

*Abriendo las fronteras del conocimiento  
por una Amazonia sostenible*

**MEMORIAS**

**III SEMINARIO INTERNACIONAL  
EN AMBIENTE, BIODIVERSIDAD  
Y DESARROLLO Y I SIMPOSIO  
NACIONAL DE QUÍMICA APLICADA**

ORGANIZADORES:

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES Y POSGRADOS Y  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD  
DE LA AMAZONIA



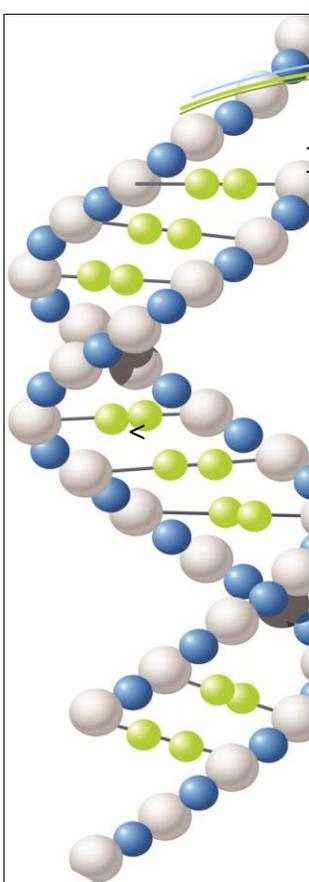
**EDICIÓN DE MEMORIAS:**

*Girley Collazos Alvarez*

*Lis Manrique Losada*

*Betselene Murcia Ordoñez*

ISBN:978-958-8770-00-0



# III SEMINARIO INTERNACIONAL EN AMBIENTE, BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO Y I SIMPOSIO NACIONAL DE QUÍMICA APLICADA

APOYAN:



Departamento Administrativo de  
Ciencia, Tecnología e Innovación  
**Colciencias**  
República de Colombia

COMITÉ ORGANIZADOR:

Girley Collazos Alvarez  
Lis Manrique Losada  
Betselene Murcia Ordoñez  
Jenniffer Tatiana Díaz Chaux

COMITÉ CIENTÍFICO:  
Andrea Katherine Valderrama  
Betselene Murcia Ordoñez  
Girley Collazos Alvarez  
José Alfredo Orjuela.  
Lis Manrique Losada  
Paula Liliana Galeano García  
Wilson Rodríguez Perez

COMITÉ LOGÍSTICO:

Grupo BYDA  
Semillero POAguas  
Semillero GMB  
Semillero Antioxidantes  
Semillero Productos Naturales y Antimicrobianos

APOYAN:



*Agencia Cultural  
Florencia*



**CODECYT+1 Cauquetá**

ISBN: 978-958-8770-00-0

Diseño

y

Diagramación:

*Dalila Morales Bohorquez*



## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	7
<b>PRESENTACIÓN ORAL</b>	9
<b>CAPÍTULO 1 - BIODIVERSIDAD</b>	10
• RELACIONES FILOGENÉTICAS DE LAS ESPECIES DE <i>Hyphessobrycon</i> GRUPO <i>HETERORHABDUS</i> (CHARACIFORMES: CHARACIDAE), Y REDESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE TIPO, <i>Hyphessobrycon compressus</i> .	10
• ANÁLISIS PREELIMINAR DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE <i>Callicebus caquetensis</i> : NUEVA ESPECIE DE PRIMATE COLOMBIANO	11
• ACCIDENTE OFÍDICO EN EL CAQUETÁ	13
• LAS ARÁCEAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AMAZÓNICAS MACAGUAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA -CIMAZ- (FLORENCIA - CAQUETÁ)	14
• LA ENTOMOLOGÍA FORENSE EN COLOMBIA: AVANCES Y APLICACIONES	15
• CONOCIMIENTO Y MANEJO REPRODUCTIVO DE LA ICTIOFAUNA DE LA REGIÓN SURCOLOMBIANA - ALTO MAGDALENA "CONSERVACIÓN Y ACUICULTURA"	16
• DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA FAMILIA LORICARIIDAE EN LA REGIÓN ANDINO-AMAZÓNICA CALOMBIANA (CUENCA DEL RIO HACHA, FLORENCIA - CAQUETÁ)	19
• LOS PECES LORICARIDOS (SILURIFORMES: LORICARIIDAE): UN GRUPO ZOOLOGICO MEGADIVERSO	22
• MEJORAMIENTO GENÉTICO DE <i>Hevea brasiliensis</i> CON ÉNFASIS EN LA RESISTENCIA A <i>Microcyclus ulei</i> : NUEVOS CLONES ÉLITES PARA LA AMAZONÍA COLOMBIANA	25
<b>CAPITULO 2 - BIOPROSPECCIÓN</b>	28
• ANÁLISIS DE RELACIONES ESTRUCTURA-ACTIVIDAD POR EXCLUSIÓN SINTÉTICA DE GRUPOS: EL CASO DE LA 4-HIDROXIANIGORRUFONA Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	28
• BÚSQUEDA DE PRODUCTOS NATURALES MARINOS BIOACTIVOS. UNA EXPERIENCIA EXITOSA PARA COLOMBIA	29
• PRODUCCIÓN DE BIODIESEL DE SEGUNDA GENERACIÓN: ¿ALTERNATIVA O PROBLEMÁTICA?	32
• DISEÑO, SÍNTESIS Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE NUEVOS LIGANDOS DEL RECEPTOR NICOTÍNICO DE ACETILCOLINA	35
• ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO - TEÓRICO DEL MECANISMO DE LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL MENTIL BENZOATO EN FASE GASEOSA.	37

• BIOPROSPECCIÓN DE NUEVOS CANDIDATOS CON POTENCIAL ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA EN EL PROCESO CRÓNICO. ____	42
• ESPECIES NATIVAS Y SU COMERCIALIZACIÓN _____	46
<b>CAPÍTULO 3. BIOTECNOLOGÍA _____</b>	<b>48</b>
• MANEJO DEL RECURSO GENÉTICO DE CACAO, PARA INCREMENTAR Y MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL SISTEMA EN COLOMBIA _____	48
• LA FUSARIOSIS DEL CLAVEL COMERCIAL EN LOS CULTIVOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ _____	49
• EXPRESIÓN DE LAS PROTEÍNAS RECOMBINANTES Cry2Aa y Cry2Ab DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA SOBRE <i>Tecia solanivora</i> _____	50
• LA BIOTECNOLOGÍA PARA EL USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS GENÉTICOS VEGETALES _____	52
• BIOTECNOLOGÍA VEGETAL: INTRODUCCIÓN A LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS _____	56
• MOLECULAR PROFILING OF RUMEN MICROBIAL COMMUNITIES BY MOLECULAR TECHNIQUES _____	59
• CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS CON POTENCIAL INDUSTRIAL Y USO DE HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA LA PROTECCIÓN Y REGISTRO DE BIOPRODUCTOS _____	66
<b>CAPITULO 4 - CAMBIO CLIMÁTICO _____</b>	<b>68</b>
• ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN ÁREAS DE REGENERACIÓN NATURAL EN PAISAJES GANADEROS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA _____	68
• ESTIMACIÓN DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE <i>Hevea brasiliensis</i> EN LA AMAZONIA COLOMBIANA _____	70
• DINÁMICAS ESPACIO-TEMPORALES DEL CAMBIO DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN LA AMAZONIA COLOMBIANA ____	71
<b>CAPITULO 5. MEDIO AMBIENTE _____</b>	<b>80</b>
• EL SOL COMO ALIADO EN LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA _____	80
• DEGRADACIÓN DE PESTICIDAS EN AGUA POR FOTOCATALISIS Y FOTOFENTON _____	85
• PANORAMA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA, LOMBRICULTURA, COMPOSTAJE _____	92
• COMPARACIÓN DE EQUIPOS PARA MUESTREO DE SUELO (PALÍN Y BARRENO) EN LOMERÍOS DEL CAQUETÁ _____	95
• EDUCACIÓN AMBIENTAL Y ENCRUCIJADAS DEL DESARROLLO EN LA AMAZONIA _____	99
<b>CAPITULO 6. MODELADO Y SIMULACIÓN _____</b>	<b>104</b>

• USO DE MODELOS EN LA TRAZABILIDAD DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES: ACOTANDO LA INCERTIDUMBRE _____	104
• SISTEMA PROTOTIPO PARA LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DE AVES UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL _____	105
<b>PRESENTACIÓN POSTER _____</b>	<b>108</b>
<b>CAPÍTULO 1 BIODIVERSIDAD _____</b>	<b>109</b>
• INVENTARIO FLORÍSTICO DE RASTROJOS DE LOMERÍO EN TRES MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA) _	109
• DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO GONADAL PARA LA INDUCCIÓN EN PECES ORNAMENTALES AMAZÓNICOS EN FLORENCIA-CAQUETÁ-COLOMBIA. _____	111
• DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS ALTERADOS POR MACRO-PARÁSITOS EN LORICARIDOS, RESGUARDO INDÍGENA “EL PORTAL FRAGUITA”, SAN JOSÉ DEL FRAGUA-CAQUETÁ. _____	113
• ESTRATEGIA DE REUBICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE UNA TIGRE MARIPOSA ( <i>Panthera onca</i> ) EN LA AMAZONIA COLOMBIANA _____	115
• INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN GENOTIPOS PROMISORIOS DE <i>Hevea brasiliensis</i> BAJO CONDICIONES DE LA AMAZONIA COLOMBIANA _____	117
<b>CAPITULO 2 - BIOPROSPECCIÓN _____</b>	<b>120</b>
• POTENCIAL ANTIOXIDANTE DEL ARAZÁ ( <i>Eugenia stipitata</i> ) CULTIVADO EN CAQUETÁ-COLOMBIA _____	120
• CARACTERIZACIÓN QUÍMICA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG- EM) DE LOS ACEITES ESENCIALES DE HOJAS Y RAMAS DE <i>Ocotea quixos</i> _____	124
<b>CAPÍTULO 3 - BIOTECNOLOGÍA _____</b>	<b>127</b>
• CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA Y MOLECULAR DE BACTERIAS PROCEDENTES DE HERBÍVOROS SILVESTRES DEL TRÓPICO COLOMBIANO _____	127
• EVALUACIÓN DEL MÉTODO FENOL-CLOROFORMO EN ORQUIDEAS _____	129
• VARIACIÓN DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS EN LECHE CRUDA ADULTERADA _____	130
• ANÁLISIS PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DEL FRUTO DE LA PALMA DE SEJE “ <i>Oenocarpus bataua</i> ” _____	131
• IDENTIFICACIÓN DE HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE TOMATE DE ÁRBOL ( <i>Solanum betaceum Cav.</i> ) REVELADOS CON MARCADORES COS II _____	133

