reducción de emisiones y menor impacto ambiental.

Lo anterior es pertinente para formular la siguiente pregunta de investigación, *¿Cuáles son los factores, que permiten realizar la estimación de la reducción en el consumo de energía y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (G.E.I), asociados a la implementación de energía fotovoltaica de tecnología con luminarias LED, en la avenida-*

carrera 68, entre calles 3ra y 26, en la ciudad de Bogotá D.C.?

MÉTODOS

La zona identificada para la proyección, se da sobre la Avenida-Carrera 68, delimitada entre calles 3ra y 26, con una distancia de 3,87 Km (Figura 1: Delimitación de la zona). Esta se caracteriza por ser una de las zonas más importantes para la movilidad en la ciudad, así como también, por tener una alta demanda de iluminación eficiente -la cual actualmente no se presta-. Así, a partir de la identificación del escenario actual, mediante el conteo del total de postes de luz (de ambos carriles en todo el tramo), dando un total de 252 postes de iluminación, se prosigue a establecer la postulación de un nuevo escenario, donde el sistema híbrido de energía fotovoltaica y luz LED, permitan aportar a los procesos ambientales que adelanta el país.

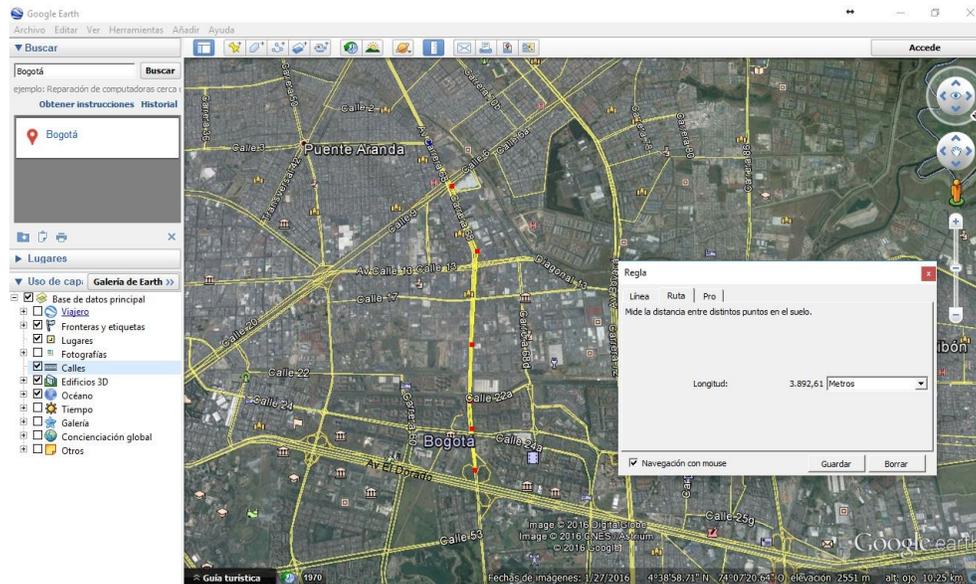


Figura 1 Delimitación de la Zona, Fuente: Google Earth

Dado lo anterior, es importante aclarar que la energía solar es la energía radiante del sol recibida en la tierra, es una fuente de energía que tiene varias importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de contaminación, como desventajas se encuentran su naturaleza intermitente, su variabilidad fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia, lo que conllevan entonces la necesidad de transformarla a otra forma de energía para su almacenamiento y posterior

uso. La energía solar se transforma en la naturaleza en otras formas de energía, como biomasa y energía eólica, pero también se puede transformar a otras formas de energía como calor y electricidad. Las aplicaciones más difundidas en Colombia son el calentamiento de agua para uso doméstico, industrial y recreacional (calentamiento de agua para piscinas), y la generación de electricidad a pequeña escala. Otras aplicaciones menos difundidas son el secado solar de productos agrícolas y la destilación solar de agua de mar u otras aguas no

potables. (Murcia, 2008)

Adicional a lo anterior, para el desarrollo de este artículo se tuvieron en cuenta dos tipos de tecnologías, estas son: Fotovoltaica y luces LED, a continuación, se describirá cada una de las tecnologías.

Tecnología Solar Fotovoltaica:

Consiste en la conversión directa de la radiación del sol en electricidad. Esta conversión se realiza a través de la célula solar, unidad básica en la que se produce el efecto fotovoltaico. Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos, en función de si están o no conectados a la red eléctrica, estos son:

Sistemas fotovoltaicos autónomos: son los que están aislados de la red eléctrica.

Sistemas fotovoltaicos conectados a la red: son los que están directamente conectados a la red eléctrica

En general un sistema fotovoltaico está conformado por:

Un generador fotovoltaico

Una batería de acumulación

Un regulador de carga

Un inversor

(Abella, S.f.)

Un aspecto importante se encuentra en la selección de la tecnología oportuna para el cambio propuesto; se consideraron factores imprescindibles expuestos por Iván Kouyomgian sobre los elementos que comprenden la estructura de los postes lumínicos con tecnología LED y energía fotovoltaica, todo mediante el cálculo de la eficiencia de éstos, según sus características y especificaciones. (Kouyomgian, 2010)

En primer lugar, se determinó panel fotovoltaico a utilizar; Sunmodule SW 80 poly RNA de 958 mm de alto x 680 mm de ancho, con 7,6 Kg de peso; con una potencia pico (Wp) de 58,0Wp, variación de la potencia (0,46-CTP) y eficiencia del 11%.

Energía Teórica: Se explica como el análisis de la disponibilidad de energía teórica entregada por el panel, teniendo factores como la potencia pico del panel, (80Wp) y

las horas promedio insolación al día en el mes más desfavorable (4,4 horas/día).

$$E_{\text{teórica}} = W_p (\text{panel}) \times HPS (\text{mes más desfavorable})$$

Potencia Real: Correcciones respecto a la temperatura promedio que se presenta en la zona, a partir de las características del panel solar; en este caso, se tienen variables de la potencia pico del panel (80Wp), variación de la potencia de salida del panel (0,46-CTP) y variación de temperatura en la ciudad de Bogotá (16°C-14°C)

$$Real = W_p (\text{panel}) - \frac{CTP}{100} \times W_p (\text{panel}) \times Variación (°C)$$

Dimensiones del panel: Se determina en m², como dimensiones equivalentes para la absorción eficiente de luz solar, en este caso 0,958 mts de alto y 0,68 mts de ancho:

$$A \times B = altura(\text{mts}) \times ancho (\text{mts}) = m^2$$

Energía real: Con esta aproximación, y la eficiencia del panel (11%- η), se puede estimar la energía real, que puede entregar el panel en el mes más desfavorable (radiación solar en Wh/m² día):

$$E_{\text{Real}} = H (\text{mes más desfavorable}) \times \eta$$

Energía recibida en la carga: A partir del reconocimiento del factor de seguridad del diseño (1,25), se puede establecer la energía total entregada por el panel solar a la carga:

$$E(\text{recibida en la carga}) = E_{\text{Real}} (1 - 0,25)$$

Por último, con todos los datos obtenidos, se calculó la demanda de energía, y se restó la energía que aporta el sistema fotovoltaico, con el fin de obtener el ahorro, en el sistema eléctrico de iluminación pública.

Finalmente, con este dato, se pudo obtener el total de emisiones compensadas en ahorro de Kg CO₂; como se explicará más adelante.

Emisiones de CO₂ por la generación eléctrica

Acorde al tema de presente artículo es necesario tener conocimiento frente al factor de emisión de la red eléctrica nacional, con el fin de realizar una comparación relacionando el consumo de energía eléctrica en el país y la meta de reducción de las emisiones de CO₂ generadas a nivel

nacional, se tiene entonces que el factor de emisión de la red eléctrica nacional es 0,199 kg CO₂/ kWh, aclarando que este hace referencia a la cantidad de CO₂ emitidas a la atmosfera por cada kWh de energía eléctrica.

Compromiso de Colombia para el año 2030 COP 21

En la COP21, entendida este como la Conferencia de las Partes, se planteó una meta mundial para evitar el aumento de la temperatura promedio global por encima de los 2°C, Colombia tenía la tarea de fijar una meta nacional de reducción de emisiones en donde se involucrarán todos los sectores productivos del país mediante lo Planes de Acción Sectorial (PAS), hay que tener en cuenta que para poder lograr con el compromiso que se plantearía son necesarios los cambios tecnológicos, de consumo y sobre todo y más importante cambiar la visión y ampliar las políticas de desarrollo, articulando estrategias de disminución y reducción de emisiones de GEI. Colombia para el año 2010 era responsable del

0,46% de las emisiones a nivel mundial, y estas se dividen de la siguiente manera:

El compromiso de Colombia en la COP21 se basa en la reducción del 20% de las emisiones de GEI para el año 2030, tomando como punto de referencia el inventario de emisiones nacionales de 2010, el cual se proyectó para el año 2030 y sobre esa proyección, se estableció el 20% de reducción. Dentro de los gases de efecto invernadero incluidos en el compromiso se encuentran: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆.

Dentro de las estrategias o los planes de acción sectorial se tiene en cuenta la variable energía y allí se promueve la eficiencia energética en todos los sectores productivos (Figura 2) por medio de la implementación de energías renovables no convencionales y a su vez realizando una gestión más eficiente de la energía. Dentro de lo cual el tema de este artículo tiene cavidad, puesto que se

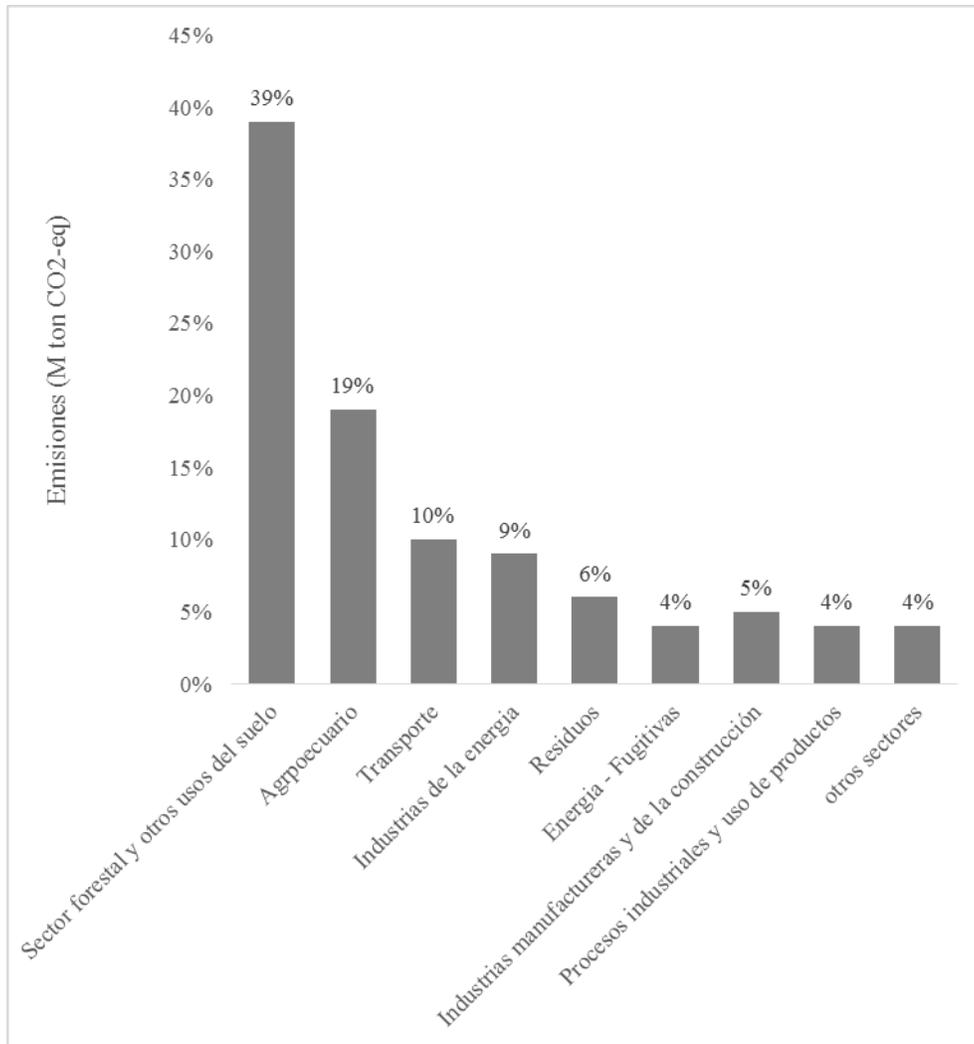


Figura 2 Participación de los sectores con respecto a sus emisiones de CO₂
Fuente: Autores, basado en Informe Bienal de Actualización IDEAM 2015

propone la implementación de sistemas de un sistema fotovoltaico, se determinó fotovoltaicos.

RESULTADOS

Llegado a este punto, a consideración del proceso metodológico sobre el funcionamiento

mediante los cálculos (tabla 1 Cálculos Realizados), la posibilidad de utilizar un panel solar con una potencia de 80W y unas dimensiones de 0,95mts x 0,68mts,

optimizando la tecnología, de manera, que éste

puede tener una captación de energía solar de 86,75 Wh/día para que el sistema eléctrico convencional, LED que tiene el poste, dejando el 32,2% para que el sistema eléctrico convencional, compense el proceso de iluminación. Cabe decir también, que este sistema fotovoltaico, es un cambio esencial en el desarrollo de Colombia, así que debe considerarse como

Tabla 1 - Cálculos realizados

VARIABLE	FORMULACIÓN	RESULTADO
Energía Teórica:	$E_{Teórica} = Wp \text{ (panel)} \times HPS \text{ (mes más desfavorable)}$ $E_{Teórica} = 80W \times 4,4 \text{ h/día}$	$E_{Teórica} = 352 \text{ Wh/día}$
Potencia Real:	$Real = Wp \text{ (panel)} - \frac{CTP}{100} \times Wp \text{ (panel)} \times \text{Variación } (^{\circ}C)$ $Real = 80W - \frac{0,46}{100} \times 80W \times (16^{\circ}C - 14^{\circ}C)$	$Wp \text{ Real} = 79,264W$
Dimensiones del panel:	$A \times B = \text{altura (mts)} \times \text{ancho (mts)} = m^2$ $A \times B = 0,95 \text{ mts} \times 0,68 \text{ mts}$	$A \times B = 0,64m^2$
Energía Real	$E. \text{ Real} = H \text{ (mes más desfavorable)} \times \eta$ $E. \text{ Real} = 1643 \frac{Wh}{m^2 \text{ día}} \times 0,64m^2 \times 0,11$	$E. \text{ Real} = 115,66 \frac{Wh}{\text{día}}$
Energía recibida en la carga:	$E(\text{recibida en la carga}) = E. \text{ Real} (1 - 0,25)$ $E(\text{recibida en la carga}) = 115,66 \frac{Wh}{\text{día}} \times 0,75$	$E(\text{recibida en la carga}) = 86,75 \frac{Wh}{\text{día}}$
Demanda de Energía:	$127,92 \frac{Wh}{\text{día}}$	$127,92 \frac{Wh}{\text{día}}$
Demanda compensada con los paneles solares:	$41,17 \frac{Wh}{\text{día}}$	$41,17 \frac{Wh}{\text{día}}$
Cálculo de consumo de CO ₂ con la demanda actual:	$0,12792 \frac{kWh}{\text{día}} \times 0,199 \frac{Kg \text{ CO}_2}{kWh}$	$= 0,025 \frac{Kg \text{ CO}_2h}{\text{día}}$
Cálculo de consumo de CO ₂ con la demanda teórica:	$0,04117 \frac{kWh}{\text{día}} \times 0,199 \frac{Kg \text{ CO}_2}{kWh}$	$= 0,00819 \frac{Kg \text{ CO}_2h}{\text{día}}$

una inversión proyectada a largo plazo, los beneficios ambientales y de costos al inicio pueden no percibirse, sin embargo, con el tiempo, el sistema y la planeación energética del país, cambiará por completo.

DISCUSIÓN

La generación de electricidad para el sistema de iluminación pública, es uno de los elementos esenciales a transformar en la planeación de Colombia, así como también permitir la innovación en infraestructura, sistemas, procesos y cultural hacia la determinación de disminuir la huella de Carbono de todo un país.

La transformación que se podría hacer con tan sólo 252 postes de luz, en el sector determinado en el presente artículo, permitiría que la capital Bogotana empezara a cambiar por completo su estética, brindaría beneficios ambientales, sociales, económicos, al igual que

un aporte a la meta para el 2030 a partir de la COP21.

CONCLUSIONES

Se considera importante exponer la posición de los futuros Administradores Ambientales, como aportadores de soluciones sostenibles a los problemas globales, partiendo del hecho de aprovechar al máximo esta tecnología, por sus numerosas ventajas, desde una perspectiva académica y laboral.

Además, los estudios que se realizan desde la academia deben ser potenciados por las diferentes instituciones del Estado, para que, de este modo, se plantee la manera en la cual esto puedan pasar a una fase de implementación, ya que como se expresó a lo largo de este artículo, las energías renovables han tenido un importante crecimiento y la implementación de estas debe ser una prioridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abella, M. A. (S.f.). *CIEMAT*. Recuperado de:
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf

Delta Volt. (s.f.). *Delta Volt*. Recuperado de:
<http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>

Gobierno Nacional. (2014). *Unidad de Planeación Minero Energética UPME*. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf

IDEAM, I. d. (2009). *Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de gases de Efecto Invernadero (2000-2004)*. Recuperado de:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021658/2Comunicacion/IDEAMTOMOIICap2.pdf>

INERSOL. (s.f.). *Inersol*. Recuperado de:
http://www.inersol.es/Tec_Led.htm

Kouyomgian, I. S. (2010). *Cálculo de instalación eléctrica, utilizando energía solar para tres casos de estudio*. Sartenejas.

Min. Ambiente, M. d. (S.f.). *Min. Ambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado de:
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1913:colombia-se-compromete-a-reducir-el-20-de-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-para-el-ano-2030>

Min. Minas, M. d. (2010). *Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes no Convencionales-PROURE*.

Murcia, H. R. (30 de Diciembre de 2008). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Recuperado el de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12>

Nexia. (s.f.). *Nexia*. Recuperado de: <http://www.nexia.es/es/beneficios-del-led>

USO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO CON FINES AMBIENTALES Y COMERCIALES. PROYECTO PILOTO EN LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

SEMILLERO PRODUCCIÓN VERDE
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y
SERVICIOS PÚBLICOS



Autores: Juan Sebastián Manrique Pinzón – juanse.pinzon@hotmail.com
Iván David Eslava Moyano – ivan.eslava96@gmail.com
Jeisson Pascual Chaparro – pjeisson@gmail.com

Docente tutor: Luz Fabiola Cárdenas

RESUMEN

Las colillas de cigarrillo son uno de los residuos sólidos más comunes en las calles de cualquier ciudad, estas cuentan con varios elementos básicos como filtro, tabaco y envoltura. Millones de colillas arrojadas en las aceras van a parar a redes de aguas lluvias y finalmente fuentes hídricas contaminándolas con compuestos de alta complejidad de degradación. Frente a esta problemática, se planteó utilizar cada uno de estos elementos (filtro, tabaco, envoltura) con el fin de transformarlos en diversos productos cuyas características permitan satisfacer las necesidades de los clientes y, a su vez, contribuir con la reducción del impacto

ambiental en aguas lluvias y suelo en la Facultad del Medio Ambiente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, lugar en el que fueron recolectadas para realizar la investigación.

Se separaron los elementos de las colillas de cigarrillo, obteniendo de cada uno de ellos un producto aprovechable como lo son el papel-cartón, el abono con propiedades insecticidas, que además favorece el crecimiento de las plantas sin afectar insectos voladores favorables; finalmente, del filtro se extrajo la nicotina, considerando que este compuesto, acompañado de esencias de diversos tipos, posee propiedades repelentes contra insectos de

pequeño tamaño comunes en los hogares. Se logró establecer que el filtro, después de su tratamiento de extracción de nicotina, es materia prima potencial para el desarrollo de productos aislantes que no presenten contacto frecuente con el ser humano, esto se sugiere considerando que no fue posible detectar cuales otros compuestos pudieron quedar en el filtro (acetato de celulosa).

PALABRAS CLAVE

Nicotina, filtro, acetato de celulosa, insecticida, tabaco.

INTRODUCCIÓN

Las colillas de cigarrillo son el residuo resultante de fumar, estas son arrojadas en su mayoría a los suelos (La voz de Galicia, 2007), aceras y calles contaminando los mismos con los compuestos químicos presentes generados por la combustión del tabaco.

El ingrediente activo, el cual es responsable de generar satisfacción y dependencia es la

nicotina, un alcaloide proveniente del tabaco (*Nicotiana tabacum*), anteriormente se aprovechaba como insecticida en contra de pulgones, trips, mosca blanca, gusanos masticadores y gusanos del suelo (Fundación Salvadoreña para la Promoción, 2000). La función de la nicotina en alterar el sistema nervioso de los insectos conllevando a paro respiratorio y muerte.

Estudios han comprobado que el 56% de los fumadores bota la colilla al piso, además de que este residuo ensucia las calles, la lluvia los arrastra hasta cursos fluviales, llegando a las costas y campos (Lozano-Rivas, 2015).

Uno de los componentes que causan mayor contaminación son los filtros fabricados con acetato de celulosa, este tarda más de cien años en degradarse de forma natural. (Lozano-Rivas, 2015) Pero el problema radica en la toxicidad que acumula en elementos nocivos tanto de la fabricación como de la combustión del cigarrillo en el filtro, este está diseñado para acumular los

componentes del tabaco, incluidos los químicos más nocivos, que son liberados en contacto con el agua. Por lo tanto, cuando llegan a los ríos o incluso al mar, sueltan estas sustancias. (Moerman, 2011)

Una colilla puede tardar entre 18 meses a 10 años para degradarse por tal razón se fortalece el hecho de poder utilizarla como un insumo económico.

El tabaco restante en la colilla se aprovecha como Insecticida y Fertilizante (CASAFE, 2010). El tabaco en polvo es un excelente abono orgánico, así como un producto repelente contra plagas. El tabaco en su proceso natural de descomposición favorece la vida bacteriana en la propia tierra. Estas, las bacterias, sirven de enlace en los procesos asimilativos de nutrición de las plantas con los fertilizantes que se apliquen o con los minerales propios de la tierra. (Healton, 2011)

Frente a esto queda claro el impacto ambiental que generan las colillas de cigarrillo como un residuo sólido no reciclable. Por tal razón,

surge la necesidad de aprovechar las colillas como materia prima en la elaboración de productos comerciales, recolectándolas de tal manera que no representen un problema en los cuerpos de agua y en los suelos, brindando un aprovechamiento integral de los componentes de las colillas de cigarrillo reduciendo su impacto ambiental. Con ello desarrollar una gama de productos a partir de nuevas materias que se ajusten a la demanda del mercado.

MÉTODOS

Se utilizaron botellas plásticas transparentes de 500ml perforadas en la parte superior, se mantuvo la boquilla con su respectiva tapa para disminuir el ingreso de aguas lluvias. En ellas se adjuntó información acerca de los problemas ambientales y de salud generados por las colillas. Para el desarrollo del proyecto estas botellas cumplieron con tres funciones: permitieron recolectar las colillas necesarias para la investigación,

fueron un medio de difusión acerca de los problemas ambientales generados por las colillas de cigarrillo y evitaron que cierta cantidad de estas fueran a parar a redes de alcantarillado y, posteriormente, fuentes hídricas. Se ubicaron en sitios de gran afluencia de personas, dentro y fuera de la Facultad del Medio Ambiente de la Universidad Distrital.

Tras la recolección, se procedió a separar los elementos de las colillas de cigarrillo (tabaco, filtro, papel) con el fin de continuar el proceso de aprovechamiento a cada material.

El tabaco (15g) fue pulverizado y se adicionó en abono negro con un pH bajo de 5.5 para obtener un pH esperado de 8.

El papel que rodea el filtro es un papel a base de caña susceptible a procesos de transformación, por tanto, durante 10 minutos se remojó el papel de 40 filtros para obtener una tarjeta de presentación con dimensiones de 7.5cm x 4.5cm. Cuando el papel estuvo bien humedecido, se pasó a licuarlo hasta disolver

cualquier sólido. Posteriormente se pasó por un colador dejándolo escurrir por 5 minutos.

Con los residuos que quedaron en el colador se continuó con el prensado, esta última fase tuvo una duración de 3 días.

Los filtros se cortaron en discos de 1cm de alto para aumentar la superficie de contacto con los reactivos, se utilizó el equivalente a 5 g de filtros en 200 ml de alcohol, 5 ml de esencia y se dejó en reposo alrededor de 24 horas fuera de la luz directa en un recipiente cerrado. De esta manera se extrajo la nicotina presente en los mismos. Este procedimiento se repitió con cada esencia; se utilizaron 3 esencias de diferente penetración (eucalipto - fuerte, mandarina-media, uva - suave).

Posteriormente, se pasó por una malla coladora separando el alcohol de los filtros de los cigarrillos, a continuación, se adicionaron 300 ml de agua cubriendo todos los filtros, extrayendo así el contenido restante de estos.

Los filtros fueron calentados en un horno durante 2 minutos para reducir la humedad y posteriormente se dejaron secar a la sombra durante 1 semana (tiempo necesario para secarse y perder el olor a nicotina).

RESULTADOS

Se ubicaron las botellas recolectoras en cuatro puntos críticos (Figura 1):

Zona de “la pola”

Plazoleta Facultad del Medio Ambiente

Paradero SITP media torta AK 1CL 19^a

Parte posterior del laboratorio de biología



Figura 1. Ubicación de recolectores.

Se obtuvieron 250 g de abono listo para ser aplicado.

Se destinó el papel que recubría la colilla como materia base para el diseño de tarjetas con el nombre y datos de contacto de la empresa.

Se crearon, como productos principales, repelentes domésticos con nicotina como ingrediente activo que con diferentes aromas (uva, eucalipto, mandarina). Se produjo 500 ml de cada uno de los insecticidas repartiéndolo en recipientes opacos de 60 ml, para evitar que la luz degradara con prontitud la nicotina. Se obtuvieron 24 frascos de insecticida a partir de 5 horas de trabajo directo (en este se centra la producción de insecticida, relleno y papel sin contar el tiempo requerido para el secado).

Los filtros después de secarse perdieron casi por completo el olor a tabaco que los caracteriza, permitiendo que puedan ser utilizados como relleno de espuma.

DISCUSIÓN

El abono fortificado con tabaco ha comprobado aportar al crecimiento de los arándanos en Chile, al estar mezclado con tierra brinda protección a la semilla y la raíz de ser atacadas por insectos. (Fundación Salvadoreña para la Promoción, 2000).

Las colillas al ser tratadas no representan un problema de contaminación de aguas ya que se presenta como acetato de celulosa, aunque no se logró determinar cuántas sustancias desaparecerían en el proceso, se logró evitar la

contaminación de varios metros cúbicos de aguas lluvias. (CASAFE, 2010). Posterior al tratamiento, los filtros pueden ser utilizados como relleno de espuma en artículos que no mantengan contacto directo con el ser humano. Relleno de maletas, zapatos, forros de artículos de decoración.

Según la tabla 1. El insecticida está basado en componentes orgánicos simples a diferencia del insecticida comercial, esto le atribuye un valor ambiental que no poseen los insecticidas comerciales.

Tabla 1

INSECTICIDA A BASE DE COLILLAS DE CIGARRILLO	INSECTICIDA EN AEROSOL COMERCIAL
Nicotina, alcohol, aromatizante base de aceite, agua.	Cipermetrina, transcrisantemato, propelentes, alcohol, enmascarante solvente.

CONCLUSIONES

Se logró desarrollar tres insecticidas cuyo principio activo es imperceptible a través del olfato y capaz de desorientar y ahuyentar a los insectos comunes en los hogares.

Los filtros de acetato sin residuos de cigarrillo

pueden ser utilizados para diversos usos como aislante o espuma.

Se elaboró un abono con propiedades insecticidas, se espera continuar con los estudios para determinar las propiedades específicas de este abono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASAFE. (2010). *Insecticidas y acaricidas.*

Recuperado de: <https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/insecticidas.pdf>

El comercio. (2014). *La contaminación que produce las colillas de cigarrillos.* Recuperado

de: <http://www.elcomercio.com/tendencias/contaminacion-produce-colillas-cigarrillos-biodiversidad-amenazas.html>

Espitia, S. C. (2011). *Transformación de las colillas de cigarrillo a medios creadores de vida, para mitigar el impacto ambiental.* Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Fundación Salvadoreña para la Promoción

(2000). *Elaboración de plaguicidas orgánicos.*

Recuperado de: http://funsalprodese.org.sv/pdf/boletines_informativos/Plaguicidas_organicos.pdf

Healton, C. (2011). *Butt really? The environmental impact of cigarettes.* Tobacco Control.

La voz de Galicia. (2007). *La nicotina insecticida.* Recuperado de: http://www.rap-al.org/db_files/PlaguiAL_Fabric_BayerImidaclopid_Fran_En07.pdf

Lizano, A. G. (2010). *Sistema para el adecuado desecho de colillas de cigarro.*

CARTAGO: Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Diseño Industria.

Lozano-Rivas, W. A. (2015).

Quantification of Cigarette Butts Littered to the Streets and Sidewalks in Dance Clubs and Pub Areas in Bogota D.C., Colombia.

BOGOTA: International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology.

Marco, J. C. (2011). *Estudio para la minimización del residuo de colillas de tabaco y su posible reutilización.*

VALENCIA.

Moerman, J. &. (2011). *Analysis of metals leached from smoked cigarette litter.*

Tobacco Control, 30-35.

Reciclario. (2012). *Colilla de cigarrillo.*

Recuperado de: <http://reciclario.com.ar/>

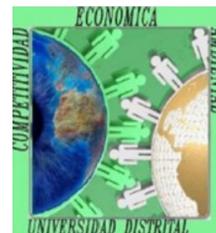
[no_reciclable/colilla-de-cigarrillo/](http://reciclario.com.ar/no_reciclable/colilla-de-cigarrillo/)

EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN LA VEREDA LA COSTA

**SEMILLERO COMPETITIVIDAD ECONÓMICA AMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

Autores: Cristina Jinneth Osorio Ortégón – osoriorcr@gmail.com
Nelson Steven Sanabria Hernández – stivensan_94@hotmail.com

Docente tutor: Maribel Pinilla Rivera



RESUMEN

Este artículo de investigación pretende establecer la condición de riesgo en la cual se encuentra la población de la vereda La Costa en el Municipio de Soatá, Boyacá, relacionado a la condición ambiental del río Chicamocha en el tramo de la cuenca media y los factores que influyen en la existencia del riesgo.

Para ello se determinan escenarios de riesgo, que a su vez son valorados en una matriz de acuerdo a la información secundaria, obtenida por el Hospital San Antonio de Soatá, las herramientas de ordenamiento territorial de la cuenca hidrográfica del río Chicamocha y las visitas de campo realizada en el sitio de estudio.

PALABRAS CLAVE

Evaluación, riesgo, calidad, vertimientos, hídrico.

INTRODUCCIÓN

El análisis del riesgo es una forma sistemática de evaluar los riesgos asociados a la presencia de peligros en una fuente hídrica que facilitan la adopción de decisiones en materia de gestión de riesgos y su comunicación. (Alimentaria, 2005)

Los peligros asociados a la contaminación biológica principalmente, se derivan del vertimiento de aguas residuales al río Chicamocha y su posterior consumo,

generando problemas en la salud de los habitantes de la vereda La Costa, del municipio de Soatá, Boyacá, evidenciados en la presencia de enfermedades diarreicas agudas.

Valorar económicamente los impactos por vertimientos al río Chicamocha, permite establecer herramientas para la investigación de los puntos críticos afectados social y ambientalmente, del costo de tratamiento y el costo de prevención de las enfermedades causadas por la contaminación del río, para evaluar las posibilidades de riesgo de la población y las medidas de prevención ante los mismos.

MÉTODOS

Para definir los puntos estratégicos o escenarios bajo los cuales se realizó la identificación de riesgos, se tuvieron en cuenta las listas de chequeo diligenciadas en las visitas de campo realizadas a la zona de estudio, la información secundaria de

documentos de planificación del municipio y la cuenca del río Chicamocha y el desarrollo de la investigación que arrojó los puntos críticos a nivel socioambiental y los costos asociados a las enfermedades presentadas.

El desarrollo se llevó a cabo a partir de diferentes matrices de evaluación de riesgo en el siguiente orden.

Se realizó la caracterización de los peligros en cada uno de los tres puntos definidos, teniendo en cuenta los escenarios definidos, el factor de riesgo presentado, las causas que generan el riesgo y las consecuencias derivadas al no prevenir los riesgos dentro de una población.

Se elaboró una relación variable entre los resultados obtenidos de la calificación de la lista de chequeo en cada uno de los puntos analizados, los resultados obtenidos de la prueba de laboratorio para la presencia de *Escherichia coli* en la fuente hídrica y el índice de calidad de agua establecido en la estación Puente Pinzón río Chicamocha por

el ICOMO.

Se desarrolló la metodología de evaluación de riesgos de la Organización Panamericana de la Salud donde se identifica la calificación de los antecedentes del sitio, es decir, población cercana al sitio de estudio, la existencia de preocupación social y el tipo de contaminantes presentes en el sitio. La contaminación ambiental se evaluó por medio de un análisis preliminar de la contaminación, la toxicidad del contaminante más crítico y su persistencia, además de un análisis de las rutas de exposición, para valorar el medio ambiente impactado.

Se elaboró una evaluación preliminar del riesgo, comparando la caracterización del riesgo cancerígeno y no cancerígeno, la severidad del efecto en la salud y los factores asociados al riesgo.

Finalmente, la calificación mostró cuál punto presenta una urgencia ambiental y de salud pública, cuál tiene riesgo ambiental y de salud

pública y cuál tiene un mínimo riesgo ambiental y de salud pública.

RESULTADOS

Teniendo en cuenta el desarrollo de la metodología mencionada, se encontró que los factores de riesgo asociados a la probabilidad de contraer un evento diarreico agudo asociado al agente *Escherichia coli* en la vereda La Costa, son la presencia de viviendas cerca de la ronda hídrica, los vertimientos sin control en el río, la presencia de residuos sólidos en la ronda del río, además de la disminución del caudal y las zonas de riego en cultivos.

Estos factores han tenido diferentes impactos sobre la población, como consecuencia se evidencia la presencia de eventos diarreicos asociados al consumo de agua del río Chicamocha, la contaminación del recurso hídrico por vertimientos, la pérdida de calidad del recurso hídrico y la percepción negativa por parte de la

población con relación a la calidad hídrica y los entes de control ambiental del municipio y la región.

Al aplicar la metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud OPS, se hizo pertinente determinar la calificación de cada uno de los escenarios planteados para el análisis de riesgo y muestreo del recurso hídrico, a partir de los siguientes ítems:

Antecedentes del sitio (AS): (distancia*tamaño de la población) + preocupación social + tipo de contaminantes en el sitio.

Contaminación ambiental (CA): análisis preliminar de contaminantes + toxicidad del contaminante más crítico + persistencia de contaminantes.

Análisis de la ruta de exposición (AE): medio ambiente impactado

Caracterización preliminar del riesgo (CR): (caracterización del riesgo cancerígeno*severidad del efecto en salud) ó (caracterización del riesgo no cancerígeno*severidad del efecto en salud).

Factores asociados al riesgo (FAR): nivel de marginación social.

Como resultado de la metodología se encontró que el punto 1 y 2 tienen una calificación de 57 y el punto 3 una calificación de 3, lo que representa riesgo ambiental y de salud pública para la población de la vereda La Costa, en el municipio de Soatá, Boyacá.

DISCUSIÓN

Tras realizar la valoración cualitativa del riesgo se logró evidenciar que los tres escenarios planteados se encuentran en la categoría de riesgo ambiental y de salud pública, esto quiere decir que el sitio requiere de una evaluación de la exposición, por tanto es necesario realizar un análisis que permita determinar el nivel de intervención requerido para la restauración del área estudio en la cuenca media del río Chicamocha, de tal manera que se pueda identificar y tener certeza de los

contaminantes críticos, la toxicidad de los patógenos y las implicaciones que tiene estos para la salud de la población humana de la vereda La Costa.

CONCLUSIONES

La presencia de microorganismos como la *Escherichia coli* evidencia la pérdida de calidad del recurso hídrico puesto que el individuo se encuentra en un escenario de exposición, por lo tanto, aumenta la probabilidad de la ocurrencia de un evento diarreico.

Al aumentar riesgo asociado a la pérdida de calidad del recurso hídrico en la vereda La Costa, municipio de Soatá, Boyacá, aumentan los costos asociados con la pérdida de la salud, como los costos de tratamiento y los costos indirectos, así como los costos sociales derivados de la reducción del bienestar de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alimentaria, F. V. (Julio de 2005).

Evaluación de riesgos. Recuperado de: <http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo139/13.Evaluacion%20de%20riesgos.pdf>

Corpoboyacá. (2015). *Diagnóstico del plan*

de ordenamiento hídrico de la cuenca media y alta del río Chicamocha. Recuperado de:

http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/08/DIAGNOSTICO_RIO_CHICAMOCHA-_V4-1.pdf

El Tiempo. (1995). *Se agotan fuentes de*

agua. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-456183>

FAO. (1999). *Principios y directrices para*

la aplicación de la evaluación de riesgos microbiológicos. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s05.htm>

García, M. (2011). *Evaluación del riesgo ambiental (ERA): La importancia del contexto.*

Recuperado de: http://cera-gmc.org/docs/colombia_2011/monica_garcia.pdf

GONZÁLEZ, M. (2015). *Valoración económica de los efectos generados en salud pública por vertimientos en la cuenca media del río ocoa en la ciudad de Villavicencio, Meta.* Trabajo de Grado, Bogotá.