<b>CAPITULO 4 - MEDIO AMBIENTE</b>	<b>137</b>
• FITORREMEDIACIÓN DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE UN RELLENO SANITARIO USANDO <i>Eichornia crassipes</i> Y <i>Pistia stratiotes</i> : REMOCIÓN DE METALES.	137
• EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE METALES EN TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCB)	140
• ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAUCHERAS AFILIADAS A LOS COMITÉS MUNICIPALES DE CAUCHEROS EN LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ.	144
<b>CAPITULO 5 - MODELADO Y SIMULACIÓN</b>	<b>148</b>
• DENSIDAD E ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE MEZCLAS BINARIAS DE SULFOLANO CON BENCENO: CORRELACIÓN Y PREDICCIÓN DEL VOLUMEN DE EXCESO MOLAR	148
• IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA EL PROCEDIMIENTO DE TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA ÁCIDO - BASE	154

## PRESENTACIÓN

Durante los días comprendidos entre el 30 de agosto y el 2 de septiembre de 2011 se desarrolló el III Seminario internacional en Ambiente, biodiversidad y Desarrollo y el I Simposio Nacional de Química Aplicada; *“Abriendo las fronteras del conocimiento por una Amazonia sostenible”*, desarrollado en la sede principal de la Universidad de la Amazonia (Florencia, Caquetá, Colombia). Este evento académico, propuesto desde la Vicerrectoría de investigaciones y posgrados y la Facultad de Ciencias Básicas con sus programas de Biología y de Química, se desarrolló en el marco del año internacional de la química y el año internacional de los bosques, con el ánimo de promover actividades que permitieran socializar con la comunidad científica y la población, la importancia de investigar y conservar los recursos naturales principalmente los de la región amazónica.

El III SIMABID y I SIQUIAMAZ generó espacios de reflexión, discusión e intercambio de conocimientos y experiencias relacionadas con los ejes temáticos del seminario, buscando el fortalecer la red de lazos interinstitucionales y de cooperación entre los distintos actores del ámbito público y privado, interesados en promover las metas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Los seis ejes temáticos abordados en el seminario abarcaron aspectos tales como catálisis ambiental, procesos de oxidación avanzada para tratamiento de aguas y calidad de aguas en el eje temático **Ambiental**; desarrollo y conservación, Etología y Entomología en el eje temático **Biodiversidad**; Fitoquímica, Microbiología aplicada, Compuestos con actividad antimicrobiana, Biocombustibles, Actividad antioxidante, Síntesis de compuestos bioactivos, Fisicoquímica en el eje temático **Bioprospección**; bioinformática, cultivo de tejidos, Herramientas moleculares, en el eje temático **Biotecnología**; modelado de procesos químicos y biológicos y modelos ecológicos en el eje temático **Modelado y Simulación y cambio climático** como último tópico.

La iniciativa de promover dos eventos de áreas diferentes resultó novedosa y arriesgada. Se generó una dinámica interdisciplinaria interesante que fue bien recibida por el público, se promovió un giro cultural en los estudiantes y una nueva visión con relación a estos ejercicios de intercambio académico e investigativo. El evento contó con la presencia de 6 conferencistas internacionales y 23 ponentes nacionales de amplia y reconocida trayectoria investigativa dentro de los ejes temáticos abordados y 13 ponentes regionales que representaron el desempeño investigativo en la Universidad de la Amazonia y en el

sector productivo e institucional; de la misma manera, se presentaron 17 trabajos en formato poster, por parte de investigadores de diferentes universidades e instituciones. Es así como se permitió que la Universidad de la Amazonia con su Facultad de Ciencias Básicas consolidara las redes interinstitucionales y con el sector productivo, generando estrategias para el aprovechamiento sostenible de nuestros recursos y la protección de nuestro medio ambiente.

Gracias a todos los participantes de este ejercicio y de su compromiso académico depende que estos eventos mantengan su calidad y periodicidad.

**COMITÉ ORGANIZADOR III SIMABID Y I SIQUIAMAZ**

Programa de Biología y de Química

Universidad de la Amazonia

# PRESENTACIÓN ORAL

## CAPÍTULO 1 - BIODIVERSIDAD

### RELACIONES FILOGENÉTICAS DE LAS ESPECIES DE *Hyphessobrycon* GRUPO *HETERORHABDUS* (CHARACIFORMES: *CHARACIDAE*), Y REDESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE TIPO, *Hyphessobrycon compressus*.

García-Alzate C. A.

cagarcia@gmail.com , Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío,  
A. A. 2639, Armenia, Colombia

#### **Resumen**

En un análisis de parsimonia global fueron analizadas las relaciones filogenéticas de veinticuatro especies del genero *Hyphessobrycon* grupo *heterorhabdus*, estas interrelaciones fueron resueltas en un cladograma mas parsimonioso (L = 652, CI = 0.34, RI = 0.77) basados en 183 caracteres de morfología externa y caracteres osteológicos. Dos sinapomorfías identifican a los miembros de *Hyphessobrycon* grupo *heterorhabdus*: 13-14 epipleurales (carácter 158) y metapterigoídes sin una proyección ventral y no en contacto con el simplético (carácter 46). La relación entre este clado y otras especies del género fue soportada por cuatro sinapomorfías: 1. Dentario inclinado anterodorsalmente (carácter 19), 2. Proceso de transformación del tripus no se extiende hacia el margen ventral del tercer centrum (carácter 140), 3. Clastrum sin apófisis ósea (carácter 145), y 4. Aleta caudal con una banda de cartílago en la base de las radios procurrentes, presente en ambos lóbulos (carácter 155); además, se discuten las relaciones las especies del genero con la especie tipo *Hyphessobrycon compressus*. Se recibió apoyo financiero del Programa de Biología, y la oficina de Vicerrectoría de la Universidad del Quindío (Proyectos 357 y 464).

**Palabras clave:** Sistemática, taxonomía, especie tipo, *Hyphessobrycon*, America del Sur

ANÁLISIS PRELIMINAR DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN  
DE *Callicebus caquetensis*: NUEVA ESPECIE DE PRIMATE  
COLOMBIANO

García, J <sup>1,2</sup>; Defler, T<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Fundación Herencia Natural, Bogotá D.C., <sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, [jegarciabat@gmail.com](mailto:jegarciabat@gmail.com), Cr 69 f #64h-85 Bogotá D.C. Colombia.

### Resumen

Martin Moynihan (1976) fue el primero en mencionar la existencia de una nueva especie de *Callicebus* en el Departamento del Caquetá, Colombia. En Agosto del 2008 nosotros confirmamos la presencia de esta nueva especie, relacionada filogenéticamente con *Callicebus ornatus* y *Callicebus discolor* al norte y al sur de su localidad tipo (entre los ríos Orteguaza y Caquetá) y describimos la especie como *Callicebus caquetensis* Defler *et al.* (2010). La distribución y amenazas de la especie fueron establecidas a través de entrevistas con la comunidad y observaciones directas. Un total de 82 animales fueron observados. Una revisión histórica de imágenes satelitales fue llevada a cabo para evaluar la disminución de la cobertura vegetal original en el área. Examinamos dos imágenes satelitales, Landsat 5-Thematic Mapper (TM, Diciembre 1989) y Landsat 7-Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+, Enero 2002) del hábitat de *C. caquetensis*. Se realizó una clasificación supervisada usando el software ERDAS-Imagine y se diferenciaron siete clases: Bosque primario, bosque secundario, bosque inundable, pastos, cuerpos de agua, nubes y sombras. Los análisis espaciales se llevaron a cabo mediante la extensión Patch Analyst para Arview 3.2. Encontramos 1142 Km<sup>2</sup> (33%) de bosque original, secundario e inundable para el año 2002, el número de fragmentos para estas coberturas disminuyó de 1989 al 2002 mientras que el área de pastos fue de 2139 Km<sup>2</sup> (62%) en el año 2002. Nosotros encontramos el hábitat en un avanzado estado de fragmentación causado por la ganadería extensiva y cultivos ilícitos. La cobertura existente esta relegada a pequeños bosques primarios y vegetación secundaria. Proponemos que esta especie debe ser considerada como Críticamente Amenazada (CR), basados en los criterios A3 c, d, e; B1 a, b (iii) y C2 de la UICN. Sugerimos al gobierno nacional y del Caquetá que presten especial atención a este primate endémico, estabilizando reservas en la zona, apoyando programas de ganadería sostenible, proyectos REDD y un programa de educación ambiental regional. Esta es probablemente la especie de primate más amenazada de Colombia. Agradecemos la compañía en campo de los Biólogos Victor Luna, Gabriel Beltrán y Juna Pablo Parra.

Estamos agradecidos con la hospitalidad de las familias del Sur del Caquetá y con la colaboración del Biólogo John Fredy Jiménez en los análisis espaciales. Agradecemos al Primate Action Found, la Iniciativa de Especies Amenazadas “Jorge Hernandez Camacho”, Conservación Internacional Colombia, al Conservation Leadership Programme y la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo.

### **Referencias**

Defler, T. R., Bueno, M. L. and J. García, J. 2010. *Callicebus caquetensis*: a new and critically endangered titi monkey from southern Caquetá, Colombia. *Primate Conserv.* (25): 1-9.

Moynihan, M. 1976. *The New World Primates*. Princeton University Press, Princeton.

**Palabras clave:** *Callicebus caquetensis*, Caquetá, endémico, primates amenazados.

## ACCIDENTE OFÍDICO EN EL CAQUETÁ

Sergio Daniel Cubides-Cubillos<sup>1</sup> & Fernando Ignacio Ortiz-Suárez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo, investigador asociado Serpentario Uniamazonia, email:  
[scubides@gmail.com](mailto:scubides@gmail.com)

<sup>2</sup> Profesor asociado, coordinador Serpentario Uniamazonia; email:  
[ferfios@uniamazonia.edu.co](mailto:ferfios@uniamazonia.edu.co)

### Resumen

Se revisaron los datos registrados por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica “SIVIGILA” correspondientes al año 2007 y una recopilación de datos epidemiológicos claves (mes, sexo y lugar de incidencia) de los años 2001 al 2006 reportados por el centro de estadística del Hospital Maria Inmaculada. El análisis consistió en la organización estadística, y posterior comparación con datos reportados en otros trabajos a nivel nacional (Otero *et al.* 2007; Charry-Restrepo 2007; Martínez 2005, y la verificación, con el cual se pretendió encontrar algún tipo de inconsistencia en el manejo y posterior registro de los casos de accidente ofídico reportados en el año 2007. El departamento del Caquetá registro 505 casos de accidente ofídico entre los años 2001 - 2007. El promedio de accidentes por año fue de 72.1 casos, y aunque durante el periodo 2001 - 2006 la cifra oscilo entre 45 y 78 casos por año, el periodo 2007 registró un aumento del 80% en el número de casos reportados (130 en total), comparado con lo obtenido en el año inmediatamente anterior. El Caquetá es una región con un fuerte problema de salud pública, y un alto desinterés por parte del sector gobernante para controlar este tipo de emergencias. Nadie desconoce que somos un pueblo en desarrollo, y que por ello, presentamos tantos problemas en el manejo de la información, así como en la divulgación de la misma.