OPS-OMS. (1999). *Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados.* Recuperado de: <http://www.bvsde.ops-oms.org/tutorial/fulltex/metodolo.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2002). *Informe sobre la salud del mundo.* Recuperado de: <http://www.who.int/whr/2002/en/Chapter2S.pdf?ua=1>

LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA

SEMILLERO COMPETITIVIDAD ECONÓMICA AMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

Autores: Juan David Bautista Gordillo – juanbautistaud@hotmail.com
Nelson Fabián Loaiza Elizalde – nelsonfabian1995@hotmail.com



Docente tutor: Maribel Pinilla Rivera

RESUMEN

La construcción como medio de desarrollo para las comunidades es uno de los principales medios de agotamiento natural y uso irresponsable de los recursos naturales. Esta problemática dará la oportunidad al estudio de las alternativas sostenibles de la construcción de viviendas de interés social. Según el diario el Tiempo (2016), “Son seis proyectos con 6.129 viviendas” (parr.3) que están en proceso de construcción con los mismos modelos convencionales y no con medios que aboguen por la sostenibilidad. En países desarrollados como lo plantea Susunga Monroy (2014), existe políticas y sistemas sostenibles estandarizados que aportan a esta

causa, es el caso por ejemplo del uso de bombillas led en los Estados Unidos, existen variedad de estos sistemas para ser aplicados en la construcción de viviendas unifamiliares básicas es el caso de la energía, agua, bioclimática, materiales, residuos, entre otros. En Colombia existe una falta de normatividad y conocimiento para la aplicación de estas técnicas, lo que busca este artículo es dar luces frente a nuevas alternativas de construcción que de manera integral fomenten a las empresas constructoras la implementación de estas técnicas para ser usadas en las fabricación de viviendas de interés social.

PALABRAS CLAVES

Eco material. Reciclaje. Medio ambiente.
LEED. Materiales sostenibles

ABSTRACT

The construction as a means of development for the communities is one of the principal means of natural attrition and irresponsible use of natural resources. This Ostera will give the opportunity to the sustainable alternatives study of the construction of social interest housing. According to the daily Time (2016), “Are six projects with 6.129 housing” (parr.3) which is in process of construction with the same conventional models and not media that advocate for sustainability. In developed countries as Susunga Monroy (2014) puts it, there is policies and standardized sustainable systems that contribute to this cause, it is the case for example the use of lights in leed in the United States, there are variety of these systems to be applied in the construction of

basic houses is the case of energy, bioclimatic, materials, waste, among others. In Colombia there is a lack of regulations and knowledge for the application of these technical, what seeks this article is give lights facing new alternative of construction that of way integral Oster to them companies construction the implementation of these technical for be used in them manufacturing of housing of interest social.

KEY WORDS

Eco materials. Recycling. Environment.
LEED.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se desmonta cada vez más el mito de que una construcción sostenible es más cara que una tradicional. Todo parte de tener claras las soluciones en energía, aguas y diseño antes de comenzar las obras. Además son proyectos muy apetecidos por los ahorros

y su vida útil Libendinsky agrega :

“Aún no tenemos una comprensión completa del impacto de los temas ambientales en la arquitectura en el sentido global, y espero que nuestro trabajo pueda aportar algunas referencias útiles para las generaciones futuras. Las cuestiones ambientales afectan la arquitectura a todo nivel, pero los arquitectos no pueden resolver todos los problemas ambientales del mundo; esto requiere liderazgo político. Sin embargo, podemos diseñar edificios para que funcionen con niveles de energía muy inferiores a los actuales, podemos influir en los patrones del transporte a través del planeamiento urbano y podemos actuar como defensores apasionados del diseño sustentable” (Libedinsky, 2011, pg. 22).

Las condiciones actuales frente al cuidado del medio ambiente, presenta la gran oportunidad para el gobierno nacional y sus instituciones de

poder mejorar, su macro proyecto de de viviendas de interés social, implementado las herramientas de construcción sostenible que contribuyen a esta causa. A niveles internacionales existen políticas y sistemas técnicamente sostenibles, que contribuyen a esta causa, sistemas que en Colombia se están empezando a implementar en edificaciones de grandes superficies pero no así en la construcción de viviendas unifamiliares. Existe gran variedad de estos sistemas sostenibles que pueden ser implementados en la construcción de este tipo de viviendas, pero es evidente la falta de conocimiento de estos y políticas claramente definidas (normas) por parte de las entidades encargadas. Lo que se busca con esta investigación, entre otras cosas, es poner en conocimiento sobre la existencia de sistemas sostenibles para la construcción de vivienda de interés social y prioritario, y la concientización tanto de empresas constructoras como de los usuarios finales, de la importancia de la pronta

implementación y manejo de estos sistemas.

Cada una de las casas o apartamentos que habitamos en su infraestructura produce un una huella ecológica en su proceso de fabricación.

La construcción como tal es una de las actividades que más produce residuos, contaminación, uso de grandes proporciones de energía, agua y transformación del ambiente.

“Se calcula que el sector residencial y de oficinas a nivel mundial, consume el 40% de energía, 30% de emisiones de carbono (CO₂) que van a la atmosfera, 50 % materias primas de desperdicios y 20 % de agua potable” (consejo mundial de construcción sostenible 2012).

“El sector de la construcción, a nivel, mundial es aquel que más potencial, tiene para reducir sus impactos negativos del medio ambiente, ya que con pequeños cambios, que no incurren en grandes costos de producción, serían suficientes para reducir en promedio, un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO₂), hasta un

50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de disposición de desechos sólidos”, (consejo mundial de construcción sostenible, 2008).

La construcción de viviendas sostenibles implica que dichas viviendas sean eficientes en términos de consumo energético y agua, se minimice el desperdicio de materiales durante su fabricación. De acuerdo al diseño y los materiales que se utilice en la construcción de las cubiertas y la fachada se puede lograr mayor eficiencia energética, que representa uno de las principales pilares de la construcción sostenible; los materiales pueden ser reciclados de manera efectiva para ser reutilizados en la elaboración de nuevas materias primas y así reducir la extracción de recursos no renovables.

Como se ha mostrado, existe una variedad de sistemas para la aplicación de construcción de sistemas de viviendas sostenibles, pero es notable la falta de conocimiento frente a estas prácticas y no

existen políticas definidas por parte de las instituciones que fomenten el uso de estas herramientas, por ende, es importante definir una normativa correspondiente para que el sector implemente este tema en el país más exactamente para ser tenidos en cuenta para la construcción de viviendas de interés social sostenible.

MÉTODOS

El enfoque que se va a aplicar para la realización de este estudio es correlacionar, en donde se tomarán en cuenta cómo y de qué manera la construcción de viviendas impacta al medio ambiente. Con este estudio, se van a determinar la relación costo-beneficio de la construcción de viviendas sostenibles con respecto a la construcción de viviendas tradicionales.

Teniendo en cuenta la importancia del sector de la construcción como factor de crecimiento económico para el desarrollo de la sociedad y

de impacto ambiental, se pretende evaluar la incidencia que tienen las viviendas de sostenibles y las viviendas tradicionales en el bienestar de las personas. Para saber el comportamiento y la relación existente entre el medio ambiente y la industria de la construcción, se realizará un análisis de ciclo de vida, recolectando información de edificaciones actuales, las características de sus materiales, su consumo de agua y su consumo de energía.

Construcción sostenible

“se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático por sus emisiones de gases de efectos invernadero, el consumo de recurso y la pérdida de biodiversidad.” (Consejo colombiano de construcción sostenible, 2012.)

La implementación de sistemas sostenibles

genera contundentes beneficios al bajar el desarrollado el concepto de vivienda de promedio, en 30% de ahorro en energía, 35% interés social sostenible, el cual tiene como de carbono, entre 30 y 50 % de agua y entre siglas VISS.

50% y 90% de otros desechos, esto sin contar Consejo colombiano de construcción la mejora en la salud y en la productividad de sostenible

quienes lo habitan, (Susunaga, 2014)

Viviendas de interés

El consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS) se fundó en el año 2008,

Los términos de vivienda de interés social se con el propósito de promover la refiere a “aquellas unidades habitacionales transformación de la industria de la destinadas a las clases sociales de menores construcción para lograr un entorno ingresos económicos, es decir, aquellas responsable con el ambiente y el bienestar de personas que ganan menos de dos salarios los colombianos. Con 4 pilares fundamentales mínimos mensuales y cuyo acceso a crédito es entre los cuales se encuentra:

limitado” (congreso de Colombia, 1997). Este tipo de viviendas no considera las variables ambientales en su construcción y su posterior uso, siendo estos aspectos importantes de cara a una sustentabilidad, es importante mencionar que la sostenibilidad aplica también a las personas que habitan estas viviendas, pues al tener herramientas de mejoras energéticas y de agua el pago de los servicios públicos básicos disminuyen. Desde el año 2006 se ha

Educación: trabajar para fortalecer el conocimiento sobre construcción y urbanismo sostenible

Política pública: trabajar con los gobiernos para gestionar y apoyar la formulación de políticas de producción y consumo responsable para el sector

Gestión técnica: trabajar para fortalecer la institucionalidad del CCCS e incrementar en la participación de sus

miembros con el fin de multiplicar la red.

El CCCS es miembro del “consejo mundial de construcción sostenible (WorldGBC), desde el año 2009, red a la cual en el año 2012 ya pertenecían 91 Consejos mundiales (consejo mundial de construcción sostenible, 2012).

Principales sellos de fabricación en el mundo

Para garantizar que los constructores en realidad estén ofreciendo a sus clientes fabricación amigable con el medio ambiente, hay organizaciones industriales que establecen estándares de calidad ambiental. Para la certificación ambiental en proyectos de construcción, se evalúa el nivel de eficiencia de las edificaciones con base en parámetros sostenibles como la eficiencia uso del agua y la energía, materiales, tanto en la fase de diseño como en las fases de construcción.

BREEAM: Creado en 1990 por

el Bulldog Resecar establishment (BREE) del Reino Unido, fue el primer sello de certificación desarrollado después del protocolo de Kioto. Este sello es una herramienta que mide la sostenibilidad de distintos tipos de edificaciones, nuevas y existentes y se enfoca en los impactos de las edificaciones en su entorno. Igualmente, tiene una versión para desarrollos urbanos, denominada “BREEAM Communities”. Tiene versiones específicas para el Reino Unido, algunos países de Europa y del Golfo Pérsico

LEED: La certificación Liderazgo en Energía y Diseño Medio Ambiental, (LEED por sus siglas en inglés) es el sello

desarrollado originalmente en 1993 por el Concejo Estadounidense de Construcción Sostenible (United States Green Building Council, USGBC). Se enfoca en el desempeño del edificio y tiene versiones para construcciones nuevas, edificios existentes, operación y mantenimiento, interiores comerciales y envolvente y núcleo. También tiene una versión para desarrollos de mayor escala denominada “Neighborhood Development”. Hoy esta certificación constituye una de las principales garantías ambientales que existen en el mundo.

GREEN STAR: Creada en 2003 por el Consejo Australiano de Construcción Sostenible, está basado en LEED y en

BREEAM. Evalúa el diseño ambiental así como la construcción de los edificios y busca establecer un lenguaje común y una medida estándar. Está diseñado especialmente para las condiciones Australianas y se han creado versiones para Nueva Zelanda y Sudáfrica. CASBEE El Sistema de Evolución Comprensivo para la Eficiencia Ambiental de Edificaciones (CASBEE por sus siglas en inglés) fue desarrollado en 2002 por el consejo Japonés de Construcción Sostenible junto con varias agencias gubernamentales de ese país. Tiene versiones para edificaciones nuevas, renovación, vivienda (unifamiliar), áreas urbanas y

edificios, desarrollo urbano y avalúos inmobiliarios LEED (acrónimo de Leadership in Energía & Environmental Design) (U.S. Green Bulldog Concluí) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998, utilizándose en varios países desde entonces. (Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, 2012)

Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles

El Ministerio de Ambiente con ayuda del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, el Icontec, gremios de

construcción, algunos empresarios y unas universidades, formulan en el año 2010 el sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles (SAC- ES) .

El Sello Ambiental Colombiano para las Edificaciones Sostenibles (SAC-ES) se otorgará a edificaciones construidas con criterios integrales de sostenibilidad, las cuales tendrán en cuenta aspectos de localización de la edificación, uso eficiente de la energía y del agua, materiales, residuos y desperdicios, calidad del ambiente interior y confort, entre otros. Así mismo, establecerá la normativa técnica para este tipo de construcciones, conformará un comité técnico conjunto interdisciplinario integrado por representantes de la industria de la construcción, consumidores e interesados en general que mediante consenso establezcan requisitos de calidad, seguridad, protección a la

salud y el ambiente. Mientras está disponible el SAC-ES, hay una nueva generación de proyectos certificados con otras herramientas y sello (Susunaga, 2014)

Uno de los proyectos realizados a nivel nacional es el edificio Bancolombia en Medellín acreditado con la categoría leed oro, su construcción se basó en un principio ecológico y buscan la disminución de la huella ecológica. A continuación se describen las principales características de esta edificación:

Ubicado en la Ciudad de Medellín con un costo cercano a \$360.000 millones, la nueva sede está compuesta por dos edificios de 12 pisos y un área construida de 125.000 m², que puede albergar hasta 4.200 personas. De las 3.5 hectáreas del predio, se cedieron a la ciudad un poco más de 2.2 hectáreas, las cuales se destinaron para vías y parques. Hay cinco niveles de parqueaderos, siete niveles de espacio de oficinas, cuatro de ellos

conectados por dos puentes dobles de 50 metros, un nivel de salas de reuniones, un centro de conferencias y un nivel de restaurante, cafeterías, centros de acondicionamientos físico y áreas de descanso y relajación. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012).

Para conservar la presencia ecológica del lugar se sembraron alrededor de 1000 especies de plantas, el aire acondicionado fue dispuesto en el piso de la edificación y no el techo para permitir la disminución del consumo de energía en un 30%, un sistema de recolección de aguas en las cubiertas que recolecta un 40 % del agua consumida dentro del edificio.

Materiales sostenibles para la construcción

La tierra (bloques de adobe):

Cuando se realiza una construcción nueva como en el caso de los proyectos de la vivienda de interés social, se deben realizar

Tabla 1. Resultados de la implementación del sistema LEED

ÁREA	PROGRAMA
Sitios Sostenibles	Sobre sale el proyecto el cambio del uso del suelo de una antigua zona industrial a una zona de servicios empresariales y la consecuente recuperación y restauración al tejido urbano.
Eficiencia de Agua	El edificio utiliza las aguas grises para el uso en jardines y baños, las baterías de los baños se dotaron con orinales secos. El sistema de recolección de agua en las cubiertas reduce en un 40% el consumo de agua por las torres de enfriamiento.
ÁREA	PROGRAMA
Energía y Atmosfera	El 95% de las áreas internas cuentan con iluminación natural. Todos los sensores de inteligencia neuronal, los cuales adaptan su uso a la funcionalidad del edificio generando menor consumo de energía
Materiales y Recursos	El banco utiliza mobiliario elaborado con madera certificada y de bajas emisiones, se utilizan programas de reciclaje y separación de residuos sólidos, los cuales reducen los impactos ambientales relacionados con la operación del edificio.
Calidad Ambiental Interior	Se implementó un sistema de aire acondicionado eficiente piso techo que reduce los consumos de energía de manera importante

excavaciones en la capa superficial del terreno, los residuos que quedan después de este proceso se valoriza como materia prima, ya que el 55% de los bloques de construcción están fabricados de tierra, por ende, con la técnica de los bloques de tierra comprimida, conocidos también como adobes, que son al final una mezcla de cemento y tierra del lugar. Los escombros son los más abundantes entre los RCDs después de la tierra; ocupan entre el 15 y el 20 % en peso. Son parte constitutiva

de ellos el concreto y los cerámicos, principalmente. En ellos también se da la aplicación de un cambio de paradigma, al valorizarlos como agregados para un nuevo concreto que será empleado en mezclas para estructuras o en prefabricados. Estos escombros son llevados a una planta de transformación, en la cual se trituran y se clasifican en agregados gruesos y finos; luego son mezclados con agregados naturales y se confeccionan las mezclas que

serán empleadas generalmente en la producción industrializada de prefabricados, tales como ladrillos, bloques, adoquines, paneles, bordillos, etc. (Milan, M. (s.f.))

Para la producción de concreto se emplean recursos naturales no renovables, cuando se reciclan representa múltiples ventajas para el medio ambiente, ya que se dispone de un material que si no es reusado terminaría generando un residuo de difícil degradación

Los costos por metro cúbico de cada tipo de concreto, arrojan un ahorro del 8,60% al elaborar un concreto reciclado en comparación con un concreto convencional y lo más importante es que el comportamiento técnico del concreto reciclado es positivo y se enmarca dentro de las normas técnicas y códigos oficiales de Colombia.(susunga, 2014)

Los Residuos Industriales (eco-cemento). En las industrias que emplean carbón como energético para sus procesos de producción, se generan unos residuos resultantes de la

combustión, conocidas con el nombre de cenizas volantes. Hace unas tres décadas que en Colombia estas cenizas representaban un residuo, pero a través de la investigación de alto nivel, éstas pasaron a ser vistas como un subproducto y posteriormente como un material de primera para la producción de cementos adicionados. Las cenizas volantes presentan ventajas para las mezclas, tales como:

Menos segregación en la mezcla en estado fresco.

Mayor densidad del hormigón.

Menor calor de hidratación, poros y aumentando la resistencia al esfuerzo de compresión.

Superficies con mejores acabados.

El costo del producto terminado es entre un 10 y un 15% menor al de un concreto elaborado con cemento Portland.

Su resistencia al esfuerzo de la compresión a los 90 días es en promedio un 60% mayor que la requerida por el

diseño de mezclas a los 28 días de edad.
(Wiki eoi. (s.f.))

La aplicación de esta técnica resulta más eficiente en el proceso productivo de bloques de hormigón, tejas de cubierta y en fabricaciones que no llevan esfuerzos o en general los de trabajos de obra gris.

Eficiencia Energética

Al hablar de eficiencia energética primero hay que tener en cuenta que gran parte de las fuentes de energía son finitas, y por lo tanto su correcta utilización es primordial en las labores del diario vivir del hombre. El flujo de esta energía proveniente de los recursos naturales permite la elaboración de alimentos, la transformación de materias primas y la construcción de viviendas, entre otros.

Hay que tener claro que “ser más eficiente no significa renunciar al grado de bienestar y calidad de vida. Simplemente se trata de adoptar una serie de hábitos responsables, medidas e inversiones a nivel tecnológico y

de gestión en las actividades económicas y comerciales.” (ENDESA, 2012)

La eficiencia energética se suele ser confundida con ahorro energético. Su diferencia radica en que el uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios, usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables. (Research Issue)

Cuando se emplea el término de ahorro de energía, significa reducir o dejar de realizar una determinada actividad o serie de actividades, evitando un alto consumo de energía. Para entender esta diferencia, se puede tomar el ejemplo del ejercicio de prender o apagar una bombilla, cuando se

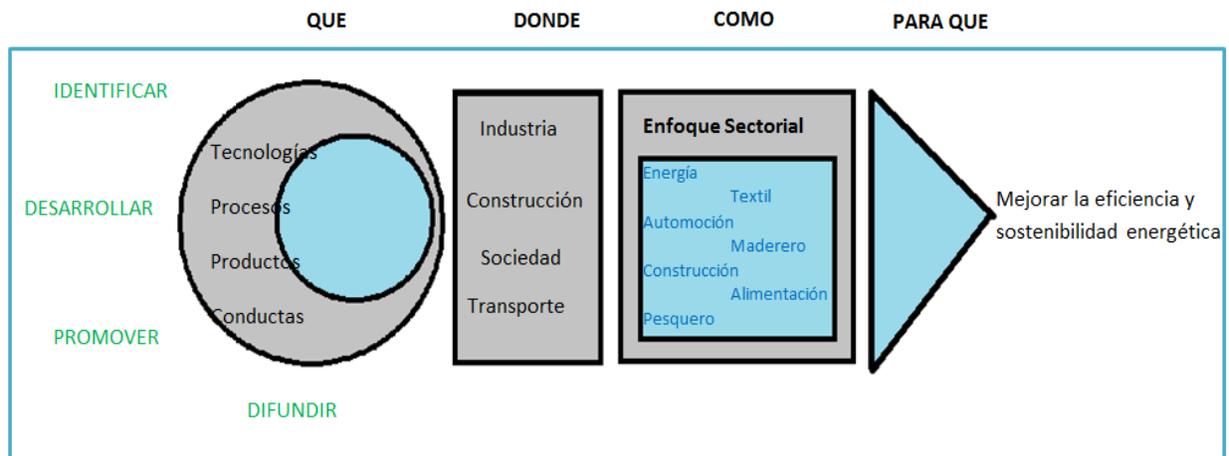


Figura 1. Implementación de la eficiencia energética

apaga el interruptor se habla de un ahorro, pues se tiene como objetivo reducir el consumo de energía. Si, en cambio se procede a reemplazar la bombilla incandescente por una bombilla ahorradora, se está tomando una medida de eficiencia energética, que proporciona una disminución del consumo, sin obstaculizar el desarrollo de alguna actividad. (Berge 2000).

Basándose en las ideas expuestas en la figura, la metodología que debe llevar un diseño que quiera ser eficiente energéticamente deberá tener la siguiente lógica:

a) Un estudio climático exhaustivo,

con análisis de todas las variables hidrotérmicas: temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de los vientos dominantes, entre otros que afectan al proyecto.

b) Del análisis conjunto de estos datos y el resto de condicionantes, debe surgir la primera idea de cómo adecuar programa, forma y lugar

c) A partir de aquí las estrategias de reducción de la demanda se consiguen con medidas pasivas, soluciones puntuales

d) El siguiente paso ha de ser buscar

la máxima eficiencia a través de las medidas activas de ventilación y en los sistemas de climatización.

e) Captar el máximo de la energía necesaria proveniente de fuentes renovables minimizando las energías fósiles con criterios de máxima eficiencia.

El objetivo de la eficiencia energética en la construcción es, como se ha dicho, reducir el consumo de energía primaria, y consecuentemente las emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a la actividad constructiva y sobre todo, al uso y explotación de los edificios. Para conseguir este objetivo de reducción de consumo energético, es necesario entender una concepción en la que el edificio supera su papel de consumidor de energía para convertirse en una infraestructura energética urbana, capaz de generar, recibir, almacenar y distribuir energía térmica y eléctrica de forma inteligente, reduciendo el

impacto energético y ambiental provocado por el hecho de construir. (IDEA, 2013)

En la construcción varía considerablemente la demanda de energía dependiendo de su función, así un edificio comercial presenta una demanda muy diferente, tanto en la calidad como en la distribución temporal, a la de una vivienda.

La demanda energética en el sector de la construcción varía ostensiblemente dependiendo de varios factores que básicamente se pueden clasificar en los siguientes:

La ubicación: Es clave en el comportamiento de la construcción, ya que determina las características climáticas que influyen en él, afectando a las demandas de calefacción, de refrigeración o de iluminación. Dichas condiciones climáticas se pueden dividir en macro climáticas y micro climáticas.

Las condiciones macro climáticas dependen de la zona del planeta donde se encuentre el



Figura 2. Pérdida de energía en una edificación

La función: El uso final de un edificio condiciona lógicamente la demanda energética de éste.

El diseño: Este tiene una enorme repercusión en su demanda energética. Es determinante buscar soluciones que garanticen unas demandas energéticas mínimas cubiertas mediante climatización artificial y que se aproveche al máximo la radiación solar y la iluminación natural.

La calidad de la construcción: Es evidente

que la calidad constructiva afectará directamente al consumo energético. El nivel de aislamiento térmico, la estanqueidad al aire, el tipo de vidrio empleado, los detalles constructivos que eviten los puentes térmicos, etc., determinarán la transferencia de energía entre el edificio y el entorno, y por lo tanto, su demanda energética.

El comportamiento del usuario: Es uno de los aspectos críticos, y en el cual

también podemos actuar. Los hábitos que tengan los diferentes usuarios pueden conllevar diferencias en los consumos energéticos enormes.

Todos estos factores harán que la demanda energética del edificio varíe considerablemente, tanto en la cantidad de energía como en la distribución horaria a lo largo del día.

La eficiencia energética en el sector de la construcción y en términos de sostenibilidad presenta las siguientes características:

- La eficiencia energética ahorra en climatización e iluminación, garantiza el confort térmico, no menosprecia la iluminación natural.
- La eficiencia energética cumple con las exigencias térmicas por medio de la utilización de muros, techos, cubiertas, ventanas y puertas que limiten los intercambios térmicos entre interiores y exteriores.
- La eficiencia energética toma en cuenta

la normatividad existente para el aislamiento térmico de las envolventes y de las instalaciones que permiten reducir el consumo energético. Además de que se le deben incorporar equipos de alta eficiencia que permitan reducir sus costos de facturación eléctrica sin demeritar las condiciones de confort de sus habitantes.

Ahorro de Agua

El consumo de agua en los edificios de viviendas es un factor de impacto ambiental a escala local por diferentes motivos entre los que podemos destacar la propia extracción del agua, el impacto de las infraestructuras y el consumo energético necesario para llevar a cabo todo el proceso. Además de todo esto se debe tener en cuenta que la contaminación del agua que vuelve al entorno.

Todo y que la generalización y la continua

mejora de las instalaciones de depuración de aguas residuales ha reducido este impacto de retorno, tanto la captación como los procesos de potabilización y de distribución producen afectaciones serias al medio ambiente que solo pueden ser paliadas mediante el ahorro en el consumo.

Se debe tener en cuenta el uso esencial del agua en el sector doméstico; se puede afirmar que, casi el 90% del agua consumida se dedica únicamente como vehículo de alejamiento de residuos de la vivienda. Solamente un 10% aproximadamente se puede considerar como consumo humano, ya sea como agua para beber o cocinar.

En cuanto al ahorro de agua, volviendo nuevamente al diseño de los edificios, pasan por actuar en los consumos más importantes, aumentando la eficiencia de los equipos y ajustando las calidades del agua a cada uno de los usos. Escoger así las opciones más eficientes en el uso del agua en grifos y aparatos, y por otra parte, escoger sistemas

técnicos para aprovechar las aguas no potables, ya sean procedentes de lluvia o “recicladas”. Esto permitirá ajustar el consumo de agua hasta valores más óptimos y eficientes.

A través del Decreto 1285 de 2015 y su resolución reglamentaria 549 de 2015, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio establece los criterios para el ahorro de agua y energía en edificaciones, con carácter obligatorio en el territorio nacional. Esta construcción sostenible busca aprovechar las diversas fuentes hídricas, tanto las de origen natural, como lluvias y subterráneas, que están disponibles en el área de intervención, como las aguas grises, que resultan de la operación del proyecto, con el fin de reducir el uso de agua potable para usos que no requieren tal calidad, lo cual resulta beneficioso en términos de eco eficiencia y de viabilidad. (Pierre-Claude 2000).

En la construcción sostenible hablamos de

tres métodos o alternativas para hacer posible el ahorro de agua en las viviendas, que son las siguientes:

Aguas Lluvias: El aprovechamiento de agua lluvia en las edificaciones es una práctica de fácil implementación, que permite disminuir los consumos de agua potable y los costos que implican dichos consumos. (AMVA 2006)

Un sistema general de captación de aguas lluvias está compuesto por los siguientes componentes: captación, recolección, interceptor y almacenamiento.

La captación está conformada por la superficie sobre la cual caerá el agua proveniente de la lluvia, es decir, las cubiertas. El agua que escurre sobre estas llega hasta el sistema recolector, que está conformado por una serie de canaletas ubicadas en los bordes inferiores del techo, que conducirán el agua hasta el interceptor. Este último es un tanque que almacena de manera temporal las primeras aguas de la lluvia, con el fin de recoger los materiales y demás impurezas que se acumulan en las

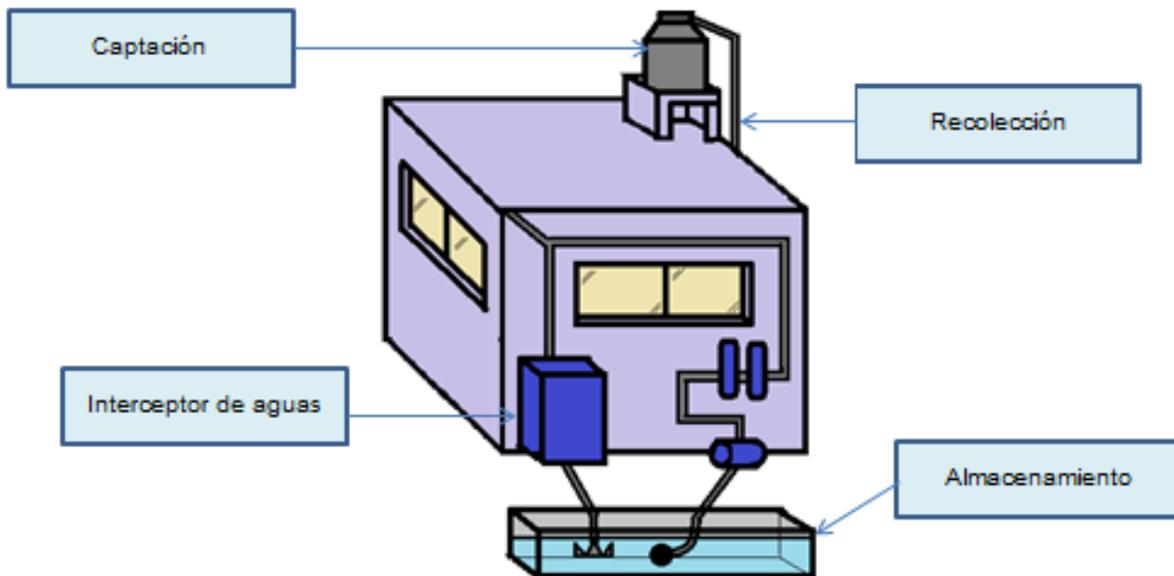


Figura 3. Sistema de recolección de aguas lluvia

cubiertas y evitar que este material ingrese al tanque de almacenamiento en donde se recogerá el resto de las aguas lluvias. (CEPIS)

Aguas Subterráneas: la figura a continuación muestra que este recurso podrá ser usado en las diferentes actividades que se desarrollan al interior o exterior de la edificación. Conociendo la cantidad de agua que será abatida, es posible calcular el porcentaje de la demanda hídrica de la edificación que podrá ser abastecida por esta fuente.

Aguas Grises:

La implementación de este sistema obliga a diseñar para la edificación una doble instalación hidrosanitaria que permita la recolección de las aguas residuales de manera diferenciada. Las aguas negras serán conducidas directamente al sistema público de alcantarillado, o a un sistema de tratamiento individual, según sea el caso para una disposición final en una fuente receptora. (AMVA & UPB 2015).

Las aguas grises pueden ser direccionadas hacia un sistema de tratamiento diferente que permita alcanzar niveles de calidad que permitan su reúso, bien sea al interior o exterior de la edificación. Es oportuno aclarar que las aguas provenientes de la cocina tienden a presentar un alto contenido en grasas que puede dificultar el tratamiento de las aguas grises, por lo tanto, se debe considerar un tratamiento primario previo que permita la separación de las grasas, o no considerar este tipo de agua dentro de la red de aguas grises.

RESULTADOS

La construcción en su sistema integral es un índice de desarrollo humano, a la vez esta misma práctica es uno de los principales generadores de residuos por ende, es generador de contaminación y el mal uso de los recursos naturales no renovables.

La construcción sostenible tiene dos pilares fundamentales frente a la construcción tradicional: la primera es buscar la eficiencia energética y de agua, el uso de materiales no convencionales de origen de reciclaje mayormente y el bienestar de las personas. La segunda es que tiene en cuenta el ciclo de vida de la edificación sino que ahora se piensa desde el diseño, hasta la demolición de la edificación

A nivel mundial el sector industrial es capaz de reducir de manera significativa los impactos negativos al medio ambiente, los cambios en la operación no representan grandes aumentos en los costos pero si son suficientes para para reducir en promedio, un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO₂), hasta un 50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de la disposición de desechos sólidos. (Secretaría Medio Ambiente Medellín 2009)

Los precios de la construcción convencional es similar a la construcción sostenible y las

diferencias pueden ser recuperadas a través de los ahorros de los costos de operación ya habitados y las características adecuadas de diseño.

Los residuos de construcción se pueden reciclar y se pueden utilizar como nueva materia prima para nuevos materiales y se puede garantizar su vida útil por las normas técnicas de eco materiales en Colombia y a nivel internacional.

DISCUSIÓN

Mediante las capacitaciones y la educación ambiental, dirigidas por el ente competente (Ministerio de Ambiente y Ministerio de Vivienda) se puede incentivar a las empresas constructoras filiales a la construcción de viviendas sostenibles nacionales para implementar la aplicación de herramientas para la construcción sostenible, informar sobre los beneficios tanto económicos y técnicos de la

aplicación de este tipo de construcción sostenible

El Ministerio de Ambiente debe jugar un papel importante para divulgar los lineamientos que involucre métodos legislativos, parámetros y beneficios que puede obtener una empresa constructora al implementar métodos de fabricación sostenible; el gobierno colombiano deberá implementar como requisito de licitaciones para la construcción de viviendas sostenibles que las empresas que allí deseen presentarse contar al menos con el “sello colombiano para edificaciones sostenible”.

El gobierno colombiano deberá permitir el uso de ecomateriales con su debida certificación sin ningún tipo de oposición para la construcción de viviendas sostenibles, fomentar el uso de materiales reciclados e imponer sanciones a aquellas empresas que no cumplan con la reutilización de materiales y no estén comprometidos con la revisión técnica de todo el ciclo de vida del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Agudelo, H., Vásquez

Hernández, A., & Ramírez Cardona, D.

(2012). *Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia.* Gestión y Ambiente, 15(1), 105-117.

Aitcin Pierre-Claude (2000). *Cements of yesterday and today.* Concrete of tomorrow, Cement & Concrete. Research Issue No. 9, Vol. 30, pp: 1349-1359

AMVA & UPB (2015). *Política Pública de Construcción Sostenible del Valle de Aburra.* Lineamientos.

AMVA (2006). *Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial, Hacia una Región de Ciudades.* Recuperado de: <http://www.metropol.gov.co/Planeacion/Paginas/Directrices.aspx>”

AMVA, & UPB. (2015). *Documento de Línea Base para la elaboración de una Política Pública de Construcción Sostenible para el Área Metropolitana del*

Valle de Aburra. Medellín.

AMVA, Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, Empresas Públicas de Medellín (2009). *Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción*

Arenas Miñan, M. (s.f.). *Materiales Sostenibles en la Edificación.* Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17708/TESI-Materiales%20sostenibles%20en%20la%20edificaci%C3%B3n.%20Residuos%20de%20C.pdf?sequence=1>

Arqhys arquitectura. (s.f.). *Eco cemento.* Recuperado de: <http://www.arqhys.com/articulos/eco-cemento.html>

ASHRAE STANDARD 55. (2010). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.*

ASTM. (1978). *ASTM C618 - 78. "Standard Specification for Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan*

ASTM. (2012). *ASTM C1602 / C1602M - 12. Standard Specification for Mixing Water*

Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete. West Conshohocken, PA: ASTM International. Recuperado de: http://doi.org/10.1520/C1602_C1602M-12

Bedoya, C. (2011). *Construcción sostenible para volver al camino.* Medellín: DIKÉ.

Berge, B. (2000). *The Ecology of Building Materials. Journal of Chemical Information and Modeling (Second Edition)*

Bittencourt, L., & Cândido, C. (2010). *Ventilação Natural Em Edificações.* Rio de Janeiro - RJ: PROCEL

BOZA-KISS B., MOLES-GRUESO S. & PETRICHENKO K (2013). *Handbook of Sustainable Building Policies.*

Building green (2010). *The Cost of LEED Certification.* Recuperado de: <https://www2.buildinggreen.com/article/cost-leed-certification>

CAMACOL (2012). *La construcción sostenible en Colombia, presente y futuro.* Informe Económico No.40. Octubre 2012. ISSN 2011 – 7442. Disponible en: <http://>

- camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/Informe%20Econ%C3%B3mico%20Oct2012-No%2040.pdf
- Carrión Isbert, A. (1998).** *Diseño acústico de espacios arquitectónicos (Primera)*. Barcelona: Edicions UPC.
- Carrión Isbert, A. (2001).** *Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos*. Barcelona, España: Alfaomega.
- CEPIS (2004).** *Guía de diseño para captación de agua lluvia*.
- CIB, & The International Modular Group. (1984).** *The Principles of Modular Coordination in Buildings*. Composing Building Blocks". Eds: Tatiana de Feraudy, Tess Cieux. United Nations Environment
- Congreso de Colombia. (1997).** *Ley 388 de 1997*. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339#FichaDocumento>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2011).** *Elemento clave para la nueva economía verde y responsable*. Recuperado de: www.andi.com.co/Archivos/file/GERENCIA%20RSE/Encuentro2011/Cristina%20Gamboa.pdf
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2012).** *Construcción Sostenible: Una Agenda para Colombia*. Recuperado de: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/que-es>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2012).** *Foro Manejo de residuos de demolición y construcción*.
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f.).** *Construcción sostenible. Certificaciones*. Recuperado de: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f.).** *Estudios de caso*. Recuperado de: <http://www.cccs.org.co/estudios-de-caso/proyectos/166-oficinasbancolombia>
- Edificae Vilssa. (s.f.).** *Ladrillos de plástico reciclado*. Recuperado de: <http://www.cccs.org.co/estudios-de-caso/proyectos/166-oficinasbancolombia>

www.construccion-y-reformas.vilssa.com/
articulos/ladrillos-de-plastico-reciclado

En Obra. (s.f.). Las ventajas de la construcción sostenible. Recuperado el de: <http://www.en-obra.com.co/las-ventajas-de-la-construccion-sostenible.htm>

Notasdeconcretos. (s.f.). *Concreto reciclado.*

Recuperado de: <https://www.google.com.co/search?q=concreto+reciclado&rlz=1C1OPRA>

NOVARTIS Colombia. (s.f.). Certificación

Leed. Recuperado de: www.novartis.com.co/

[compromiso_social/ciudadano/salud/](http://www.novartis.com.co/compromiso_social/ciudadano/salud/)

[salud_content.shtml](http://www.novartis.com.co/compromiso_social/ciudadano/salud_salud_content.shtml)

Pulido, J., & Yepes, L. (2013). *Certificación*

LEED en viviendas de interés social: aplicada

al barrio Yomasa – Bogotá. Universidad

Católica de Colombia, Trabajo de grado

Ingeniería Civil.