**Palabras Clave:** Accidente ofídico, Ofidismo, Serpientes, *Bothrops* (talla X), *Lachesis* (verrugoso), *Micrurus* (Corales).

LAS ARÁCEAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
AMAZÓNICAS MACAGUAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA  
AMAZONIA -CIMAZ- (FLORENCIA - CAQUETÁ)

Trujillo-Trujillo, E.<sup>1</sup>, Croat, T.B.<sup>2</sup>, Otero-O., J.T.<sup>3</sup> & Correa-Munera, M.A.<sup>1,1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la Amazonia, Florencia - Caquetá. E-mail:  
[botanico\\_ua@yahoo.com](mailto:botanico_ua@yahoo.com). Manzana 2 Casa 3, Barrio Villamonica. Florencia -  
Caquetá, <sup>2</sup> Missouri Botanical Garden, USA, <sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia  
sede Palmira.

### Resumen

La familia Araceae a pesar de ser una familia conspicua de los bosques tropicales, aun en muchas partes de Colombia no se sabe con exactitud el número de especies presentes. Por este motivo se realizó el levantamiento de las aráceas presentes en el centro de investigaciones amazónicas Macagual de la Universidad de la Amazonia -CIMAZ-, ubicado a 20 km de Florencia hacia el sur del departamento del Caquetá y con un área de 380 Has. Se realizaron colecciones generales de las aráceas presentes en las distintas coberturas encontrando 47 morfoespecies en 14 géneros, como: *Aglaonema*, *Anthurium*, *Caladium*, *Dieffenbachia*, *Dracontium*, *Heteropsis*, *Homalomena*, *Monstera*, *Philodendron*, *Rhodospatha*, *Spathiphyllum*, *Stenospermation*, *Syngonium* y *Xanthosoma*. En cuanto a los hábitos de crecimiento predomina el epifito (incluye hemiepifitos) con 32 especies con relación al terrestre que solo se presenta en 15 especies. Los géneros más diversos fueron *Philodendron*, *Anthurium* y *Monstera* con 13, 11 y 6 especies respectivamente, abarcando el 63% del total registrado. Los géneros *Dracontium*, *Homalomena* y *Stenospermation* solo registran una especie cada uno. El género *Aglaonema* de origen asiático, se encuentra presente con una especie (*A. cf. simplex* (Blume) Blume) debido a la popularización de sus especies como plantas ornamentales. Las especies encontradas son típicas de zonas bajas en la amazonia, como: *Anthurium gracile* (Rudge) Schott, *A. sagittatum* (Sims) G. Don, *Dracontium spruceanum* (Schott) G.H. Zhu, *Heteropsis oblongifolia* Kunth, *Philodendron deflexum* Poepp., *Spathiphyllum cannifolium* (Dryand. ex Sims) Schott, *Rhodospatha latifolia* Poepp. y *Syngonium podophyllum* Schott. Aun en los géneros *Anthurium* y *Philodendron* están pendientes por determinar 4 morfoespecies que podrían ser nuevas para la ciencia, lo cual incrementaría su diversidad.

**Palabras clave:** Araceae, Biodiversidad, Macagual

## LA ENTOMOLOGÍA FORENSE EN COLOMBIA: AVANCES Y APLICACIONES

Marta Wolff

Institución de origen: Universidad de Antioquia  
Dirección de contacto: Grupo de Entomología Instituto de Biología,  
[mwolff@matematicas.udea.edu.co](mailto:mwolff@matematicas.udea.edu.co). Calle 67 N° 53-108, Medellín. Colombia

### Resumen

Tal como lo describe Robert Hall, el campo de la Entomología Forense es muy amplio y el estudio de los artrópodos y el sistema judicial pueden interactuar efectivamente. Desde 1986 esta disciplina fue subdividida por Lord & Stevenson, en tres áreas (entomología medico-criminal, de productos almacenados y urbana), bajo las cuales, el conocimiento e interpretación que brinda la Entomología como herramienta científica puede proporcionar información relevante y determinante en un asunto legal.

La **Entomología médico-criminal**, utiliza los artrópodos como herramienta para determinar las circunstancias y el tiempo de muerte en un contexto criminalístico. Son diversos los insectos que hacen presencia en la escena de un crimen, pero principalmente las especies de Diptera y Coleoptera están asociadas a fases particulares de los cuerpos en descomposición. El reconocimiento de las especies involucradas, su biología, la definición de la existencia o no de un patrón relacionado con las condiciones del cadáver, así como de las características propias de la escena, pueden ser herramientas decisivas en la utilización de esta información como recurso altamente valioso para la determinación del intervalo postmortem (IPM). Así mismo, la **Entomología de productos almacenados**, en la cual la presencia evidente e inusual de insectos u otros artrópodos, o sus partes en alimentos, pueden ocasionar conflictos legales de impacto no solo a nivel judicial, sino a nivel de la salud de los consumidores, para lo cual se hace necesario, conocer la especie o especies implicadas, su biología y características ambientales, e igualmente, estudiar las diferentes materias primas utilizadas en la elaboración de un producto en cuestión, tipo de almacenamiento y características ambientales requeridas de los especímenes involucrados. Por otra parte y no menos importante es la **Entomología urbana** que se sirve principalmente de aquellos artrópodos de comportamiento antrópico y que por sus características biológicas, puedan afectar la salud humana, así como sus enceres y construcciones. En Colombia, se tienen experiencias a nivel de estas tres aéreas en situaciones de litigio formal, las cuales han permitido constatar su aplicación como recurso excelente y de bajo costo.

**Palabras clave:** Entomología Forense, Colombia.

CONOCIMIENTO Y MANEJO REPRODUCTIVO DE LA  
ICTIOFAUNA DE LA REGIÓN SURCOLOMBIANA - ALTO  
MAGDALENA “CONSERVACIÓN Y ACUICULTURA”

Ramírez-Merlano, J.A<sup>1\*</sup>, Cifuentes-Céspedes, C.E<sup>1</sup>, Parrado-Sanabria, Y.A<sup>1</sup>,  
Avilés-Bernal, M<sup>1</sup>.

\*Profesional en Acuicultura, MSc.

<sup>1</sup>Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Surcolombiano –  
ACUAPEZ; Grupo de Investigación en Acuicultura Estratégica - GRINAES;  
\*Juanantonioramirez.merlano@gmail.com; Calle 7 N° 6-27 Neiva-Huila, Colombia

### Resumen

La fauna y flora de nuestro medio en particular y de América Latina y del Caribe en general, es un importante instrumento de contribución para el desarrollo humano, sin embargo se debe tener en cuenta que en este escenario dónde la información y la nueva tecnología nos induce a plantear que en esta época no basta tener los beneficios de la naturaleza y es entonces cuando se tiene una alta interrelación comunicante entre la riqueza de nuestra biodiversidad, la Biotecnología y el aprovechamiento racional de los recursos para el desarrollo de los pueblos y la región.

La exploración entre la Biodiversidad y el desarrollo sostenible de los recursos nos permite conocer los componentes bióticos, donde la ictiofauna de agua dulce de Colombia, ocupa un importante lugar, la cual es considerada una de las más diversas del Neotrópico, y parte fundamental de la fauna íctica suramericana, la más diversificada y rica en el mundo con cerca de 3000 especies, aunque el número definitivo parece ser mayor, siendo dominada por Characiformes y Siluriformes, seguidos por los Gymnotiformes.

El río Magdalena es el principal sistema fluvial de Colombia y uno de los complejos acuáticos más extensos de Sudamérica, tiene una longitud de 1.540 km y una cuenca que abarca 273.350 km<sup>2</sup> (24% del territorio). Para el caso de la región del alto Magdalena se registra un total de 133 especies, las cuales están agrupadas en 8 órdenes y 28 familias. Los órdenes con mayor número de especies son Siluriformes (67 spp) y Characiformes (46 spp), los demás órdenes presentan de una a cinco especies. Las familias con mayor riqueza son Characidae (27), Loricaridae (19) y Astroblepidae (14).

El incremento en las especies registradas para el Alto Magdalena es considerable, ya que se pasó de 53 a 133.

Las especies con aportes importantes en las capturas son: *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado), *Pimelodus blochii* (nicuro), *Plagioscion surinamensis* (pácora), *Ageneiosus pardalis* (doncella), *Sorubim cuspicaudus* (blanquillo), *Pimelodus grosskopfii* (capaz), *Curimata mivartii* (vizcaína), *Leporinus muyscorum* (comelón), *Brycon moorei sinuensis* (dorada), *Tryportheus magdalenae* (arenca), *Hoplias malabaricus* (moncholo), *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) y los coroncoros *Pterogoplichthys undecimalis* y *Panaque gibbosus*. La creciente demanda de alimentos ha provocado que muchas especies de peces con importancia económica sean intensamente explotadas con el consecuente colapso de sus pesquerías y su tendencia a desaparecer de aquellos hábitats donde históricamente se les ha encontrado.