Pulido, L. D. (2011). *Colombia vira hacia la*

construcción sostenible. Urbana, 26.

U.S. Green Building Concuil. (s.f.). *LEED*

Green Building Rating Systems.

Vidal Bartoll, E. (s.f.). *Barrio Eva*

Laxmeerse, Culemborg, Holanda.

Recuperado de: http://en.wikipedia.org/wiki/eva_lanxmeer

[eva_lanxmeer](http://en.wikipedia.org/wiki/eva_lanxmeer)

Wiki eoi. (s.f.). *Materiales de construcción sostenibles en Construcción sostenible.*

Recuperado de: <http://www.eoi.es/wiki/>

[index.php/](http://www.eoi.es/wiki/index.php/)

[MATERIALES_DE_CONSTRUCCI%C3%](http://www.eoi.es/wiki/index.php/MATERIALES_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_SOSTENIBLES_en_Construcci%C3%93n_Sostenible)

[93N_SOSTENIBLES_en_Construcci%C3%](http://www.eoi.es/wiki/index.php/MATERIALES_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_SOSTENIBLES_en_Construcci%C3%93n_Sostenible)

[B3n_sostenible](http://www.eoi.es/wiki/index.php/MATERIALES_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_SOSTENIBLES_en_Construcci%C3%93n_Sostenible)

Wikipedia. (s.f.). *Adobe.* Recuperado de:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe>

Zapata Chavarriaga, A. (2013). *Proyecto*

de Vivienda de Interés Social - La Pintada

Antioquia. Recuperado de: [http://](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1654/1/Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.pdf)

[bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1654/1/Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.pdf)

[bitstream/10819/1654/1/](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1654/1/Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.pdf)

[Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1654/1/Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.pdf)

[pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1654/1/Proyecto_Vivienda_Sostenible_Zapata_2013.pdf)

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADO AL CAMBIO DE TECNOLOGÍAS LED EN LOS SEMÁFOROS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA

SEMILLERO ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES
ENERGÉTICAS (ASSE)
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL



Autores: Lluly Natalia Caleño Ortiz – nataliacaleno95@gmail.com
Jose Daniela Forero Cepeda – daniela1317@gmail.com
Wendy Yurany Toro Figueredo – wendyytoro.96@gmail.com

Docente Tutor: Carlos Díaz Rodríguez Ph.D.

RESUMEN

El presente artículo describe los dispositivos electrónicos, llamados Semáforos usados en la Ciudad de Bogotá, en los cuales se encuentran los LED, incandescentes y las bombillas halogenadas. Se presentan la cantidad de semáforos que existen en la Ciudad y el tipo de tecnología que utiliza. Con esta información se averigua sobre el tipo de potencia utilizada de los tres tipos de semaforización. Luego de ello, se revisa y cuantifica la energía consumida de acuerdo a la cantidad de semáforos según su tecnología, para así calcular las emisiones generadas por las actuales tecnologías. Se finaliza cuantificando las emisiones de Gases

Efecto Invernadero asociado al cambio a semáforos LED en Bogotá.

PALABRAS CLAVE

Semáforos, LED, Incandescente, Contaminación atmosférica, Ahorro de energía.

ABSTRACT

This article describes electronic devices, called traffic lights used in Bogota, like LEDs, incandescent and halogen lights. The number of traffic lights that exist in the city and the type of technology used. With this information it is find out about the type of power used of the three types of traffic

signals. After that, it is reviewed and quantifies the energy consumed according to the amount of traffic lights by technology, in order to calculate the emissions generated by current technologies. The article ends quantifying Greenhouse Gases emissions associated with the change to LED traffic lights in Bogota.

KEY WORDS

Traffic lights, LED (light-emitting diode), Incandescent, Air pollution, Energy saving .

INTRODUCCIÓN

Los semáforos, según el Código de Tránsito, son dispositivos electrónicos que sirven para regular el tránsito de peatones y vehículos mediante el uso de señales luminosas, generalmente de color rojo, amarillo y verde. Los tipos de luz más utilizados para los semáforos son halógenas, incandescentes y los de nueva tecnología LED (Diodio

Emisor de Luz), sin embargo, los semáforos controlados por luces halógenas e incandescentes, por su funcionamiento, son los que más contaminan la atmósfera con emisiones de dióxido de carbono, siendo este uno de los GEI más importantes; es por esto, que se han buscado nuevas tecnologías para la reducción del consumo de energía y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera de los semáforos, actuando como principal la tecnología LED que disminuye potencialmente el consumo de energía de los artefactos, ya que consumen menos vatios y tienen una vida útil mucho más larga que otros bombillos. Las emisiones de gases de efecto invernadero se miden en CO₂ equivalente (CO₂ eq), es utilizada para comparar los 6 diferentes GEI (FAO, 2014). Existen diferentes metodologías para cuantificar las emisiones de GEI, como lo son: la UNE-EN ISO 14064, la GHG Protocolo Alcance 1 y 2, la GHG Protocolo Alcance 3, la Bilan Carbone, y la PAS 2060 2010, hacen

referencia tanto al cálculo de inventarios de emisiones y huellas de carbono tanto para organizaciones, como para productos o servicios en particular con diferencias en cuanto a su alcance, gases contemplados o la escala a la que se aplica (ihobe, 2013). El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que se utiliza, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios; dicha reducción se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor. (Agencia Chilena de

Eficiencia Energética, 2017) Por esto, se busca con este artículo, estimar la reducción de consumo de energía y de emisiones de GEI con la implementación de semaforización LED en la ciudad de Bogotá.

MÉTODOS

La metodología con la cual se van a obtener los resultados relacionados con la disminución del consumo de energía y de emisiones de GEI asociados al cambio de tecnología LED en los semáforos de la ciudad, se realizará utilizando la potencia de cada tipo de luz de los semáforos y la cantidad de cada uno de ellos para calcular la energía consumida. A continuación, se

Tabla 1. Cantidad de semáforos por su tecnología y su potencia

SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN BOGOTÁ		
TIPO DE TECNOLOGÍA	CANTIDAD	POTENCIA (W)
LED	7351	10
INCANDESCENTE	2095	70
HALOGENADO	110	26,6
TOTAL	9556	223.086

Fuente: El Tiempo, 2008.

calculan las emisiones por cada tipo de tecnología, llegando al total de emisiones.

Finalmente, se calculan las emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED.

• **Cuantificación de energía consumida**

Para cuantificar la energía consumida por cada tecnología se utilizará la ecuación

$$Energía = Potencia * Tiempo$$

(Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017) adicionando la cantidad de bombillas por cada tecnología, con lo que la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$Energía consumida = x \text{ bombillas} * \frac{x W}{\text{bombillas}} * \frac{24 \text{ hrs}}{\text{día}} * \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh}$$

Utilizando esta fórmula se obtienen los consumos de energía por cada tecnología.

$$LED = 7351 * \frac{10 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 643.947,6 \frac{kWh}{año}$$

$$Incandescente = 2095 * \frac{70 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 1'284.654 \frac{kWh}{año}$$

$$Halogenado = 110 * \frac{26.6 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 25.631,76 \frac{kWh}{año}$$

• **Emisiones generadas por las actuales tecnologías**

El factor de emisión utilizado para energía eléctrica es de 0.199 Kg CO₂/kWh (UPME, 2016)

$$1 kWh = 0,199 Kg CO_2$$

La ecuación que se utilizará para el cálculo de las emisiones generadas por cada tecnología, se relaciona a continuación:

$$Emisiones de electricidad = Energía * Factor de emisión$$

(UPME, 2016)

Con lo que la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$Emisiones = \frac{x kWh}{año} * \frac{x Kg CO_2}{kWh}$$

Utilizando esta fórmula se obtienen las emisiones generadas por cada tecnología:

$$Emisiones luz LED = \frac{643.947,6 kWh}{año} * \frac{0,199 Kg CO_2}{kWh} = 128.145,5724 \frac{Kg CO_2}{año}$$

$$Emisiones luz incandescentes = \frac{1'284.654 kWh}{año} * \frac{0,199 Kg CO_2}{kWh} = 255.646,146 \frac{Kg CO_2}{año}$$

$$Emisiones luz halogenada = \frac{25.631,76 kWh}{año} * \frac{0,199 kg CO_2}{kWh} = 5.100,72024 \frac{kg CO_2}{año}$$

A continuación se calculan las emisiones totales de las tres tecnologías:

$$\begin{aligned} \text{Total emisiones} &= \text{Emisiones luz} \\ &\text{LED} + \text{Emisiones luz incandescente} \\ &+ \text{Emisiones luz halogenada} = \\ &388.892,4386 \text{ (KgCO}_2\text{)/año} \end{aligned}$$

- **Emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED**

Utilizando los resultados anteriores, se calculan las emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED.

$$\begin{aligned} LED &= 9556 * \frac{10 \text{ W}}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ kWh}}{1000 \text{ Wh}} = 837.105,6 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \\ \text{Emisiones luz LED} &= \frac{837.105,6 \text{ kWh}}{\text{año}} * \frac{0,199 \text{ KgCO}_2}{\text{kWh}} = 166.584,0144 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{año}} \end{aligned}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos sobre el nivel de emisiones generadas en Bogotá actualmente a causa de los semáforos y el nivel de emisiones que se obtendría al

implementar la tecnología LED en cada uno de ellos; se puede observar una reducción de 222.308,4242 KgCO₂/año.

Este resultado junto con los beneficios que proporcionan luces LED frente a las incandescentes o halógenas, permiten lograr un impacto positivo en la calidad ambiental de la ciudad; ya que este tipo de tecnología reduce la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera, puede ser reciclada, generan un porcentaje menor de desechos, ya que este tipo de bombillas duran lo mismo que 50 bombillas incandescentes; lo cual acarrea, a su vez, un ahorro en el consumo energético estimado en un 90%.

Otro factor a considerar son los bajos costos que traen consigo al contar con una vida útil bastante prolongada, ya que pueden durar 100.000 horas frente a las 8.000 horas de las halógenas, lo que equivale a más de una década de vida útil. Reduciendo a su vez la necesidad de hacer un mantenimiento

periódico constante de los semáforos.

Junto a este ahorro monetario se suma el que se logra al poder recuperar la inversión inicial, debido a las causas anteriormente dichas, como lo son su bajo consumo, mantenimiento y vida útil. Esto permite que se recupere la inversión en un período de tiempo inferior a la mitad de su durabilidad; por esta razón también resulta una tecnología atractiva no solo socialmente sino económicamente, generando posteriormente una reducción de gastos que podrá traer consigo más utilidades.

Además de poder contar con un nivel de seguridad certificado al cumplir con la normativa ROHS (“Restriction of Hazardous Substances”) o Restricción de sustancias peligrosas, según la directiva 2002/95/CE aplicada para aparatos eléctricos y electrónicos en la Unión Europea. Esto debido a que no contienen tungsteno como sí lo hacen las bombillas corrientes, ni contienen flúor, bromo, cloro, yodo, halógeno, y wolframio en estado gaseoso, como sí lo

poseen las halógenas.

Por estos motivos se puede apreciar un beneficio real y factible que lograría la Ciudad en todos los aspectos al reemplazar las tecnologías existentes por la tecnología LED en sus semáforos; recalcando el mayor nivel de resistencia con el que cuenta frente a las vibraciones que puede generar el viento, el tráfico o cualquier impacto en general.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las emisiones generadas por las actuales tecnologías, se puede evidenciar una disminución en la cantidad de difusión de contaminantes con respecto a las dos tecnologías utilizadas en la ciudad de Bogotá.

El hecho de implementar la tecnología LED en los sistemas de semaforización de Bogotá implicaría una importante reducción tanto del nivel de emisiones, como de los costos generados por el mantenimiento, reparación o

producción de electricidad, frente a los que son generados al día de hoy por parte del uso de otras tecnologías que no están tan dispuestas a afrontar los requerimientos del mercado.

El implementar tecnología LED en la Ciudad, implica fundamental la reducción de accidentes, mejoramiento del flujo vehicular y detección inteligente de problemas en la vía, permitiendo adaptarse a las condiciones viales y sociales de Bogotá de manera más efectiva, promoviendo el desarrollo de instalaciones y tecnologías energéticamente eficientes mediante acciones de difusión, asesoramiento técnico y desarrollo de proyectos de innovación dentro de las directrices formuladas en el Ministerio de Transporte.

La implementación de luces LED en el sistema de semaforización de la ciudad de Bogotá, como bien se ha dicho, representa una disminución considerable tanto en consumo y ahorro de energía, como en emisiones de GEI, esto es un gran paso para el

sector del transporte, ya que es uno de los sectores con mayores cifras de contaminación atmosférica en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

(2017). *Eficiencia Energética*. Recuperado de: <http://www.acee.cl/eficiencia-energetica/ques-ee/>

El Tiempo. (2008). *Las razones de por qué faltan y sobran semáforos en Bogotá.*

Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489262>

El Tiempo. (2008). *Llegaron los semáforos ecológicos.* Recuperado de: [http://](http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489543)

www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489543

FAO. (2014). *Emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.* Recuperado de: <http://>

- www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/218658/
- ihobe. (2013).** *7 Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero.* Recuperado de: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7%20METODOLOGIAS-CALCULOGEIS-CAST.PDF
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017).** *Calcular Consumo.* Recuperado de: <http://www.centrosur.gob.ec/?q=calcular-consumo>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2015).** *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá.*
- Publímetro. (2016).** *Los 3 beneficios que traería los semáforos inteligentes a Bogotá.* Recuperado de: <http://www.publimetro.co/bogota/los-3-beneficios-que-traerian-los-semaforos-inteligentes-a-bogota/lmkpcg!nCdroyAqIUF5bI/>
- UPME. (2016).** *Calculadora de emisiones.* Recuperado de: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

EL ÁRBOL DEL ROBLEDAL PROMUEVE LA OFERTA DE FIBRA DEL BEJUCO *Philodendron longirrhizum*

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN CEIBA
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA FORESTAL

Autor: Blanca Luz Caleño Ruíz – blanca.caleno@gmail.com

Director: René López Camacho

PALABRAS CLAVE

Andes, Araceae, PFTM, raíz aérea, Servicios Ecosistémicos

Los ecosistemas boscosos generan distintos beneficios para el hombre, por ejemplo, la obtención de bienes directos como la fibra natural utilizada para distintos propósitos. Así pues, sin la presencia del bosque sería imposible garantizar éste y otro tipo de beneficios de gran importancia para el sustento de las comunidades.

CONTEXTO

2010; Mace, Norris & Fitter, 2012; Nagendra, Reyers & Lavorel, 2013). Pero, a pesar de por el estudio de los procesos que ocurren al dicho interés, los estudios se centran interior de los ecosistemas, que generan principalmente en servicios de regulación diversos beneficios para el hombre y que son como la regulación del clima, del agua, la reconocidos como servicios ecosistémicos protección contra la erosión, entre otros (de (Díaz, Lavorel, Chapin, Tecco, Gurvich, & Groot, Alkemade, Braat, Hein & Willemen, Grigulis, 2007; de Bello, Lavorel, Díaz, 2010), relacionados directamente con las Harrington, Cornelissen, Bardgett & Berg, propiedades de los ecosistemas, y se ha dejado

de lado la evaluación de servicios de soporte como la prestación de hábitat (de Groot *et al.*, 2010) y servicios de aprovisionamiento como los Productos Forestales No Maderables – PFNM- que son bienes directos obtenidos de los bosques y distintos a la madera que pueden ser alimentos, medicinas, fibras, entre otros (FAO, 1999).

JUSTIFICACIÓN

Este estudio pretende contribuir con las iniciativas relacionadas con reconocer la importancia de los ecosistemas boscosos para la prestación de ciertos servicios que no han sido abordadas a profundidad por la comunidad científica. En este caso, se evalúa la importancia de un bosque de roble del departamento de Santander para proveer hábitat al bejuco *Philodendron longirrhizum* M.M.Mora & Croat que es empleado por las comunidades para extraer fibra con la cual fabrican objetos artesanales que se comercializan para obtener ingresos

adicionales.

Es de señalar que la actividad de aprovechamiento del bejuco contribuye indirectamente a la conservación del bosque ya que es una prioridad la permanencia de este último para garantizar su presencia y la provisión de fibra. Además, esta actividad tiene un gran auge comercial en el departamento del Quindío, que puede alcanzar los COP \$ 21 700 000 anuales (García & Galeano, 2009), haciéndola altamente potencial para las comunidades rurales que de ésta dependen, así como para el departamento de Santander.

Por otro lado, las comunidades rurales que habitan los municipios de Charalá y Gámbita (Santander) y las autoridades ambientales que tengan jurisdicción en la zona serán los beneficiarios directos de lo obtenido en este estudio, pues a partir de los resultados se podrán establecer actividades de manejo sostenible que fomenten la producción de fibra y a su vez garanticen la permanencia

del bosque.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

En ese sentido, este estudio se propone responder si la especie arbórea hospedera que pertenece al bosque de roble y las características estructurales de sus individuos influyen en la abundancia de *P. longirrhizum* y su oferta de fibra. Se espera que la especie arbórea hospedera no influya en la abundancia del bejuco y su oferta de fibra, pero que las características estructurales de sus individuos sí influyan positivamente tanto en la abundancia como la oferta de fibra, favoreciendo condiciones para el desarrollo del bejuco.