Bajo estas consideraciones y la apuesta de la región del alto Magdalena, especies como el *Pimelodus grosskopfii* (capaz), *Pimelodus blochii* (nicuro) y *Ageneiosus pardalis* (doncella) son consideradas como las de mayores perspectivas para el cultivo y comercialización; tanto así que instituciones y entes de desarrollo como la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Surcolombiano ACUAPEZ, la Federación Colombiana de Acuicultores FEDEACUA y las Universidades locales, han puesto en marcha la consecución de conocimiento tendiente a consolidar metodologías de producción estables para el país en dichas especies de interés productivo. Para estos propósitos se han realizado trabajos en aspectos reproductivos, utilizando diferentes inductores hormonales como Extracto de Hipófisis de Carpa EHC, una mezcla comercial de análogo superactivo de hormona liberadora de gonadotropina con un bloqueador de los receptores D2 de dopamina, conocido comercialmente como Ovaprim® (OVAP: sGnRHa + domperidona), Acetato de Buserelina Sintética (ABS) y Gonadotropina Coriónica Humana (HCG). Una vez realizados los procesos investigativos se obtuvo que la respuesta a la espermiación para el caso de capaz las mejores respuestas fueron obtenidas con EHC, con un volumen seminal entre  $1.5 \pm 5$  y  $3.0 \pm 2 \mu\text{L}$  y  $5 \pm 2.5 \mu\text{L}$  (Ovaprim®), con una movilidad mayor al 90%, mientras que para el nicuro y doncella las mejores respuestas fueron obtenidas con Ovaprim ( $20$  y  $1.3 \pm 0.4 \mu\text{L}$ , respectivamente). Por su parte, los mejores resultados de respuesta a la ovulación (hembras inducidas/hembras desovadas) en capaz, se obtuvieron con EHC, con un índice de ovulación mayor al 50%, una fecundidad relativa de  $1275 \pm 98.9$  ovocitos/gr y una fertilidad cercana al 60%. Por otra parte se encontró una respuesta positiva utilizando como inductor hormonal Ovaprim para nicuro observando un índice de ovulación alrededor del 50%, fecundidad relativa de  $1903 \pm 556.8$  ovocitos/gr y una tasa de fertilidad del 74.5%. La respuesta a la maduración final y desove en la doncella fue observada con Ovaprim con un índice de ovulación del 66.6% y una fecundidad relativa de 629.5 ovocitos/gr, quedando expectativas para seguir profundizando en el conocimiento en temas como morfología testicular, seguimiento de la espermatogénesis y ciclo reproductivo en cautiverio, caracterización bioquímica seminal y del fluido ovárico, para así tener un conocimiento certero reproductivo y su comportamiento productivo a escala comercial.

Finalmente se concluye que el uso de inductores hormonales puede ser efectivo para garantizar la reproducción inducida de estas especies, en dosis única de 0.25 y 0.5 mL/Kg de Ovaprim® para el caso del nicuro y doncella, mientras que para capaz la mejor respuesta es observada con EHC, contribuyendo de esta manera a la estandarización de procedimientos que permitan una producción estable con fines comerciales y de conservación.

**Apoyo:** Federación Colombiana de Acuicultores FEDEACUA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y a la Central de Caficultores del Huila CENTRACAFE (estación Piscícola Piedra Pintada).

**Palabras clave:** Alto Magdalena, conservación, ictofauna, manejo reproductivo, región surcolombiana.

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA FAMILIA LORICARIIDAE  
EN LA REGIÓN ANDINO-AMAZÓNICA CALOMBIANA  
(CUENCA DEL RIO HACHA, FLORENCIA - CAQUETÁ)

Chaves.L.C.

[l.chaves@udla.edu.co](mailto:l.chaves@udla.edu.co). Grupo de Investigación BYDA.

Universidad de la Amazonia., calle 5ª sur N° 18-04 Florfencia Caquetá

### Resumen

Se evaluó la composición y abundancia de la familia Loricariidae en un gradiente altitudinal en la cuenca hidrográfica del río Hacha en 3 quebradas afluentes del río Hacha (Sucre (1000 msnm), El Caraño (500 msnm) y La Yuca (250 msnm)); en cada quebrada se ubicaron cinco puntos de muestreo a partir de la confluencia con el río; con distancias de 50 m entre cada uno, se tomaron factores físicos y químicos (T°, Oxígeno disuelto, pH) tipo de sustrato y profundidad del cauce. Las colectas se realizaron mensualmente durante 11 meses (agosto 2008 a junio 2009), mediante el uso combinado de chinchorro y observación subacuática. Los ejemplares colectados se fijaron con formol al 10%, se preservaron en alcohol al 70% se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible a través de literatura especializada.

Se colectaron 1209 individuos que pertenecen a 17 especies, con respecto a la distribución altitudinal, la quebrada La Yuca presentó la mayor riqueza y abundancia, con 17 especies y 897 individuos.

La distribución temporal en la estación la Yuca se observó que para los meses de aguas altas (Junio-Diciembre), las especies *Ancistrus* cf. *lineolatus*, *Chaetostoma vagum* e *Hypostomus hemicoelhidon* son las más abundante; en aguas bajas *Ancistrus* sp1 y *Limatulichthys* sp obtuvo la mayor abundancia. Para la estación el Caraño la mayor abundancia en de aguas bajas (Enero a Mayo) fue *Chaetostoma anale* con el 52,17%, diferente a la estación Sucre donde la mayor abundancia la presento *Chaetostoma vagum* con el 75,7%. Sin embargo la mayor riqueza se presento en el mes de noviembre para ambos sitios.

En general la riqueza de las estaciones Sucre y El Caraño fue significativamente menor con dos especies y la estación La Yuca con 17 especies (índice de Margalef y Shannon- Wiener), a pesar de esa diferencia, no se observó en el espacio una marcada diversidad para cada

estación. Las especies dominantes variaron espacial y temporalmente, siendo las más frecuentes *Hypostomus hemicochlidon* en la parte baja y en la parte alta *Chaetostoma vagum*.

La dominancia del género *Chaetostoma* se debe a la predominancia de ambientes lóticos asociada a fondos rocosos, aguas poco profundas y rápidas por ser oligotróficos Dahl, (1971), como es el caso de la estación El Caraño y Sucre similar a lo reportado por Habit *et al* (2003) quienes indican que la diversidad se incrementa desde el nacimiento a la desembocadura. Este patrón de distribución y composición de las comunidades ícticas, que ocurren en los ríos, han sido observados por Hughes, (1987); Matthews *et. al.*, (1988); Ostrand y Wilde, (2002) que le atribuyen a estos cambios espaciales efectos del orden del río; a las condiciones ambientales Connel, (1978); Medeiros y Maltchik, (2001); a la estructura y complejidad del hábitat Gorman y Karr, (1978); a las interacciones bióticas Meffe, (1984) así mismo la unión de las quebradas con el río principal en este caso El Hacha, contribuye a explicar el alto número de especies y la similitud en la estructura y composición de sus comunidades.

Además de las especies reportadas por Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2005), se encontró a *Chaetostoma anales*, *Panaque albomaculatus*, *Metaloricaria* sp, *Hypostomus hemicochlidon*, *Loricaria cataphracta*, *Paraloricaria* sp y *Pseudohemiodon* sp nuevos reportes para la Amazonia Colombiana.

Así mismo con relación a la amplitud de nicho se observan tres grandes grupos dentro de los cuales tenemos los géneros *C. vagum* y *C. anales* con 2.66 bits y 2.48 bits que ocupan el primer lugar, el segundo grupo con *Ancistrus cf lineolatus* (1.59 bits) hasta *Loricaria cataphracta* con 1.08 bits; en el último con la *Peckoltia vittata* (0.80 bits) hasta *Panaque albomaculatus* 0.00 bits y nos muestra poca información de la estructura de la comunidad por su baja abundancia.

## **Referencias**

- Connel, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1309.
- Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA, Bogotá.
- Fowler, H. 1943. Fishes of Chile. Systematic Catalog. *Revista Chilena de Historia Natural* 54: 22-57.
- Galvis G., Mojica J. I., Camargo M. 1997. Peces del Catatumbo. Santafé de Bogotá, D C. Mayo Asociación Cravo Norte. D"Vinni Editorial Ltda. 118 p.

- Gordon, N. D., T. A. McMahon y B. L. Finlayson. 1992. Stream Hydrology. An introduction for ecologists. Centre for Environmental Applied Hydrology. University of Melbourne. John Wiley y Sons Habit, E., P.
- Victoriano y A. Rodriguez-Ruiz. 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamblaje de peces de un sistema fluvial de bajo orden del centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 76:3-14.
- Hughes, R.M. 1987. Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in the Willamette River, Oregon. Transactions of the American Fisheries Society, 116: 196-209.
- Matthews *et. al.*, (1988) Critical current speeds and microhabitats of the benthic fishes *Percina roanoka* and *Etheostoma flabellare*". *Environmental Biology of Fishes*, 12: 303 – 308
- Medeiros, E.S.F. y Maltchik, L. 2001. Diversity and stability of fishes (Teleostei) in a temporary river of the Brazilian semiarid region. *Iherringia Série Zoológica*, 90: 157-166.
- Meffe, G.K. 1984. Effects of abiotic disturbance on coexistence of predator-prey fish species. *Ecology*, 65 (5): 1525-1534.
- Ortega-Lara A., O. Murillo, C. Pimienta, E. Sterling. 2000. Los peces del alto Cauca, riqueza ictiológica del Valle del Cauca. Editorial Imagen Corporativa. Cali, Colombia. 69 p.
- Ostrand, K.G. y Wilde, G.R. 2002. Seasonal and spatial variation in a prairie stream-fish assemblage. *Ecology of Freshwater Fish*, 11: 137-149.
- Santamaría C. A. 1995. Lista de los peces encontrados en los ambientes lenticos del río Igara – Paraná. *Revista Colombia Amazónica* 8 (1): 71-106.

**Palabras clave:** Loricariidae, Composición, Abundancia, Gradiente altitudinal, Amazonía colombiana, Río Hacha.

## LOS PECES LORICARIDOS (SILURIFORMES: LORICARIIDAE): UN GRUPO ZOOLOGICO MEGADIVERSO

**Provenzano, F.**

Universidad Central de Venezuela, Instituto de Zoología y Ecología Tropical,  
Facultad de Ciencias, UCV, Apartado 47058, Los Chaguaramos, Caracas,  
Venezuela. francisco.provenzano@ciens.ucv.ve.

### **Resumen**

La diversidad biológica, a veces confundida con el término riqueza, es una medida de la cantidad de especies de plantas o animales que pueden identificarse o reconocerse, es decir no es simplemente un número (lo cual corresponde a riqueza) adicionalmente, incluye la identidad de cada una de las especies. Existen varios ámbitos o áreas del conocimiento donde se relaciona la diversidad biológica. Por ejemplo, si relacionamos la diversidad biológica con un área geográfica determinada, se habla de una región megadiversa, inclusive de países megadiversos. Para los paleontólogos es importante relacionar la diversidad biológica con el tiempo, pues esto puede indicarnos épocas geológicas con alta o con baja diversidad de especies. A su vez estos resultados pueden relacionarse con la existencia de cambios ambientales ocurridos en el pasado producto de varios hechos, por ejemplo: Las glaciaciones, los movimientos de las placas continentales, las transgresiones o regresiones marinas, la caída de meteoritos, etc. Estos ejemplos muestran la importancia de la diversidad biológica como herramienta fundamental en la interpretación de variados tópicos. Desde hace varios años he centrado mis investigaciones en los peces agrupados en la Familia Loricariidae. A nivel mundial, la Familia Loricariidae es el grupo más diverso de los peces conocidos popularmente como bagres (Orden Siluriformes). Se han registrado más de 800 especies válidas, cifra que se encuentra en continuo incremento. Exclusivos de los ambientes dulceacuícolas de la región Neotropical, se encuentran desde Costa Rica (Centro América) hasta el norte de Argentina. En el borde occidental de Suramérica se encuentran desde Panamá hasta el sur de Perú. Su cuerpo cubierto total o parcialmente con placas óseas, su boca en posición ventral y en forma de disco succionario son características morfológicas externas que permiten reconocerlos fácilmente.

En este seminario se analizan y discuten los factores que han permitido o facilitado los procesos de diversificación (especiación) de este grupo de peces. El punto de partida del análisis lo constituyen las hipótesis filogenéticas, que han sido propuestas, entre los Siluriformes y dentro de la familia Loricariidae. Las hipótesis de relaciones filogenéticas propuestas recientemente para los Siluriformes (de Pinna 1998, Diogo 2004 y Sullivan Lundberg y Hardman 2006) indican que el grupo Loricarioidea, donde se encuentra

incluida la familia Loricariidae, es un grupo basal en la evolución de los Siluriformes. Si estos resultados se combinan con las hipótesis sobre las edades mínimas de algunos grupos o especies de bagres, se pueden proponer que el origen de la familia Loricariidae es considerablemente remoto. Lo cual puede indicarnos que el tiempo transcurrido desde su origen es suficientemente largo para impulsar, facilitar o promover los procesos de diversificación. Hasta los momentos, la familia Loricariidae agrupa 6 subfamilias (Reis, Pereira y Armbruster. 2006), 4 de ellas agrupan más de 100 especies, el análisis de las relaciones filogenéticas entre estas subfamilias (Schaefer 1987, Armbruster 2004) puede sugerirnos las rutas evolutivas, las pautas de dispersión de las especies y posibles procesos de extinción y especiación. La familia Loricariidae está restringida a la región Neotropical, su amplia distribución geográfica y su probable fecha de origen parecen indicar que las especies de la familia Loricariidae han estado sometidas, a una buena parte, de los eventos geológicos y climáticos de esta región geográfica. Estos eventos pudieron promover o desfavorecer la diversificación. Adicionalmente, a los eventos históricos que actúan en la diversificación de los grupos, existen factores biológicos y ecológicos presentes en la familia Loricariidae que podrían influir positivamente en el mantenimiento o impulsar la diversidad. Aspectos tales como, la alimentación, la reproducción, la resistencia a condiciones ambientales adversas, las preferencias de hábitats, etc. pueden explicar parcialmente el éxito en la diversificación de la familia. Finalmente, deben tomarse en consideración características genéticas que favorecen los cambios en los organismos. Esta observación se deriva de una comparación entre tres familias de los Loricarioidea. En la familia Trichomycteridae, el género *Trichomycterus* agrupa a casi 200 especies. Lo interesante en este caso es que hay casi 200 especies pero todas tienen un patrón morfológico similar, el patrón *Trichomycterus*. En la familia Callichthyidae, el género *Corydoras* también agrupa a unas 200 especies. De forma similar, al caso de *Trichomycterus*, todas tienen el patrón morfológico del género *Corydoras*. En la familia Loricariidae, la diversidad a nivel de géneros es muy alta alrededor de 120 géneros. Pero hay pocos géneros con más de 50 especies (*Hypostomus*, *Rineloricaria* y *Ancistrus*). Adicionalmente, a los factores sugeridos e indicados, es probable que entre las especies de la familia Loricariidae exista algún factor genético que favorezca o promueva cambios morfológicos de mayor envergadura. Este o estos factores genéticos también deben ser considerados al momento de explicar la extraordinaria diversidad de la familia Loricariidae. En conclusión, la alta diversidad de la Familia Loricariidae puede ser producto de la combinación de una serie de factores históricos, filogenéticos, biológicos y ecológicos.

## Referencias

Armbruster, J. W. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and Ancistrinae. Zoological Journal of the Linnean Society, 141: 1-80.

De Pinna, M. C. C. 1998. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): Historical overview and synthesis of hypotheses. In: Malabarba, L.R., Reis, R.E., Vari, R.P., Lucena, Z.M. y Lucena, C.A.S. (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, pp. 279-330.

Diogo, R. 2004. Phylogeny, origin and biogeography of catfishes: support for a Pangean origin of “modern teleosts” and reexamination of some Mesozoic Pangean connections between the Gondwanan and Laurasian supercontinents. *Animal Biology*, 54(4): 331-351.

Reis E. R., E. H. L. Pereira y J. W. Armbruster. 2006. Delturinae, a new loricariid catfish subfamily (Teleostei, Siluriformes), with revisions of *Delturus* and *Hemipsilichthys*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 147: 277-299.

Sullivan, J. P., J. G. Lundberg y M. Hardman 2006, A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using rag1 and rag2 nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 41: 636-662.

Schaefer, S. A. 1987. Osteology of *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus), with a phylogenetic analysis of the loricariid subfamilies (Pisces: Siluroidei). *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*, 394: 1-31.

**Palabras clave:** diversidad, especiación, filogenia, peces loricáridos, región neotropical.

## MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Hevea brasiliensis* CON ÉNFASIS EN LA RESISTENCIA A *Microcyclus ulei*: NUEVOS CLONES ÉLITES PARA LA AMAZONÍA COLOMBIANA

Sterling-C., A.<sup>1</sup>; Rodríguez-L., C. H.<sup>2</sup>; Betancurt-P. B.<sup>2</sup>; Mazorra-V., A.<sup>2</sup>; Quintero-B., L.<sup>2</sup>; Rodríguez-A., O.L.<sup>2</sup>; Bonilla-R., N. C.<sup>3</sup>; Dussan-H., I.<sup>4</sup>; Galindo-R., L.C.<sup>5</sup>; Hernández, J.E.<sup>4</sup>; Plaza-P., C.D.<sup>5</sup>; Polo-M., F.H.<sup>5</sup>; Gamboa-T., A.<sup>5</sup>; Zapata, J.A.<sup>5</sup>; Ossa-A., E.<sup>5</sup>; Llanos, H.<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Investigador Principal, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede Florencia. Calle 17 No. 11-67 2º Piso, Florencia, Caquetá (Colombia).  
E-mail: [asterling@sinchi.org.co](mailto:asterling@sinchi.org.co) (Autor para correspondencia).

<sup>2</sup>Co-investigadores, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI,  
<sup>3</sup>Docente-Investigadora, Universidad de la Amazonia, <sup>4</sup>Co-investigadores Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA,  
<sup>5</sup>Coinvestigadores - Contratistas, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI

### Resumen extendido

**Introducción.** El caucho natural *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell.-Arg es una especie forestal perennifolia cuya principal fuente de aprovechamiento es la producción de látex. El hongo *Microcyclus ulei* (P. Henn v. Arx.) causante del Mal Suramericano de las Hojas, por sus siglas en inglés SALB (South American Leaf Blight), es el principal limitante del cultivo en América (Gasparotto *et al.*, 1997). Este estudio tuvo como objetivo seleccionar y evaluar nuevos clones de *H. brasiliensis* promisorios para la Amazonia colombiana a partir del rescate del germoplasma local procedente de 99 árboles francos élités, obtenidos por polinización cruzada natural (origen sexual) en fincas de productores en el Departamento del Caquetá.

**Metodología.** Los materiales élités seleccionados en las fincas y el clon testigo IAN 873, se clonaron y propagaron en un Campo Clonal a Pequeña Escala CCPE de 10,1 ha el cual se estableció en julio de 2009 en el municipio de Belén de los Andaquíes (Caquetá, Colombia). El experimento consistió en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro bloques y parcelas (genotipos) divididas en el tiempo (periodos pluviométricos). En la selección final de élités se analizaron tres aspectos fundamentales: 1) desempeño y productividad precoz (microsangría); 2) incidencia de cinco plagas e

incidencia y severidad de ocho enfermedades; 3) resistencia a *M. ulei* en campo y en condiciones controladas. Los mejores genotipos élitos se caracterizaron morfológica y molecularmente (microsatélites). Se realizaron análisis univariados (Anova y prueba de Tukey al 5% de significancia) y multivariados (correlación canónica, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados jerárquicos). Los análisis estadísticos se realizaron con los programas Statistix 9.0, Statistica 7.0, Info-Gen y SPSS V.15.

**Resultados y discusión.** La supervivencia de los mejores élitos en CCPE, osciló entre 83.2% y 100 %. Se encontraron diferencias entre los 100 genotipos evaluados para la altura y el vigor (ambos  $P < 0.01$ ). A los 22 meses del establecimiento del CCPE, la altura osciló entre 1.8 y 4.8 m y el vigor entre 5.2 y 12.8 cm. Según Sterling y Correa (2010), la diferenciación en la altura bajo las condiciones de la Amazonia colombiana puede atribuirse al genotipo y al periodo hidrológico. Se seleccionaron 31 genotipos (30 élitos y el testigo, IAN 873) para las pruebas de microsangría, y se encontraron diferencias significativas en la producción de caucho fresco y caucho seco ( $P < 0.01$ ) con una media de 0.103 g y 0.02 g respectivamente. Según Goncalves *et al.* (2001), la producción es un carácter dependiente de la adaptación del clon a las condiciones ecológicas y al vigor. En relación con los parámetros fitosanitarios, las plagas con mayor incidencia en el CCPE fueron gusano cachón (10.6%) y áfidos (2.7%). En enfermedades, las incidencias de antracnosis, costra negra, mancha areolada, mancha de corinespora, mancha de perdigón, SALB y mancha de alternaria presentaron diferencias significativas entre genotipos y períodos pluviométricos (ambos  $P < 0.01$ ). La antracnosis y la mancha de corinespora fueron las más frecuentes. Sólo la requema no presentó diferencias significativas entre genotipos y periodos para las variables de severidad. Los problemas fitosanitario más frecuentes y severos en diversos clones americanos y de origen oriental en América (Gaparotto *et al.*, 1997; Garzón, 2000) coinciden con los resultados de éste estudio, sin embargo, los genotipos élitos presentaron un nivel de tolerancia superior. Se presentaron signos y síntomas característicos de *M. ulei* en el 85% de los materiales vegetales evaluados en CCPE. Se encontraron diferencias significativas en el ataque, la esporulación y la formación de estromas entre los 100 genotipos ( $P < 0.01$ ) y entre los cinco períodos pluviométricos considerados en el estudio ( $P < 0.01$ ). El 6% de los materiales evaluados fueron parcialmente resistentes (PR) a *M. ulei*, el 79% fueron altamente susceptibles (AS) y el 15% fueron completamente resistentes (CR). En condiciones controladas, se evaluaron 30 materiales élitos, en donde el 81% de los mismos fueron PR y el 19% AS. Sterling *et al.* (2010), afirmaron que el ataque de *M. ulei* está influenciado por el genotipo y por el régimen pluviométrico. Los 10 mejores genotipos élitos de *H. brasiliensis* (10 nuevos clones) denominados en adelante como la serie ECC (Élite Caquetá Colombia) fueron en su orden: ECC 66, ECC 73, ECC 90, ECC 64, ECC 29, ECC 35, ECC 83, ECC 25, ECC 60 y ECC 89. La caracterización morfológica y molecular permitió identificar que los genotipos más distantes, ECC66 y ECC25, fueron los que mostraron la mejor resistencia a *M. ulei*.