Materiales y métodos

El **área de estudio** donde se llevó a cabo esta investigación corresponde a los municipios de Charalá y Gámbita (Santander) que cuentan con una precipitación media de 2643 mm y temperatura media de 20.5°C. La **especie**

estudiada fue *P. longirrhizum*, un bejuco nómada que inicialmente germina en el suelo del bosque, busca un árbol hospedero sobre el cual se trepa perdiendo todas las conexiones troncales con el suelo y, una vez se establece sobre éste, desarrolla raíces aéreas que le permiten recuperar su conexión con el suelo (Zotz, 2013). Estas raíces son cosechadas por los artesanos de la región para obtener fibra con la cual fabrican distintos productos artesanales que, una vez son comercializados, contribuyen en su economía familiar. A este bejuco le conocen comúnmente como bejuco páramo y para hacer referencia a un individuo de la especie, los artesanos emplean el término “mata”. Se contaron los individuos o “matas” del bejuco por cada árbol hospedero, variable considerada como abundancia; y a cada bejuco se le contó el número de raíces aéreas totales y la cantidad y longitud de raíces aprovechables, variables consideradas como oferta de fibra. El **muestreo** fue realizado

mediante recorridos en el bosque en donde se buscaron 10 árboles hospederos y 10 no hospederos de cada una de las 10 especies con mayor importancia ecológica identificadas previamente por Cárdenas (2013), y se incluyeron 5 árboles hospederos y 5 no hospederos de la especie amenazada *Trigonobalanus excelsa* (Tabla 1). Para todos los árboles se midió la densidad de la madera (gr/cm^3), el área foliar (cm^2), el grosor (mm) y la rugosidad de la corteza, el diámetro del tronco a 1.3 m (DAP en cm), el área de copa (m^2), y la altura total, de copa y de la primera rama (m). El **análisis estadístico** realizado consistió en determinar si la especie hospedera estuvo asociada con la abundancia y oferta de fibra de *P. longirrhizum*, mediante comparaciones no paramétricas Kruskal-Wallis y la correspondiente post-hoc de Conover del paquete PMCMR (Pohlert, 2014) de la cantidad de matas, raíces totales, aprovechables y su longitud entre las 11 especies evaluadas. Por otra parte, para determinar qué características estructurales influenciaron la oferta de fibra del bejuco se

Tabla 1. Especies con mayor importancia ecológica (IVI) del robledal estudiado.

Nombre común	Nombre científico	IVI	Total de individuos muestreados
Aguaco	<i>Cyathea multiflora</i> Sm.	37.89	20
Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	34.96	20
Salvio	<i>Piptocoma macrophylla</i> (Sch.Bip.) Pruski	28.36	20
Chuguacá	<i>Hieronyma huilensis</i> Cuatrec.	23.10	20
Gaque	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	21.47	20
Manchador	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	18.73	20
Redondo	<i>Alchornea grandiflora</i> Müll.Arg.	17.41	20
Ahuyamo	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	17.18	20
Quebracho	<i>Palicourea garciae</i> Standl.	14.92	20
Mano de león	<i>Oreopanax palamophyllus</i> Harms	13.30	20
Robla o roble negro	<i>Trigonobalanus excelsa</i> Lozano, Hern. Cam. & Henao	NI	10

^{NI} No incluido dentro del listado del IVI. Fuente: adaptado de Cárdenas (2013).

utilizaron Modelos Lineales Generalizados (MLG) con distribución de errores de la familia binomial negativa y función de enlace logarítmica empleando los paquetes *pscl* (Zeileis, Kleiber & Jackman, 2008) y *MASS* (Venables & Ripley, 2002). Para esto se emplearon como variables dependientes la cantidad de raíces totales y aprovechables, y como variables independientes las características medidas en los árboles que no estuvieron correlacionadas entre sí (DAP, rugosidad de corteza, área foliar y altura de la primera rama). Las correlaciones entre las características estructurales de los árboles hospederos fueron estudiadas mediante el coeficiente de concordancia de Kendall del paquete *ltm* (Rizopoulos, 2006). Todos los análisis fueron realizados empleando el software estadístico R versión 3.2.5. (R Core Team, 2016).

Resultados

Al determinar si la especie hospedera estaba asociada con la abundancia del bejuco y su

oferta de fibra mediante comparaciones, no se encontraron diferencias para la cantidad de matas (p-valor: 0.741, sig.: 0.05) ni para la cantidad de raíces totales (p-valor: 0.386, sig.: 0.05). Pero sí se encontraron diferencias para la cantidad de raíces aprovechables (p-valor: 0.038, sig.: 0.05) y su longitud (p-valor: 0.027, sig.: 0.05) entre las especies hospederas.

El número de raíces aprovechables fue mayor para *T. excelsa*, *Cl. multiflora*, *H. huilensis*, *P. macrophylla* y *P. garciae* a diferencia del resto de especies (Figura 1A); y la longitud que éstas presentaron fue mayor en *T. excelsa*, *Cl. multiflora*, *H. huilensis*, *P. macrophylla*, *P. garciae* y *A. grandiflora* en comparación con el resto de especies (Figura 1B).

Para determinar si las características estructurales de los árboles influían en la oferta de fibra del bejuco se obtuvo un Modelo Lineal Generalizado (MLG) de tipo binomial negativo (Tabla 2). El DAP y la

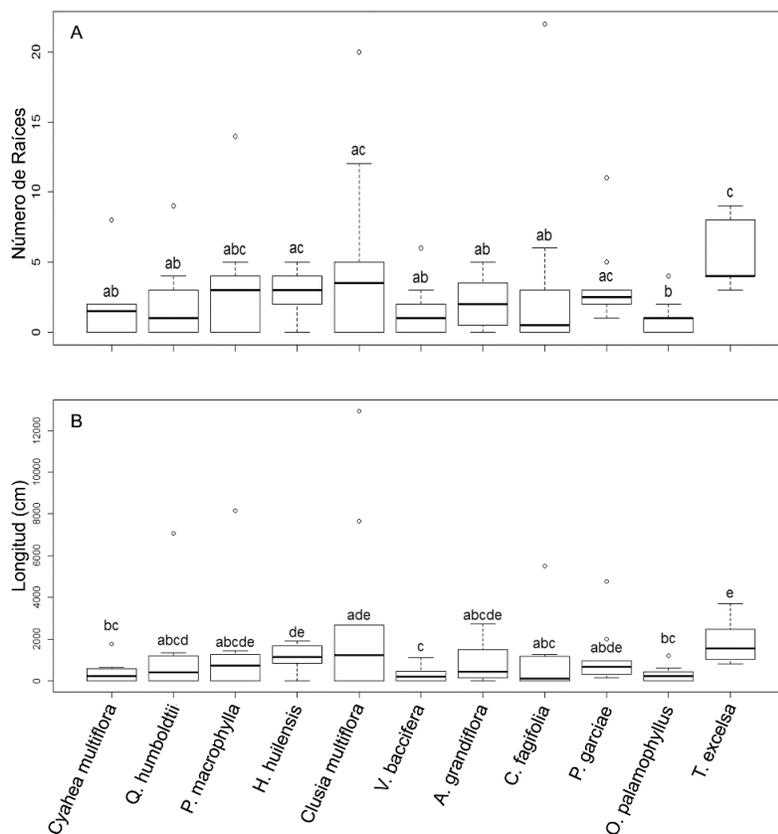


Figura 1. (A) Número y (B) longitud de raíces aprovechables por especie hospedera; letras no repetidas expresan diferencias (Sig.: 0.05). Fuente: Autora, 2016.

Tabla 2. Modelos Lineales Generalizados (MLG) que estiman la cantidad de raíces totales y aprovechables (oferta de fibra).

Variable	Raíces totales		Raíces aprovechables	
	β	E.E.	β	E.E.
Intercepto	11.00	5.595**	20.332	8.892**
DAP	8	0.014	0.016	0.007**
Rugosidad de Corteza	-	5.448*	-19.274	8.664**
Devianza nula	9.512	133.7	126.860	
Devianza residual	00	119.1	115.840	
GL	50	102	102	
Dispersión	1.168		1.136	

β : coeficiente, E.E.: error estándar, GL: grados de libertad. Significancia: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.
Fuente: Autora, 2016.

rugosidad de la corteza fueron las únicas características de los árboles que influyeron en la cantidad de raíces totales y aprovechables. Ambas variables influyeron de manera positiva en mayores cantidades de raíces, pero el DAP generó los mayores incrementos, implicando un aumento de una raíz por cada diámetro. Cabe resaltar que el DAP estuvo correlacionado con el grosor de la corteza (0.572, $p < 0.001$), el área de copa (0.842, $p < 0.001$), la altura total (0.556, $p < 0.001$), la altura de copa (0.697, $p < 0.001$) y la densidad de la madera del tronco (0.502, $p < 0.001$).

Discusión

La abundancia de *P. longirrhizum* no estuvo influenciada por la especie hospedera ni por las características de sus individuos como se presumía inicialmente, de tal manera que no influyen su colonización sobre el árbol hospedero. En contraste, otros estudios han reportado que la abundancia de este tipo de plantas está altamente influenciada por el tamaño diamétrico del árbol hospedero (Knab-

Vispo, Hoffman, Moermond & Vispo, 2003; Lozano & Waechter, 2010).

Por otro lado, la oferta de fibra dependió de la rugosidad de la corteza y el DAP, y si se añade que esta última estuvo correlacionada con el área de copa, la altura del árbol, el grosor de la corteza y la densidad de la madera, esto sugeriría que el tamaño del árbol favorece una mayor cantidad de raíces aéreas. Esto estaría acorde a lo encontrado por Plowden, Uhlb & Oliveira (2003) para *Heteropsis flexuosa*, que presentó un incremento de la cantidad de raíces totales y comerciales con el diámetro de los hospederos.

Adicionalmente, la especie hospedera fue condicionante importante para la cantidad de raíces aprovechables, siendo la especie amenazada *T. excelsa* y *Cl. multiflora*, *H. huilensis*, *P. macrophylla* y *P. garciae* en las que se presentó mayor cantidad de raíces aprovechables.

Es posible que la diferenciación encontrada

entre abundancia y oferta de fibra en relación con el árbol hospedero se deba a los requerimientos distintos del bejuco en su etapa juvenil y adulta (Strong & Ray, 1975), pues para la primera no importan las condiciones distintas que el árbol ofrece, pero para la segunda solo algunas de las condiciones diferenciadas que ofrece el árbol favorecerán la óptima producción de raíces.

En síntesis, el servicio de soporte (hábitat) del roblechal es ofrecido indistintamente por todos los árboles de la mayoría de sus especies, pero el servicio de aprovisionamiento (el PFMN) solamente es potencializado por algunas de sus especies, en especial si los individuos arbóreos de éstas últimas presentan los mayores tamaños. En ese sentido, el manejo de *P. longirrhizum* que se sugiere para aumentar la producción de fibra consiste en el traslado de individuos hacia árboles de las especies *T. excelsa*, *Cl. multiflora*, *H. huilensis*, *P. macrophylla* y *P. garciae* que presenten los mayores diámetros, alturas y áreas de copa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas, L. M. (2013).** *Análisis Institucional para el Aprovechamiento Forestal en Robledales, Estudio de caso de las instituciones informales en la vereda El Palmar, municipio de Charalá, Santander, Colombia* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D. C.- Colombia.
- de Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J. H., Bardgett, R. D., & Berg, M. P. (2010).** *Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits.* *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2873–2893.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemen, L. (2010).** *Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making.* *Ecological Complexity*, 7(3), 260–272.

- Díaz, S., Lavorel, S., Chapin III, F. S., Tecco, P. A., Gurvich, D. E., & Grigulis, K. (2007). *Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental Filters*. En J. G. Canadell, D. Pataki, & L. Pitelka (Eds.), *Terrestrial Ecosystems in a Changing World* (pp. 81-91). Berlin Heidelberg, Alemania: The IGBP Series -Springer-Verlag.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1999). *Towards a harmonized definition of non-wood forest products*. Unasylva No. 198, 50(3). Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/x2450e/x2450e0d.htm#fao_forestry.
- García, N., & Galeano, G. (2009). *Extracción Sostenible de Tripeperro" (Philodendron longirrhizum M. Mora & Croat, ARACEAE) en los Andes Centrales de Colombia*. *Revista Colombia Forestal*, 12, 25-36.
- Knab-Vispo, C., Hoffman, B., Moermond, T., & Vispo, A. (2003). *Ecological Observations on Heteropsis spp. (ARACEAE) in Southern Venezuela*. *Economic Botany*, 57(3), 345-353.
- Lozano, R.L. & Waechter, J.L. (2010). *Host size and abundance of hemiepiphytes in a subtropical stand of Brazilian Atlantic Forest*. *Journal of Tropical Ecology*, 26(1), 119-122.
- Mace, G., Norris, K., & Fitter, A.H. (2012). *Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship*. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(1), 19-26.
- Nagendra, H., Reyers, B., & Lavorel, S. (2013). *Impacts of land change on biodiversity: making the link to ecosystem services*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 503–508.
- Plowden, C., Uhlb, C., & Oliveira, F. (2003). *The ecology and harvest potential of titica vine roots (Heteropsis flexuosa: Araceae) in the eastern Brazilian Amazon*. *Forest Ecology and Management*, 182(1-3), 59–73.
- Pohlert, T. (2014). *The Pairwise Multiple*

- Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR)*. R package. Recuperado de: <http://CRAN.R-project.org/package=PMCMR>.
- R Core Team (2016)**. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de: <https://www.R-project.org/>.
- Rizopoulos, D. (2006)**. *An R Package for Latent Variable Modeling and Item Response Theory Analyses*. Journal of Statistical Software, 17(5), 1-25.
- Strong, D. & Ray, T. (1975)**. *Host tree location behavior of a tropical vine (Monstera gigantea) by Skototropism*. Science, 190(42-16), 804-806.
- Venables, W.N. & Ripley, B.D. (2002)**. *Modern Applied Statistics with S, 4th edition*. New York, USA: Springer-Verlag.
- Zeileis, A., Kleiber, C. & Jackman, S. (2008)**. *Regression Models for Count Data in R*. Journal of Statistical Software, 27(8), 1-25.
- Zotz, G. (2013)**. "Hemiepiphyte": a confusing term and its history. Annals of Botany, 111(6), 1015-1020.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA GENERACIÓN DE HIDRÓGENO CON AGUAS COLOREADAS TEXTILES

PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA AMBIENTAL

Autores: Daniela Hernández Mahecha – danny_elah@hotmail.com
Juan Sebastián Neuta Castro – juan.sebastian.neuta@gmail.com

Director: Freddy Leonard Alfonso Moreno

PALABRAS CLAVE

Hidrógeno, Aguas coloreadas, Tratamiento de aguas, Fotoelectroquímica, Electrólisis, Electrocoagulación.

“Diseño y construcción de un prototipo a nivel de laboratorio para la generación fotoelectroquímica de hidrógeno a partir de aguas residuales del proceso de teñido en la industria textil como un aporte inicial a los planes de gestión hídrica y energética de la industria textil en corresponsabilidad con las comunidades”

CONTEXTO

En la actualidad, existen diversos tipos de tratamientos de aguas residuales. Los químicos y biológicos requieren de amplios espacios, alto consumo energético y uso de diversos compuestos químicos, en cambio, los tratamientos físicos suelen ser más ventajosos

(Gilpavas, Arbeláez, Sierra, White, Oviedo & Restrepo, 2008)

Tratamientos como la electrocoagulación, que consiste en el paso de una corriente eléctrica por las aguas residuales provocando la desestabilización de los compuestos son de alta efectividad en la

remoción de DQO, COT y color (Arango Ruiz, 2005).

De igual manera, los procesos de oxidación avanzada hoy, son objeto de investigación y amplia implementación, ya que facilitan el tratamiento de aguas con contenidos muy variables de sustancias (Carvajal, 2011), a través de, oxidaciones químicas basadas en la oxidación in situ de radicales hidroxilos altamente reactivos (OH) en condiciones ambientales (Glaze, Kang, & Chapin, 1987). Dentro de estos procesos se destacan la fotocatalisis heterogénea y el fotofenton; técnicas versátiles y fácilmente combinables con otras de tipo eléctrica, químico y biológico que pueden mejorar su efectividad. Una de las ventajas notables de estos procesos es la obtención de hidrógeno gaseoso como subproducto del tratamiento.

Este, el hidrógeno, es considerado el vector energético del futuro, pues presenta el más alto contenido energético por unidad de masa que

cualquier otro combustible fósil (Villa Gómez, 2013). Su combustión solo produce vapor de agua y se usa en celdas de combustible para producción de electricidad.

JUSTIFICACIÓN

Producir hidrógeno de manera sostenible y limpia es un pilar de la investigación en tecnologías limpias, más aún, si se logra a partir del tratamiento de aguas residuales textiles, considerando la continua presión que ejerce la industria textil a nivel mundial sobre los reservorios de agua. Un sector que se caracteriza por tener la mayor huella hídrica en el mundo debido al alto consumo de agua y energía, además del uso de sustancias químicas diversas. (Ospina Rendón, Montoya Arango, & García palacio, 2007).

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Para el diseño del prototipo se adelantaron

de forma preliminar dos tipos de ensayos. Los primeros aplicando la fotocatalisis heterogénea usando electrodos de dióxido de titanio (fabricados en laboratorio en vidrio, PET y en solución) y contra electrodos de ferroníquel y los segundos, aplicando electrolisis y electrocoagulación con electrodos de cobre, ferroníquel y grafito bajo exposición de luz solar directa y luz UV negra.

De acuerdo con las observaciones hechas en los ensayos preliminares, se establecieron los parámetros de diseño del fotorreactor de electrolisis y electrocoagulación: una fuente de luz UV negra (360nm), una fuente variable de voltaje (6,9 y 12V), caudales de entrada y salida de 150 ml, concentraciones del catalizador H_2O_2 de 600 mg/l, 800 mg/L, y 1200 mg/L y una concentración de la muestra problema de 200 mg/L de colorante azul índigo.

Posteriormente, se formuló el diseño experimental factorial de $3 \times 3 \times 2$ con una réplica y tres factores: voltaje (6,9 y 12V),

concentración de H_2O_2 (600 mg/l, 800 mg/L, y 1200 mg/L) y longitud de onda (luz visible y luz UV negra).

Se construyó el prototipo y se ejecutaron 36 ensayos (30 minutos cada uno) dispuestos según el diseño experimental.

A cada una de las muestras pre y post tratamiento dentro del prototipo (caudal de entrada y salida), se les aplicaron pruebas físicas de calidad de aguas: turbidez, conductividad y pH. De los resultados (volumen de gas desprendido, turbidez, conductividad y pH) se procedió a hacer el análisis estadístico del diseño experimental con el software Minitab 17.01, con el que se determinó, las condiciones óptimas de funcionamiento del dispositivo.

Se ejecutó un ensayo adicional en condiciones óptimas de funcionamiento del dispositivo, del que se recolectó y almacenó el gas producto, que posteriormente, se sometió a un análisis de cromatografía de gases para determinar la presencia y pureza

del hidrógeno en la muestra. Con estos resultados se estableció la eficiencia del prototipo.