**Conclusiones.** Los mejores genotipos resistentes, resultaron ser muy importantes en la búsqueda de resistencia horizontal, dado que su origen sexual (árbol franco) proveniente de parentales principalmente policlonales, constituye una barrera genética que contraresta la variabilidad fisiológica del patógeno tanto en su etapa asexual como en su desarrollo estromática (fase sexual) bajo las condiciones de la Amazonia colombiana.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al proyecto: Evaluación fitosanitaria y de desempeño agronómico de materiales vegetales élite promisorios de *Hevea brasiliensis* (potenciales nuevos clones) presentes en el sistema productivo del departamento del Caquetá, resistentes a *Microcyclus ulei* bajo condiciones controladas y naturales. Contrato No. 116-2008I4819-3692 CIAT-SINCHI derivado del convenio No. 054/08 MADR-CIAT, por el soporte económico a la presente investigación.

### **Referencias**

Garzón, F. 2000. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) con énfasis en la amazonia colombiana. Sinchi-Plante. Ed. Produmedios. Bogotá. 63 p.

Gasparotto L., Dos Santos A.F., Pereira J.C.R. & Ferreira F.A. 1997. Doenças na seringueira do Brasil. EMBRAPA Amazônia Occidental. Brasília, 148 p.

Gonçalves P. De S.; Bataglia, O. C.; Ortolani, A. A. & Fonseca F. Da S. 2001. Manual de Heveicultura para o Estado de São Paulo, Série Tecnologia APTA. IAC.20 p.

Sterling, A.C. & Correa, J. 2010. Desempeño de una colección clonal de caucho en periodo de inmadurez en la Amazonia colombiana. Ingenierías & Amazonía 3 (1): 16-27.

Sterling, A.C., Galindo, L.C. & Correa, J. 2010. Incidencia y severidad de *Microcyclus ulei* en una colección de caucho en la amazonia colombiana. Ingenierías & Amazonía 3 (2): 93-104.

**Palabras clave:** Amazonia colombiana, caucho natural, genotipos élites, desempeño, resistencia genética

## CAPITULO 2 - BIOPROSPECCIÓN

### ANÁLISIS DE RELACIONES ESTRUCTURA-ACTIVIDAD POR EXCLUSIÓN SINTÉTICA DE GRUPOS: EL CASO DE LA 4- HIDROXIANIGORRUFONA Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Otálvaro, F

Síntesis y Biosíntesis de Metabolitos Naturales. Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia. Calle 67# 53-108, AA. 1226. Medellín, Colombia. E-mail: [pipelion@quimica.udea.edu.co](mailto:pipelion@quimica.udea.edu.co). Tel: (4) 2195653

#### **Resumen**

Todo estudio de relación estructura-actividad debe comenzar por una apreciación cualitativa de los factores estructurales de la plantilla que más inciden en la actividad a explorar. Existen varias formas de hacer esto, dentro de las que destacan los diseños de variabilidad estructural aleatoria (síntesis en paralelo y combinatorial), sin embargo, dada la cantidad de recursos financieros que estas técnicas exigen, dichos estudios son inviables en el entorno investigativo de nuestro país. El método de exclusión sintética de grupos es un método comparativo en el cual los grupos funcionales de una molécula plantilla son sustituidos sistemáticamente por hidrógenos. De esta forma se logra obtener información valiosa sobre las características tanto electrónicas como topológicas necesarias para la actividad deseada con un número mucho menor de análogos sintéticos. Esta conferencia ilustra la efectividad de esta aproximación para el caso de la 2,4-dihidroxi-9-fenil-1*H*-fenalen-1-ona (4-hidroxianigorrufona), un metabolito fenólico aislado de *Anigozanthos flavidus* y *Monochoria elata*. La serie de análogos sintetizada fue evaluada mediante ensayos de actividad captadora de radical peroxilo (ORAC) y poder reductor férrico (FRAP).

**Palabras clave:** 4-hidroxianigorrufona, FRAP, ORAC, análisis estructura-actividad, *Monochoria elata*, *Anigozanthos flavidus*.

## BÚSQUEDA DE PRODUCTOS NATURALES MARINOS BIOACTIVOS. UNA EXPERIENCIA EXITOSA PARA COLOMBIA

Castellanos, L.; Ramos, F.A.; Duque, C.

Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.  
[lcastellanosh@bt.unal.edu.co](mailto:lcastellanosh@bt.unal.edu.co), Carrera 30 No. 45-03, Edificio de Química, Lab. 401-1., Bogotá D.C.

### Resumen

A diferencia de los organismos terrestres, los organismos marinos deben vivir en condiciones medioambientales extremas como altas presiones, altas concentraciones de sales, bajas cantidades de nutrientes, bajas temperaturas, condiciones limitantes de luz y bajo contenido de oxígeno. Para sobrevivir a estas condiciones los organismos marinos poseen características únicas que los diferencian de los organismos terrestres, tales como el metabolismo, el comportamiento, la transferencia de información y las estrategias de adaptación. Estos hechos han llamado la atención de los investigadores en productos naturales, iniciando el estudio de los productos naturales marinos en la década de los 60, lo que ha permitido aislar más de 20,000 compuestos desde ese momento (Gu-Ping *et al.* 2011). Muchos de estos organismos han demostrado ser una fuente importante de compuestos con actividad biológica (citotóxicos, antibacteriales, antifúngicos, antitumorales, etc.) (Blunt *et al.* 2011), siendo interesante notar que algunos de estos compuestos ya se encuentran en el mercado como fármacos y otros son aprovechados por industrias como la cosmética y la de alimentos. No obstante, la inmensa mayoría de la biodiversidad marina permanece aún sin explorar, en particular los microorganismos, algunos invertebrados de profundidad, entre otros.

De otro lado, Colombia tiene costas en dos océanos y una diversidad marina inmensa que tan sólo ha sido estudiada parcialmente a través de esfuerzos particulares de investigadores colombianos y extranjeros, pero no de manera sistemática. La expectativa de encontrar nuevas fuentes de compuestos bioactivos, y en términos más generales compuestos útiles para el hombre, a partir de especies marinas colombianas, es el principal objetivo de nuestro grupo de investigación. Este camino se inició hacia el año de 1980 con la asociación de la Dra. Carmenza Duque y el Dr. Sven Zea, quienes lograron conseguir la ayuda financiera de Colciencias y dieron inicio a la primera línea de investigación en Productos Naturales Marinos en el país. Durante estos años el grupo de investigación ha formado una gran cantidad de investigadores en productos naturales, muchos de los cuales son ahora líderes de grupos de investigación en PN en otras universidad, lo que le ha valido el reconocimiento nacional e internacional (Duque *et al.*, 2003).

Durante estos treinta años de investigaciones se han consolidado cuatro líneas de investigación principales, que incluyen: la búsqueda de Compuestos Bioactivos (antimicrobianos, citotóxicos, antiinflamatorios, antifouling, inhibidores de acetilcolinesterasa, inhibidores del *Quorum sensing*); Quimiotaxonomía, Ecología Química, y Microbiología Marina. Para lo anterior hemos tenido que profundizar en técnicas de separación (cromatografía líquida y de gases), elucidación estructural (RMN, MS, IR, etc.), haciendo especial énfasis en la determinación de la estereoquímica absoluta (Mosher, Murata, DC etc.), y la semisíntesis, iniciando estudios de relación estructura actividad. Adicionalmente, hemos visto la necesidad de iniciar estudios que nos permitan abordar el problema del suministro (*supply*) de las moléculas bioactivas identificadas en nuestros trabajos, lo que nos ha conducido a caminos de la maricultura y la biotecnología. (Valderrama *et al.*, 2009; Dirección web grupo de investigación).

En este seminario se abordarán los temas de investigación más recientes de nuestro grupo. Entre ellos, la búsqueda de compuestos con actividad antifouling a partir de organismos marinos y algunas plantas (incluyendo *Capsicum spp*) así como algunos resultados de nuestra búsqueda de compuestos con actividad antiinflamatoria, inhibitoria del *Quorum sensing* e inhibitoria de la acetilcolinesterasa. En todos los casos se profundizará en los bioensayos empleados para monitorear la actividad, las técnicas de elucidación estructural empleadas, dando detalles de los análisis para asignar la configuración absoluta, y en los esfuerzos semisintéticos empleados en la búsqueda de análogos estructurales con actividad biológica mejorada. (Duque, 2010; Mayorga *et al.*, 2011; Reina *et al.*, 2011; Tello, *et al.*, 2011;)

### **Agradecimientos**

Colciencias (Colombia), Fundación Banco de la República (Colombia), IPCS Uppsala University (Suecia), Ministry of Education Science Sports, Culture and Technology of Japan (Japón), Ministerio del Interior y Desarrollo territorial (Colombia), Asociación Nacional de Cafeteros (Colombia), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR (Colombia), División de Investigación Bogotá (DIB) Universidad Nacional de Colombia (Colombia).

### **Referencias**

Blunt, J.W; Copp, B. R; Munro, M. H. G; Northcote, P. T; Prinsep, M. R. 2011 Marine Natural Products. *Nat. Prod. Rep.* 28. 196–268 y revisiones anteriores de los mismos autores.