Como primer resultado, se verificó que la fotocatalisis heterogénea no fue exitosa en la producción y desprendimiento de gas, ya que no existió fotoactivación en los semiconductores contruidos en vidrio de borosilicato y PET por la impureza del dióxido de titanio utilizado (dióxido de titanio de uso comercial), no funcional para aplicaciones fotocatalíticas. Sin embargo, se percibió decoloración de las aguas (varios días después), debido a la presencia de peróxido de hidrógeno H_2O_2 como agente oxidante en las muestras y su fotoactivación con la luz UV.

La electrolisis y electrocoagulación fueron más exitosas en la producción de gas usando electrodos de grafito por su menor degradación a la oxidación, su bajo costo y su alta conductividad de la corriente eléctrica; por ello, estos fueron usados en la fabricación del prototipo.

En segunda medida, se establecieron y verificaron los parámetros de diseño y construcción del dispositivo: fuente variable de voltaje Mean Well (MW) de 2 Amperios, una celda electrolítica en vidrio borosilicato de 2 Amp, 5 electrodos y contraelectrodos de grafito conectados de manera polar en paralelo (área de contacto: 17.3 cm^2), sistema de probeta invertida para la cuantificación del desprendido, burbujeador (jeringa con aguja hipodérmica), bolsas recolectoras de gas en plástico polipropileno/poliamida/polietileno (Viaflex –Baxter) de 500 ml., caja de madera de color blanco brillante (50 cm x 40 cm x 30 cm), lámparas luz negra Nippon 6 W., colorante azul índigo mara Iris y peróxido de hidrógeno 30% V/V marca Campota. Ver figura 1.

De la aplicación de las pruebas fisicoquímicas de calidad de aguas (pH, turbidez y conductividad) en las muestras post tratamiento, se puede resaltar que el pH

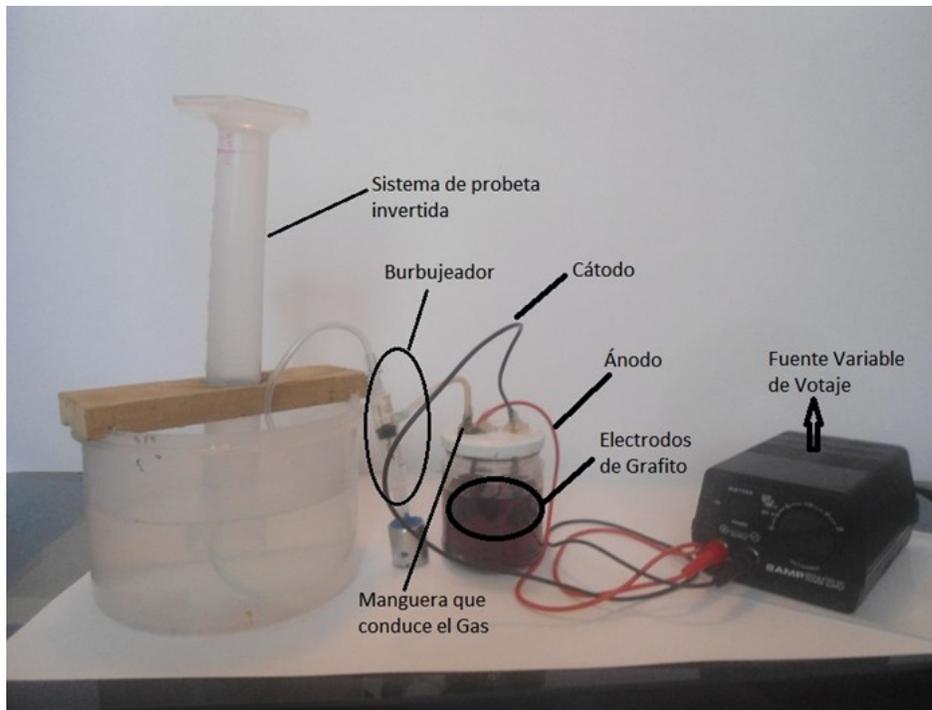


Figura 1. Prototipo conectado al sistema de probeta invertida.
Fuente: Autores, 2016

fue un parámetro que permaneció constante virando entre valores de 6 a 7, debido a que no se utilizaron bases o ácidos fuertes que modificasen la capacidad electrolítica de la muestra. La conductividad y turbidez, no resultaron ser buenos indicadores de la mineralización del colorante. La conductividad, a su vez, tuvo un comportamiento variable en el experimento. Cuando se desarrollaron los ensayos en presencia de luz UV, la conductividad se redujo del parámetro de referencia de la

muestra de agua coloreada de 200 mg/L de azul índigo (546 microsiemens). No fue así, para los ensayos en fase oscura en donde los valores registrados superan la medida estándar. Por tanto, se asume que el aumento de la conductividad se debe a que las formas oxidadas que derivaron del tratamiento electroquímico sobre el colorante, tienen un alto carácter iónico mucho mayor que el de la mayoría de sustancias orgánicas. La turbidez que se pretendía relacionar con la remoción de los sólidos suspendidos en el

agua aumentó, posterior a los tratamientos electroquímicos pasando de una turbidez de 0.79 NTU para la muestra blanco preparada con 200 mg/L de azul índigo, a valores de hasta de 11.14 NTU. A pesar de esto, tiene mucho sentido que sucediese, debido a que la turbidez se relaciona directamente con los sólidos en suspensión, que aumentaron al momento de realizar la electrocoagulación de las aguas degradando el colorante.

A través del análisis del diseño factorial ejecutado (3x3x2), se determinó que las mejores condiciones de funcionamiento del prototipo fueron: un voltaje aplicado de 12 Voltios (a mayor voltaje mejor producción de gas), una concentración de peróxido de hidrógeno de 1200mg/L (en la concentración de 1800 mg/L la tendencia en producción de hidrogeno cae por la auto-descomposición del H_2O_2 en oxígeno y agua y por recombinación con radical hidroxilo) (Pey Clemente, 2010) y en presencia de luz UV (la luz UV evita la recombinación de hidroxilos y la formación de

complejos que podrían generar resistencia a la electrolisis (Gilpavas, Arbeláez, Sierra, White, Oviedo & Restrepo, 2008). Ver figura 2.

Se encontró que el hidrógeno es el gas con mayor concentración presente en la muestra de condiciones óptimas de funcionamiento del dispositivo con un porcentaje cercano al 39% y un tiempo de retención 0,671 min.

Los niveles de concentración de otros gases (nitrógeno y oxígeno) fueron considerables en la composición de la muestra, ya que representan otro 38% en V/V. La presencia de estos gases, son consecuencia de la ausencia de una membrana semipermeable que evitase la recombinación de los gases, no permitiendo así una separación y posterior almacenaje óptimo de los mismos. La alta concentración de nitrógeno, apunta a la mineralización y/o degradación del compuesto indólico, por el desprendimiento de los grupos amino (N-R-H) y, posteriormente, de la molécula de nitrógeno

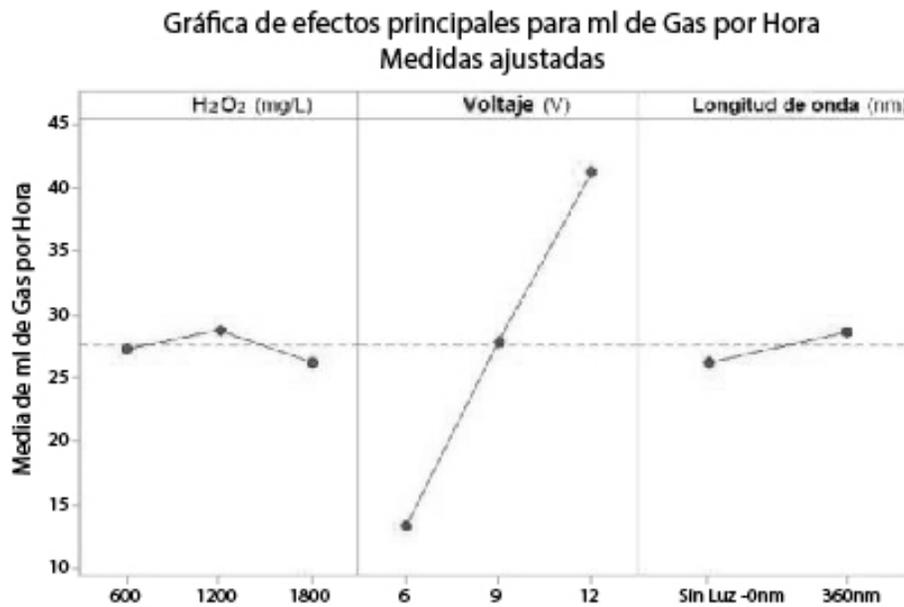


Figura 2. Gráfica de efectos principales para ml de gas por Hora. Fuente: Autores, 2016 a través del software MiniTab 17.01.

gaseoso (N₂) que seguramente se desprende del ánodo; ya que es resultado de una oxidación tal como sucede con el oxígeno gaseoso (O₂) desprendido.

La eficiencia calculada del dispositivo a través de la metodología descrita por (Bailón Martínez, 2013), estableció que el prototipo construido es útil en el tratamiento y reutilización de aguas residuales provenientes de la industria textil, pero no así en la generación de hidrógeno.

La eficiencia energética calculada (Tabla 1),

supone que el dispositivo demanda un coste energético mayor al que genera, no superando el 1%, con lo cual se hace necesario revisar con atención las posibles modificaciones al sistema y al dispositivo en general, con el fin de mejorar los niveles de producción del vector energético y disminuir los altos consumos de energía.

A través de observación perceptual, se logró contemplar la desaparición progresiva del color en todas las muestras sometidas al tratamiento, lo que demuestra que el

Tabla 1. Eficiencia energética del Prototipo.

Moles de hidrógeno (n)	Masa Estimada (g)	Energía del Hidrógeno (J)	Eficiencia Energética (%)
0,0000003521	7,04224E-07	0,099929437	0,000231318

Fuente: Autores, 2016

colorante sufrió una oxidación, ya que formó lodos que aumentaron los registros de turbidez y conductividad en la mayoría de los casos. Esto demuestra que el prototipo se perfila como una alternativa viable en el tratamiento de aguas residuales textiles coloreadas. Sin embargo, se debe procurar por mayor investigación y mejora continua en la tecnología por medio de la aplicación en contextos reales, en lo que refiere al tratamiento de aguas residuales (que podría generar interferencias) y el control de parámetros como las fuentes de energía (barata y sostenible), los materiales de construcción, la geometría y disposición del prototipo, el tipo de colorante a tratar e incluso los métodos analíticos para determinar la degradación de la materia orgánica. Todo ello ayudaría a mejorar la

producción de gas hidrógeno que luego podría ser destinado una fuente energética combustible en distintos sectores de la Industria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango Ruiz, Á. (2005).** *La electrocoagulación: Una alternativa para el tratamiento de aguas residuales.* Revista Lasallista de Investigación, 2(1), 49–56.
- Bailón Martínez, A. (2013).** *Desarrollo de un sistema de generación de hidrógeno acoplado al tratamiento electroquímico de aguas superficiales utilizando energía solar.* Universidad Autónoma del Estado de México.
- Carvajal, J. (2011).** *Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos aniónicos en aguas residuales.*

Producción + Limpia, 6(2), 92–107.

Gilpavas, E., Arbeláez, E., Sierra, L.,

White, C., Oviedo, C., & Restrepo, P.

(2008). *Aplicación de la electroquímica en el tratamiento de aguas residuales.* Cuadernos de Investigación. Universidad EAFIT, 65(1), 1–74.

Glaze, W. ., Kang, J. ., & Chapin, D. .

(1987). *The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation.* Ozone: Science & Engineering, 9(4), 335–3352.

Ospina Rendón, C., Montoya arango, J. A.,

& García palacio, J. A. (2007).

Oportunidades de producción más limpia en tintorerías del sector textil. Scientia Et Technica, XIII(37), 603–608.

Pey Clemente, J. (2010). *Aplicación de*

procesos de oxidación avanzada (fotocatálisis solar) para tratamiento y reutilización de efluentes textiles. Universidad Politecnica de Valencia. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/2241/>

tesisUPV2816.pdf?

sequence=1&isAllowed=y

Villa Gómez, K. (2013). *Estudio de la*

producción de hidrógeno mediante fotocatalisis heterogénea. Universitat

Autònoma de Barcelona. Retrieved from

<http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://>

search.ebscohost.com/login.aspx?

[direct=true&db=edstdx&AN=tdx.10803.125](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edstdx&AN=tdx.10803.125)

[976&lang=es&site=eds-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edstdx&AN=tdx.10803.125976&lang=es&site=eds-live)

CARBONO CONTENIDO EN LAS COBERTURAS BOSCOSAS DE LA MICROCUENCA LA HERMOSA (LA PALMA CUNDINAMARCA)

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN PROMAFOR
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA FORESTAL

Autores: Victoria Romero Buitrago – vromerob@correo.udistrtrial.edu.co
Camilo Eleazar Sabarain Villa Sacristan – camilitoster@gmail.com

Director: Max Alejandro Triana Gómez

PALABRAS CLAVE

Carbono, Coberturas boscosas, UVA (Vehículo aéreo no tripulado), Florístico, Ecuaciones alométricas.

La presente propuesta permite dar solución a una gran cantidad de problemáticas del sector forestal relacionadas con el análisis de coberturas a escala detallada y la aplicación de metodologías de caracterización y estimación de carbono con el uso de la tecnología económica y de gran utilidad como son los UAV.

CONTEXTO

Se estima que los bosques tropicales pueden contener en su biomasa aérea hasta un 60% o más del total de las reservas de carbono en la vegetación, sin embargo son limitados los estudios relacionados con la distribución de biomasa y estimación de carbono (Sierra *et al.*

2007).

De acuerdo con Clark & Clark (2000), las diferencias en aspectos biofísicos y niveles de intervención antrópica hacen que el carbono almacenado en los bosques tropicales tengan una alta variabilidad.

La zona de estudio está clasificada como un

hotspot (Pérez & Díaz, 2010), el cual es considerado valor objeto de conservación debido a sus características de riqueza biológica, altos niveles de endemismo y fuertes presiones antrópicas.

JUSTIFICACIÓN

La estimación y monitoreo de carbono en los ecosistemas tropicales aportan insumos para mitigar y controlar algunos de los factores asociados al cambio climático (Rueda, 2011), a través de los cuales se puede llegar a conocer de antemano el potencial de carbono que puede ser liberado a la atmósfera o conservado en determinada superficie. Igualmente, el monitoreo es la base para la generación de proyectos de pago por servicios ecosistémicos, los cuales buscan garantizar la conservación de los bosques, mediante el reconocimiento económico de las externalidades positivas.

Debido a que los cálculos o estimaciones de carbono son complejos para zonas donde las

coberturas boscosas son heterogéneas, el presente proyecto buscó aumentar la precisión de las estimaciones de carbono, implementando el uso de un UAV, como herramienta para clasificar los diferentes tipos de coberturas con un mayor detalle, con el fin de optimizar el muestreo, para obtener una menor variabilidad de los datos obtenidos en campo.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Se ha evidenciado que el incremento en las temperaturas globales podría estar ligado al aumento de las concentraciones de gases efecto invernadero en especial el CO₂, ya que, a medida que se incrementan sus concentraciones en la atmósfera se han registrado mayores temperaturas medias y máximas (Gutiérrez, 2010). Como consecuencia, han surgido estrategias para reducir las concentraciones de gases como el CO₂, algunas de estas consisten en conservar

y aumentar las masas boscosas, debido a su capacidad de fijar CO₂ en forma de biomasa.

El objetivo principal de la presente investigación fue estimar el contenido de carbono de las diferentes coberturas boscosas pertenecientes a la microcuenca La Hermosa del municipio La Palma Cundinamarca, a partir de aplicación de ecuaciones alométricas y con base en cartografía generada por UAV, los objetivos generales fueron: (1) Proponer una metodología que permita realizar el levantamiento cartográfico de las coberturas vegetales usando un UAV (Vehículo aéreo no tripulado), (2) Realizar la caracterización, descripción y ajuste cartográfico requerido de las coberturas boscosas, de manera que puedan ser aplicadas metodologías estándar de cuantificación de carbono, y por último, (3) Comparar las cantidades almacenadas de carbono en las diferentes coberturas boscosas obtenidas a partir de la aplicación de ecuaciones alométricas.

Área de Estudio

La microcuenca la Hermosa se encuentra ubicada en el municipio de la Palma (Departamento de Cundinamarca-Colombia), su localización es 5°17'4.08" Norte y 74°21'1.95" Oeste, cuenta con una temperatura promedio de 21,7°C, precipitación promedio de 2.450 a 2.550 mm y está clasificada como Bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).

Esta microcuenca cuenta con un área de 286,44 hectáreas y es afluente del río Murca, que a la vez es afluente del Río Negro y a la macrocuenca del Río Magdalena. Se caracteriza por tener un relieve de crestas-escarpes mayores y crestones.

Por otra parte, la microcuenca ha estado sometida a una presión antrópica constante, ya que en esta se presentan niveles de degradación y deforestación, causados principalmente por la ganadería en zonas de

ladera e inadecuadas prácticas agrícolas (Alcaldía Municipal de La Palma, 2012)

Metodología

Esta investigación fue de tipo descriptivo-experimental debido a que se realizó una estimación de carbono basada en investigaciones y metodologías previas mediante análisis cuantitativos (aplicación de ecuaciones alométricas) en diferentes

coberturas boscosas y se propuso una metodología para levantamiento cartográfico a escala detallada utilizando UVA (Vehículo aéreo no tripulado). En la Figura 1 se presenta el proceso metodológico en términos generales.