Duque, C. 2010 *Pseudopterogorgia elisabethae*, una pluma de mar con excelente potencial como fuente de productos naturales con aplicación industrial *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 130, 89-102

Duque, C.; M. Puyana; O. Osorno y S. Zea. 2003. Análisis retrospectivo de las investigaciones en productos naturales marinos en Colombia durante los últimos quince años. En: El Mundo Marino de Colombia: investigación y desarrollo de territorios olvidados. Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR, Universidad Nacional de Colombia. 313-329 p.

Dirección web del grupo de investigación [www.ciencias.unal.edu.co/pnmarinos](http://www.ciencias.unal.edu.co/pnmarinos)

Gu-Ping, H.; Jie, Y.; Li, S.; Zhi-Gang, S.; Jue-Heng, W.; Xiu-Jian, L.; Xun, Z.; Yong-Cheng, L.; Sheng-Ping, C. 2011 Statistical Research on Marine Natural Products Based on Data Obtained between 1985 and 2008 *Mar. Drugs* 9, 514-525.

Mayorga, W.; Urrego, N.; Castellanos, L.; Duque, C. 2011 Cembradiene diterpenoids from the Caribbean Sea Whip Eunicea sp. *Tetrahedron Letters*. 52, 2515 - 2518.

Reina, E.; Puentes, C.; Rojas, J.; García, J.; Ramos, F.A.; Castellanos, L.; Aragón, M.; Ospina, L.F. Fuscoside E: A strong anti-inflammatory diterpene from Caribbean octocoral *Eunicea fusca* Submitted to *Bioorg. Med. Chem. Letters*

Tello, E.; Castellanos, L.; Arevalo-Ferro, C.; Rodríguez, J.; Jiménez, C.; Duque C. 2011 Absolute Stereochemistry of Antifouling Cembranoid Epimers at C-8 from the Caribbean Octocoral *Plexaura* sp. Revised structures of plexaurolones. Submitted to *tetrahedron*

Valderrama-Pereira, A.K. "Valoración de la oferta natural de (+)-discodermolido por la esponjas marina del Caribe continental colombiano *Discodermia dissoluta*" Universidad Nacional De Colombia. Departamento de Química. Maestría en Ciencias Química. Enero de 2010.

**Palabras clave:** Actividad biológica, Bioprospección, Ocotocorales, Esponjas, Productos naturales marinos.

## PRODUCCIÓN DE BIODIESEL DE SEGUNDA GENERACIÓN: ¿ALTERNATIVA O PROBLEMÁTICA?

Daza Velásquez, C.

Químico, Ph.D.

Profesor Asistente Departamento de Química. Pontificia Universidad  
Javeriana. Bogotá, Colombia.

### Resumen

La obtención de nuevos combustibles con beneficios desde los puntos de vista económico y ambiental se constituye en un reto de gran importancia a nivel mundial dados los impactos generados por la crisis energética y la preocupación causada por los altos niveles de contaminación atmosférica. Nuestro país, se ha unido a los esfuerzos mundiales y en 2001 impulsó la ley 693 de alcoholes carburantes que exige la oxigenación de las gasolinas con un 10% de alcohol derivado de la caña de azúcar y la combinación del petro-diesel con un 10% de un derivado natural conocido como Biodiesel (B10)<sup>1</sup>.

El biodiesel es un combustible procesado equivalente al diesel que está compuesto por mono-alquil-ésteres de ácidos grasos derivados de fuentes lipídicas como aceites naturales o grasa animal (de acuerdo con la norma ASTM D-6751) (Janaun y Ellis 2010). Dicho producto es un combustible amigable ambientalmente ya que no produce grandes contaminantes volátiles como el petro-diesel con calores de combustión comparables e incluso superiores a combustibles convencionales como el carbón. Se estima que el biodiesel disminuye en promedio un 82% la emisión de CO, en 53% la de CH<sub>x</sub>, en 106% la de NO<sub>x</sub> y en 50% la de CO<sub>2</sub>. Además, este combustible contiene mínimos niveles de azufre, menores niveles de compuestos aromáticos y mayor bio-degradabilidad que aquel derivado del petróleo (Janaun y Ellis 2010).

El proceso de producción del biodiesel implica básicamente los pasos de extracción del aceite, refinado, producción catalítica y almacenaje-transporte; su precio por barril es dos veces mayor al petro-diesel convirtiéndose en un producto de gran valor agregado e interés económico. El desempeño fisicoquímico del biodiesel no es menos importante ya que incrementa la vida útil de los motores al reducir el desgaste proporcionando un 63% más de lubricidad que los combustibles comunes (Bhatti *et al.* 2008).

---

<sup>1</sup> <http://www.fedepalma.org/biodiesel.htm> y referencias allí citadas.

El método de obtención más común del biodiesel es el proceso de trans-esterificación, utilizando catalizadores homogéneos ácidos o básicos, cuya finalidad principal es disminuir la viscosidad del aceite natural y hacerlo un producto comercial de interés (Leung *et al.* 2010). No obstante, se conocen métodos alternativos, pero poco estudiados, como la inter-esterificación con acetato de etilo empleando lipasas y la pirólisis heterogénea. Los ácidos grasos empleados en el proceso son principalmente extraídos a partir del aceite de soya, de palma y/o de girasol, aunque se conocen métodos que están empezando a utilizar aceites de cocina residuales (Li *et al.* 2010). En Colombia, la palma africana es el recurso más importante para la producción de bio-diesel, actualmente, existen diversas zonas de plantación con importantes recursos gubernamentales como sustento y una planta de producción de 300.000 ton/año en la refinería de Barrancabermeja<sup>2</sup>.

En la actualidad, la tecnología preferida para la producción de biodiesel es la trans-esterificación con catálisis homogénea básica que alcanza altos rendimientos de conversión (hasta 98%) con tiempos de residencia relativamente cortos y muy pocas reacciones secundarias. Mediante este método existe la posibilidad de utilizar materiales convencionales (acero al C) en la construcción de los equipos por la baja agresividad química de los reactivos empleados. Sin embargo, en la catálisis homogénea básica el catalizador no se recupera haciendo el proceso relativamente costoso y necesariamente implicando un proceso de purificación del producto (Leung *et al.* 2010).

Para solucionar estos inconvenientes, se ha recurrido al uso de catalizadores heterogéneos con características básicas superficiales tales como zeolitas, hidrotalcitas y/o óxidos de transición de características básicas los cuales no corroen el material del reactor, pueden reutilizarse en procesos prolongados de producción, tienen alta selectividad y su costo es relativamente bajo. No obstante, las conversiones que se logran son, en comparación con las obtenidas con los catalizadores homogéneos, incipientemente bajas para ser comercialmente aplicables. El reto investigativo está en el desarrollo de materiales con altas conversiones y altas estabilidades químicas que puedan usarse bajo tiempos prolongados de operación (Puna *et al.* 2010).

Por otra parte, hoy en día, se está generando una discusión política y ambiental importante alrededor de destinar recursos agroalimentarios para la producción de combustibles. En tal sentido, se ha impulsado la producción de lo que se conoce como biodiesel de segunda generación. Dicho combustible está elaborado a partir de procesos tecnológicos mejorados y materias primas que no se destinan a la alimentación y que se cultivan en terrenos no agrícolas y/o marginales.

La principal materia prima para esta nueva generación de biocombustibles es la biomasa lignocelulósica, cuya estructura química es más difícil de descomponer pero posee

---

<sup>2</sup> <http://www.fedepalma.org/biodiesel.htm> y referencias allí citadas.

importantes ventajas respecto a las materias primas de primera generación. Asimismo, también se presentan como fuentes alternativas de materia prima algunos tipos de microalgas, que además de producir aceites que pueden transformarse en biodiesel, absorben grandes cantidades de CO<sub>2</sub> (Chisti 2007).

### **Conclusión**

El panorama general del tema que fue descrito nos indica la necesidad de desarrollar metodologías de producción de bio-combustibles que cumplan con los requisitos que hoy en día son necesarios para satisfacer la demanda comercial. Dentro de estos aspectos, quedan interrogantes investigativos en los siguientes aspectos: *i*). Mejoramiento de la producción de aceites empleando recursos naturales renovables y que no representen conflictos de intereses, *ii*). Desarrollo de un sistema catalítico de producción eficiente y rentable y, *iii*). Obtención de biodiesel de características fisicoquímicas mejoradas respecto al que se está usando actualmente.

### **Referencias**

Bhatti, H. N., Asif Hanif, M., Qasim, Rehman A. "Biodiesel production from waste tallow". *Fuel*, 87 (13-14) (2008) 2961-2966.

Chisti, Y. "Biodiesel from microalgae". *Biotechnology Advances*, 25 (3) (2007) 294-306.

Janaun, J., Ellis, N. "Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (4) (2010) 1312-1320

Leung, D. Y.C., Wu, X., Leung, M.K.H. "A review on biodiesel production using catalyzed transesterification" *Applied Energy* 87 (4) (2010) 1083-1095.

Li, Q., Zheng, J., Yan, J. "Biodiesel preparation catalyzed by compound-lipase in co-solvent". *Fuel Processing Technology*, 91(10) (2010) 1229-1234.

Puna, J.F., Gomes, J.F., Joana, M., Correia, N., Soares Dias, A.P., Bordado, J.C. "Advances on the development of novel heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides in biodiesel" *Fuel*, 89 (11) (2010) 3602-3606.

## DISEÑO, SÍNTESIS Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE NUEVOS LIGANDOS DEL RECEPTOR NICOTÍNICO DE ACETILCOLINA

Pérez E. G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Pontificia Universidad Católica de Chile, [eperezh@uc.cl](mailto:eperezh@uc.cl), Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

### Resumen

Los **receptores de acetilcolina de tipo nicotínico (nAChRs)** son canales iónicos de señalización rápida, ampliamente expresados en el sistema nervioso de animales vertebrados e invertebrados, que ejercen como receptores del neurotransmisor acetilcolina. Distintas evidencias apuntan a que una de las principales funciones de los nAChRs es regular la función de distintas vías nerviosas, modulando la actividad de poblaciones neuronales y/o la liberación de otras sustancias neuroactivas como las aminas biogénicas (Millar y Gotti 2009). Existen varios subtipos de nAChRs, pero nuestro interés está centrado en los subtipos  $\alpha 7$  y  $\alpha 9 \alpha 10$  por su posible papel en la angiogénesis y el sistema auditivo respectivamente (Grozio *et al* 2008, Gómez-Casati *et al.* 2005).