Resultados

Como primer resultado se planteó la metodología para la realización del

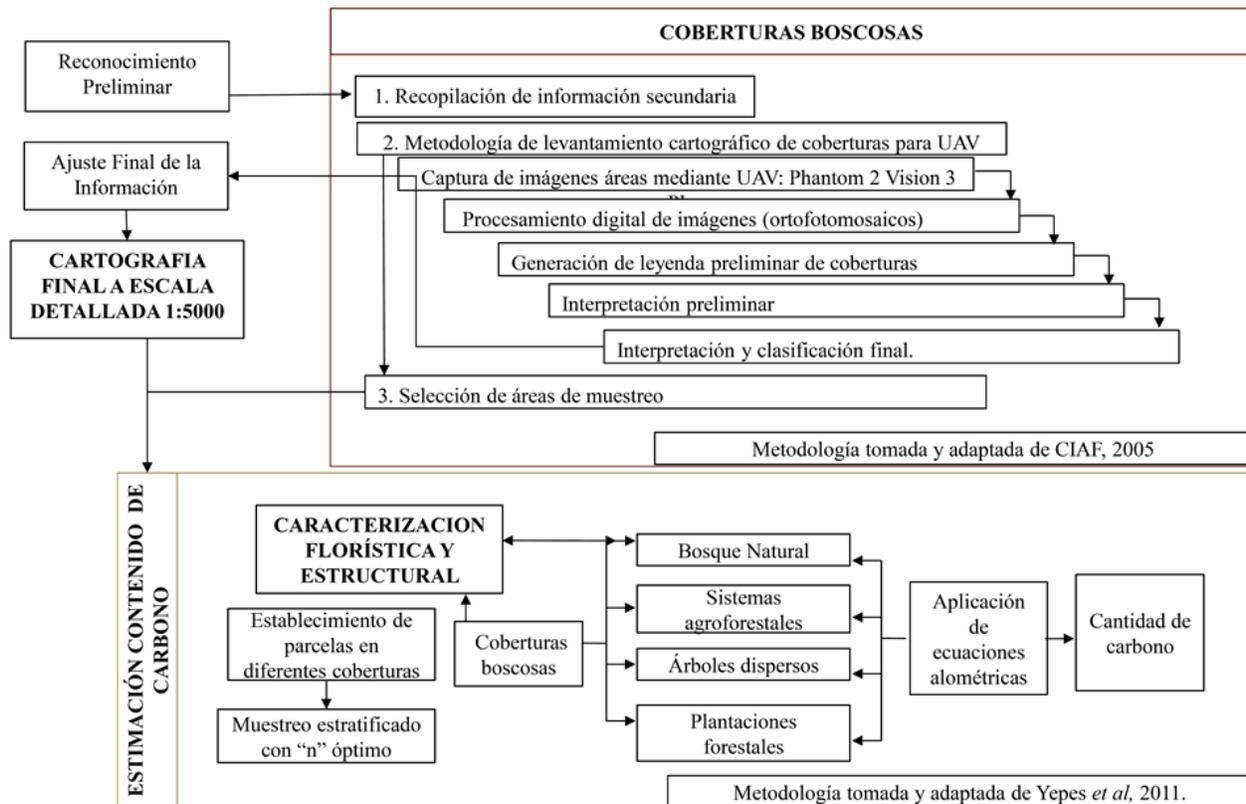


Figura 1. Proceso metodológico aplicado
Fuente: Villa y Romero 2015

levantamiento cartográfico con UAV la cual consistió inicialmente en la generación de las ortofotos donde utilizó el programa Agisoft PhotoScan (Version 1.0.4), donde se siguió la siguiente secuencia lógica: (1) Alineación fotos, (2) Construcción de nube y malla de puntos, (3) Textura a malla de puntos, (4) Generación de puntos control en la ortofotografía, (5) Optimización en la generación de ortofotografías, (6) Imágenes tipo raster para programa ArcGis y por último (7) validación mediante mediciones en campo y en oficina en las cuales no se encontró diferencias a estas medidas superiores a 5 cm.

Para la generación de las ortofotos se tomaron 11.220 aerofotografías con un total de 67 vuelos, los cuales se planificaron en la aplicación DJI VISION (Versión 1.0.58), teniendo en cuenta la identificación de las zonas de vuelo a cartografiar en donde se generaron diversos puntos de control tomados con GPS que facilitaron la georreferenciación

y ortofotorectificación.

Posteriormente, se realizó la interpretación de las coberturas de la microcuenca a escala 1:5.000, donde se identificaron 22 tipos de cobertura, siendo el bosque fragmentado con vegetación secundaria el que se encuentra en mayor porcentaje (17,03%), seguida de vegetación secundaria alta con un 14,98% y con menor proporción café con tan solo 0,12% correspondiente a 3.420 m².

A partir de dicha información cartográfica, se desarrollaron los objetivos 2 y 3 en los cuales se definieron las coberturas boscosas de interés: Bosque natural-Bosque Fragmentado con vegetación secundaria, plantaciones forestales, pastos arbolados y sistemas agroforestales; se aplicó un muestreo estratificado con "n" óptimo, para determinar el número de parcelas (33 parcelas) teniendo en cuenta el área muestreable de cada cobertura y con ello se

procedió a estimar el carbono por cobertura carbon. En la Tabla 1 se encuentran los aplicando la metodología de estimación de modelos alométricos empleados.

Tabla 1: Modelos alométricos empleados para el cálculo de biomasa aérea en las coberturas boscosas.

Componente Biomasa aérea	Ecuación	Fuente
Bosques naturales para Fustales y Latizales	$BA=EXP\left((-2.289)+\left(0.932\times(\ln(D^2\times H\times\rho))\right)\right)$	Yepes <i>et al</i> 2011. Colombia
Bosques naturales para brinzales	$CH=(Po - Ps)/Po$ $B=Pf-(Pf\times CH)$	Yepes <i>et al</i> 2011. Colombia
Plantación Forestal Pino patula	$BA=5.338+(0.018635)\times DAP^2\times H$	Figuroa, Pérez, Velásquez, & Posadas, 2010. Mexico
Plantación Forestal Eucalipto	$BA=1.22\times DAP^2\times H\times 0.01$	Senelwa & Sims, 1998.
Árboles en coberturas pastos arbolados	$\ln B = -8.83+(1.8979\times \ln D)+(0.6191\times \ln H)$	Ruiz, 2002. Nicaragua
Arbustos en coberturas pastos arbolados	$BA=EXP((2.4128\times \ln D)-1.9968)$	Nelson <i>et al.</i> , 1999
Sistemas agroforestales	$\log_{10} BA = -0.834 + 2.223 (\log_{10} DAP)$	(Segura, Kanninen, & Suárez, 2006)

BA: Biomasa aérea (kg árbol⁻¹ para bosque natural y árboles dispersos y kg para las demás coberturas), D o DAP: diámetro a la altura del pecho (cm), H: Altura total (m), ρ: Densidad básica (gr/cm³), CH: Contenido de humedad (%), Po: Peso húmedo antes de secado (g), Ps: Peso seco (g), Pf: Peso húmedo en campo (g), G: área basal (cm²).
Fuente: Villa y Romero 2015

Se identificaron 47 familias, 69 géneros y 86 su biomasa (4.35TnC/ha) seguida de especies en 0.2 ha muestreadas, la familia más *Cinnamomum cf. triplinerve* (Ruiz & Pav.) abundante fue MELASTOMATACEAE, Kosterm (4.2 TnC/ha), y de *Rhus striata* (Ruiz & Pav.) Kuntze (3.42 TnC/ha). seguido de la familia ADOXACEAE Y RUBIACEAE y las especie *Syzygium jambos* (L.) Alston es la que más carbono contiene en Se estimó que la cobertura con más

contenido de carbono fué Bosque natural: bosque fragmentado con vegetación secundaria con 51,28 tnC/ha, presenta un valor bajo con relación a lo reportado por Phillips J. *et al.* (2011) - 106 tnC/ha, no obstante Orrego & del Valle (2003) reporta un valor más próximo a lo obtenido 46,5-51,89 tnC/ha.

Las plantaciones de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. almacenan unos niveles significativos de carbono 12,5 tnC/ha y 17,7 tnC/ha

respectivamente. Para pastos arbolados se observó una relación directa entre el volumen y la cantidad de carbono almacenada, en el caso de sistemas agroforestales se reporta en literatura datos que van desde 14,0 a 52,0 tnC/ha, según lo expuesto por Kursten & Burschel (1993), lo anterior estaría de acuerdo con lo estimado para la microcuena (16,9 tnC/ ha). Ver Tabla 2.

Tabla 2: Cantidad de carbono en las coberturas boscosas de la microcuena la Hermosa

Cobertura Boscosa	Área de coberturas en la microcuena (ha)	Intensidad de muestreo*	Valor promedio de Carbono por hectárea tn C/ha**	Carbono almacenado para el área de la microcuena tn C/288.6 ha
Bosque natural: Bosque fragmentado con vegetación secundaria	48.84	0.41	51.28	2504.31
Plantación Forestal de Pino patula	0.58	12.95	12.48	7.23
Plantación Forestal de Eucalipto	0.91	8.28	17.66	15.99
Pastos arbolados	5.79	1.78	1.68	9.71
Sistemas agroforestales	2.54	2.95	16.90	43.00

Fuente: Villa y Romero 2015

Conclusiones

Al realizar el levantamiento cartográfico a escala detallada, se generó información confiable que permitió enriquecer y o

complementar metodologías estándar como la leyenda Corine Land Cover.

El levantamiento de cartografía con UAV-

Phantom 2 V3 ofrece múltiples ventajas, con respecto a los métodos tradicionales ya sean imágenes satelitales o fotografías aéreas, dentro de las ventajas podemos encontrar: bajo costo en la adquisición de la información cartográfica, alta resolución espacial de las imágenes obtenidas, posibilidad de levantamiento de información aun con condiciones de alta nubosidad, información reciente, capacidad de seleccionar el momento adecuado de la toma de la información.

El carbono estimado para la cobertura de bosque natural (bosque fragmentado con vegetación secundaria), fue inferior a lo reportado por diversos estudios en condiciones similares, esto podría explicarse por dos razones: inicialmente el alto grado de afectación antrópica con fines agrícolas o agropecuarios observados en la Microcuenca y por el mayor nivel de detalle y precisión utilizado en éste trabajo que conlleva a una reflexión en términos de las metodologías de

estandarización utilizadas.

Para el logro de una correcta interpretación de las coberturas y su relación en la dinámica de ocupación del territorio se requieren estudios más detallados, principalmente en ámbitos sociales y económicos, con el fin de que estas sean viables en diferentes aspectos, sin embargo, consideramos que la aproximación lograda representa un gran aporte para futuros estudios de valoración de servicios ecosistémicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal de La Palma. (2012).** *Plan de Desarrollo Municipal. «Cambio para progresar»*. Recuperado de: <http://lapalma-cundinamarca.gov.co>.
- Clark, D. B., & Clark, D. a. (2000).** *Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest*. *Forest Ecology and Management*, 137(1-3), 185-

- 198.
- Gutiérrez, E. (2010).** *Efectos de los aumentos de CO₂ en la temperatura del aire y la disponibilidad de nitrógeno en plantas de Trigo (*Triticum aestivum* L.).* Universidad de Salamanca. 246.
- Kursten, E., & Burschel, P. (1993).** *CO₂-Mitigation by agroforestry* *Water, Air and Soul.* Pollution, 70, 533-544.
- Orrego, S., & del Valle, I. (2003).** *Existencias y tasas de crecimiento neto de la biomasa y del carbono de los bosques primarios intervenidos y secundarios.* Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia., 215-241.
- Pérez, M., & Díaz., J. (2010).** *Estimación del carbono contenido en la biomasa forestal aérea de dos bosques andinos en los departamentos de Santander y Cundinamarca.* Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Bogotá.
- Phillips, J., Duque, A., K. Cabrera, Yepes, A., Navarrete, D., García, M., ... Vargas, D. (2011).** *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia.* Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales- IDEAM-. Bogota, Colombia
- Rueda, J. (2011).** *Modelación dinámica del carbono en la biomasa de bosques del norte de los andes usando modelo Century.* Universidad Nacional de Colombia., 46.
- Sierra, C. a., del Valle, J. I., Orrego, S. a., Moreno, F. H., Harmon, M. E., Zapata, M., ... Benjumea, J. F. (2007).** *Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia.* Forest Ecology and Management, 243(2-3), 299-309.
- Yepes, A., Navarrete, D., Duque, A., Phillips, J., Cabrera, K., Álvarez, E., & Ordoñez, M. (2011).** *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia.* IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Ámbito del boletín

El boletín semillas ambientales constituye un espacio dedicado a difundir los avances en investigación que se desarrollan en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en especial por parte de los semilleros, así como de otras instituciones que traten temas afines. Su objetivo principal es crear un medio para que los estudiantes se formen en la publicación de documentos científicos.

Así mismo pretende publicar notas cortas acerca de las actividades que vienen realizando los semilleros de investigación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y de otras instituciones. Las notas enviadas al boletín Semillas Ambientales pueden presentarse como: **1- artículos científicos** donde se presenten resultados parciales o finales de proyectos de investigación o estudios piloto, **2- artículos de reflexión** donde se interpreta subjetivamente un fenómeno, **3- artículo de divulgación** donde se exponen los resultados de trabajos de grado destacados en las diferentes áreas del conocimiento, pero que no son presentados en su totalidad para permitir publicaciones posteriores, **4- revisiones temáticas** donde se desarrolla un tema en específico a partir de bibliografía publicada, **5- ensayos críticos** sobre algún tema determinado y aquellos que resulten de la asistencia a eventos o seminarios, **6- comentarios de artículos y libros**, y por último **7- resúmenes de ponencias**, donde se desarrolla un escrito acerca de ponencias presentadas en eventos académicos.

Los manuscritos deben anexar una carta de presentación del docente líder del semillero, señalando la aprobación del mismo. Si los autores pertenecen a otras instituciones deben presentar la carta de un docente que avale el escrito.

Tipos de manuscritos

1- Artículos científicos

Los manuscritos formato artículo científico acerca de los resultados parciales o finales de proyectos de investigación, estudios piloto **NO** deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título, resumen, abstract ni literatura citada).

El artículo científico debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

DIRECTRICES PARA AUTORES

- Título (máximo 15 palabras y debe indicar la región, país, y/o zona dónde se hizo el estudio).
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Palabras clave (máximo 6).
- Resumen (máximo 200 palabras).
- Introducción: incluye marco teórico, presentación del problema y objetivos o pregunta(s) de investigación (máximo 400 palabras).
- Métodos (incluye área de estudio cuando sea pertinente).
- Resultados finales o parciales.
- Discusión y conclusiones.
- Agradecimientos (estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm. El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

2- Artículos de reflexión

Los manuscritos formato artículo de reflexión **NO** deben exceder las 2000 palabras de texto.

El artículo de reflexión debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Palabras clave (máximo 6).
- Introducción (incluye un desarrollo teórico – marco conceptual)
- Reflexión.
- Conclusiones.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

DIRECTRICES PARA AUTORES

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm. El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

3- Artículos de divulgación

Exponen los resultados generales de trabajos de grado destacados en las diferentes áreas del conocimiento, pero no son presentados en su totalidad para permitir publicaciones posteriores. Los manuscritos formato artículos de divulgación **NO** deben exceder las 2000 palabras de texto. El artículo de divulgación debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Nombre del director del proyecto de grado
- Palabras clave (máximo 6).
- Frase de interés acerca del trabajo desarrollado (máximo 50 palabras).
- Contexto (histórico y actual de la temática tratada).
- Justificación del trabajo.
- Descripción del trabajo desarrollado, de sus resultados y mayores aportes.
- Fotografía que contextualice el trabajo realizado (debe incluir: descripción de la fotografía, Autor (es), Año).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm. El texto debe estar separado de tablas y figuras (fotografías) las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

4- Revisiones temáticas

Los manuscritos formato revisiones temáticas **NO** deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título, resumen ni literatura citada). La revisión debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

DIRECTRICES PARA AUTORES

- Título (máximo 15 palabras)
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Palabras clave (máximo 6).
- Resumen (máximo 200 palabras).
- Introducción: incluye marco teórico, presentación del problema y objetivos o pregunta(s) de investigación (máximo 400 palabras)
- Métodos (incluye área de estudio cuando sea pertinente).
- Resultados.
- Discusión y conclusiones.
- Agradecimientos (estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm. El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

5- Ensayos críticos

Los manuscritos formato ensayo crítico **NO** deben exceder las 2000 palabras de texto.

El ensayo debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final).

- Título (máximo 10 palabras).
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Introducción.
- Desarrollo del tema.
- Consideraciones finales.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

DIRECTRICES PARA AUTORES

6- Comentarios de artículos y libros

Los manuscritos formato comentarios de artículos y libros **NO** deben exceder las 500 palabras de texto.

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 10 palabras).
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Introducción.
- Comentarios del artículo o libro.
- Discusión.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

7- Resúmenes de ponencias

Los manuscritos formato resúmenes de ponencias **NO** deben exceder las 1000 palabras de texto.

El resumen debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras)
- Autores (proyecto curricular al que pertenecen, semillero de investigación al cual se encuentran vinculados y correo electrónico de contacto de cada autor, máximo 3 autores por manuscrito).
- Resumen de ponencia.
- Consideraciones finales.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos. Márgenes de 3 cm.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Consideraciones

Nombres científicos: Los nombres científicos deben estar en cursivas, nombre completo en latín (género, especie y autor) la primera vez que se mencionan.

Unidades de medida: las unidades de medida deben corresponder al sistema métrico decimal. Se debe usar súper índice (m⁻¹, mm⁻²) excepto cuando la unidad es un objeto (e.g. por árbol, por localidad, por persona, no árbol-1, localidad-1 o, persona-1).

Tablas: las tablas se deben presentar en hojas aparte (una tabla por hoja). Estas se deben presentar en fuente Times New Roman, tamaño 10, a doble espacio. Los encabezados de las columnas deben ser breves. Únicamente líneas horizontales al inicio, entre las filas del encabezado y al final de la tabla. La leyenda de la tabla va al inicio de la misma.

Figuras: (incluye gráficas, fotos, diagramas). Se deben presentar en hojas aparte, una figura por hoja. Tamaño máximo 13 cm x 21 cm. Las gráficas deben estar en blanco y negro, sin líneas, fondo blanco y con tramas para resaltar variables y convenciones. Cada figura debe tener su respectiva leyenda en la parte inferior.

Referencias bibliográficas

La literatura citada debe estar citada según las **normas APA última edición**.

Nota: debe estar ordenada alfabéticamente según el apellido del primer autor y cronológicamente para cada autor, o cada combinación de autores. Se escriben los nombres de todos los autores, sin usar et al. Los nombres de las publicaciones seriadas deben escribirse completos, no abreviados.

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DEL MEDIO
AMBIENTE Y RECURSOS**

Coordinadora: Ángela María Wilches Flórez

Secretaria: Nidia Marín Castrillón

Monitora: Christ Londoño Londoño

Oficina: Edificio Natura - 2do piso

Teléfonos PBX: 3239300. Ext 4015 – 4017

E-mail: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co
uidaddeinv@gmail.com

DIRECCIÓN WEB

[HTTP://REVISTAS.UDISTRITAL.EDU.CO/
OJS/INDEX.PHP/BSA](http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/BSA)

**REVISTAS EN LAS QUE PUEDES
PUBLICAR**

Colombia forestal: Revista Indexada categoría A2 de Colciencias adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor>

UD y la GEOMÁTICA: Revista Indexada categoría C de Colciencias, adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad.

Contacto: [http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/revistas/
revistageomatica/site/](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/revistas/revistageomatica/site/)

Tecnogestión: Revista del proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: tecnogestion@udistrital.edu.co

Azimuth: Revista de los proyectos curriculares de Ingeniería Topográfica y Tecnología en Levantamientos Topográficos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: azimut.rt@udistrital.edu.co

Para mayor información sobre la creación de un semillero de investigación se puede dirigir directamente a la oficina de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente, Sede Vivero Edf. Natura 2º piso o escribir al correo: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

El formulario para la creación y registro de un semillero de investigación ante el CIDC, lo puede descargar en http://cidc.udistrital.edu.co/investigaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=262&Itemid=103

Mayor información sobre los semilleros de investigación de la Facultad registrados ante el CIDC puede conseguirla en http://cidc.udistrital.edu.co/investigaciones/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=12