Se sintetizaron dos series de compuesto se utilizando metodologías reportadas en la literatura y la estructura general para cada una de ellas se representa en la figura 1.

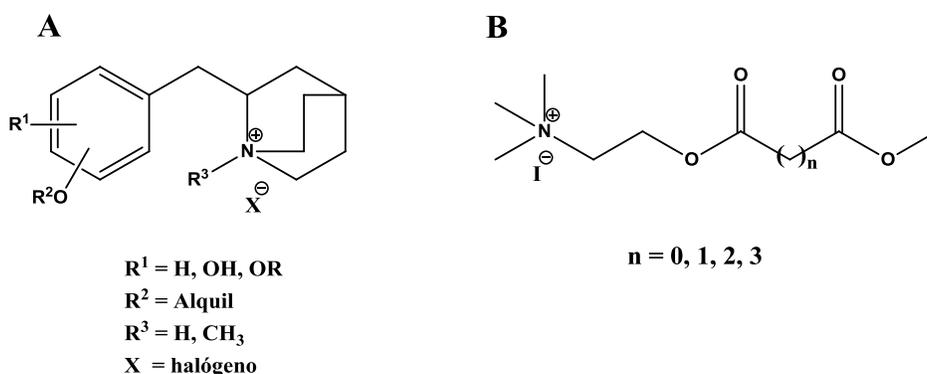


Figura 1. Ligandos sintetizados para el receptor nicotínico de acetilcolina.

Los ligandos tipo A mostraron afinidad selectiva por el subtipo  $\alpha 7$  por lo que se convierten en candidatos como posibles inhibidores de la angiogénesis.

Los ligandos tipo B mostraron actividad agonista del nAChR subtipo  $\alpha 9 \alpha 10$  por lo que serían los primeros agonistas sintéticos para este subtipo.

### **Referencias**

Gómez-Casati, M. E.; Fuchs, P. A.; Elgoyhen, A. B.; Katz, E. 2005. Biophysical and pharmacological characterization of nicotinic cholinergic receptors in rat cochlear inner hair cells. *The Journal of Physiology.*, 566, 103-112.

Grozio, A.; Paleari, L.; Catassi, A.; Servent, D.; Cilli, M.; Piccardi, F.; Paganuzzi, M.; Cesario, A.; Granone, P.; Mourier, G.; Russo, P. 2008. *International Journal of Cancer* , 122, 1911-1915.

Millar, N. S.; Gotti, C. 2009. Diversity of vertebrate nicotinic acetylcholine receptors. *Neuropharmacology* 56, 237-541.

**Palabras clave:** Agonistas, Antagonistas, Receptor nicotínico, Síntesis.

## ESTUDIO FISICOQUÍMICO - TEÓRICO DEL MECANISMO DE LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL MENTIL BENZOATO EN FASE GASEOSA.

Quijano, J., Murillo, J., Zapata, E., Henao, D., Ruiz, P.

Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

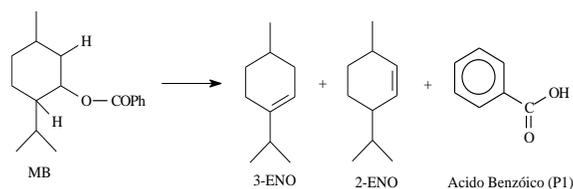
[jquijano@unal.edu.co](mailto:jquijano@unal.edu.co), Calle 59A No 63-20, bloque 19A - 208. Medellín, Colombia.

### Resumen

### Introducción

La descomposición térmica de ésteres para dar olefinas y ácidos carboxílicos es generalmente de valor preparativo. Los ésteres que sufren termólisis pueden dividirse en dos clases: aquellos con átomos de hidrógeno beta en la porción alquílica de la molécula y los que no lo tienen. Se ha encontrado (Hurd *et al.* 1938) que las termólisis de ésteres que tienen Hidrógeno en la posición beta, son reacciones unimoleculares y proceden a través de un estado de transición cíclico de seis miembros (Chuchani *et al.* 1999)

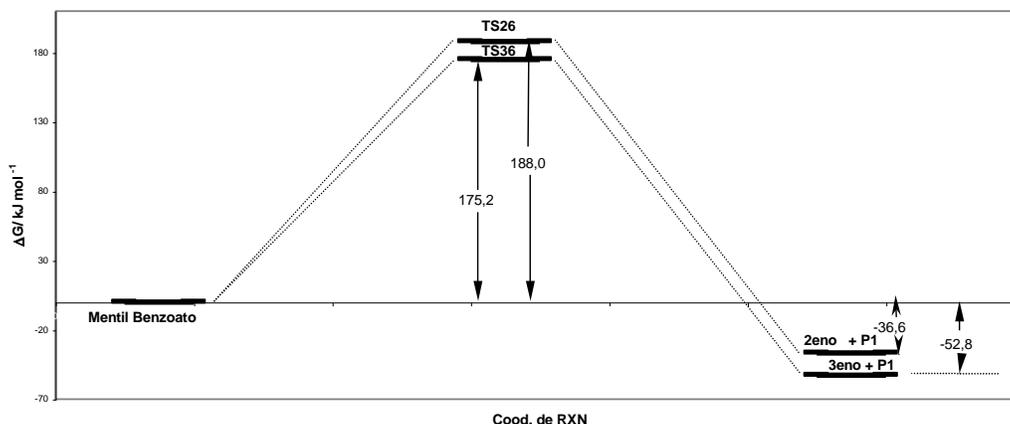
Barton *et al.* (1953) estudiaron la pirólisis del Mentil Benzoato (MB) para dar una mezcla de dos olefinas isoméricas: 3-Menthene (3ENO, 4-metil-1-isopropilciclohexeno), 2-Menthene (2ENO, 3-isopropil-6-metil-ciclohexeno) y ácido benzoico como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Descomposición térmica del Mentil benzoato (MB)

Los valores de las constantes de velocidad a  $T=587.1\text{K}$  y  $T=598.6\text{K}$  son respectivamente  $0.57 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  y  $1.104 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . y además se encontró que la relación 2-ENO a 3-ENO es aproximadamente 1:2.

Perfil de Descomposición térmica del MB a T587.1K



En el presente trabajo se llevó a cabo el estudio computacional de la descomposición del Mentil Benzoato y se plantearon los mecanismos que se muestran en la figura 2 (Quijano *et al.* 2009).

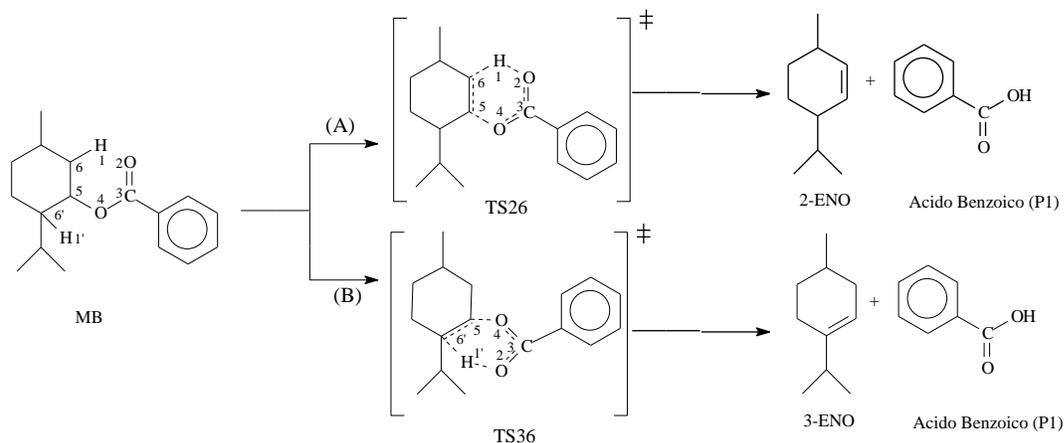


Figura 2. Mecanismos postulados de descomposición térmica del Mentil Benzoato

### Resultados y Discusión

Los perfiles de energía de Gibbs para los procesos de descomposición del MB se muestran en la figura 3 a T=587.1K, de esta figura se puede ver que la barrera es de menor energía a través de TS36 que de TS26, indicando que se favorece la formación del alqueno 3ENO

más que el 2ENO. Además el proceso es más exergónico por la ruta (B) lo que implica que el 3ENO es más estable que el 2ENO, esto se debe a que el doble enlace está más protegido. **Figura 3.** Perfil de energía de Gibbs a 587.1K en kJ mol<sup>-1</sup>

Las constantes de velocidades experimentales y calculadas se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Constantes de Velocidad Experimentales<sup>a</sup> y Calculadas<sup>b</sup> para la descomposición térmica del Mentil Benzoato

	T (K)	$k_{exp}/s^{-1}$	$k_{calc}/s^{-1}$
(A)	587.1	---	2,30x10 <sup>-4</sup>
	598.6	---	4,91x10 <sup>-4</sup>
(B)	587.1	---	3,19x10 <sup>-3</sup>
	598.6	---	6,50x10 <sup>-3</sup>
Total	587.1	0.57x10 <sup>-3</sup>	3,42x10 <sup>-3</sup>
	598.6	1.10x10 <sup>-3</sup>	6,99x10 <sup>-3</sup>

<sup>a</sup> Valores tomados de la referencia 2

<sup>b</sup> Valores calculados a B3LYP/6-31G(d,p).

De la Tabla 1 se observa que los datos computacionales concuerdan bien con los experimentales.

Los índices de enlace de Wiberg que corresponden a los enlaces involucrados en el centro de reacción de los mecanismos (A y B) para el MB, el TS y los productos se muestran en las Tablas 2 y 3.

**Tabla 2.** Índices de enlace de Wiberg,  $B_i$ , del reactivo, el TS y los productos, Porcentajes de evolución de la reacción, %EV, Grado de Avance del Estado de Transición,  $\delta B_{av}$ , y Sincronicidad absoluta,  $S_y$ , para el mecanismo (A) de la reacción estudiada. Valores calculados al nivel B3LYP/6-31G(d,p).

		H <sub>1</sub> -O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> -O <sub>4</sub>	O <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub>	C <sub>6</sub> -H <sub>1</sub>
Mecanismo (A)	$B_i^R$	0.001	1.708	1.027	0.838	1.002	0.906
	$B_i^{TS}$	0.248	1.375	1.396	0.290	1.327	0.499
	$B_i^P$	0.713	1.028	1.728	0.000	1.925	0.000

%EV	34.66	48.96	52.62	65.42	35.17	44.90
		$\delta B_{av} =$	0.47	$Sy =$	0.89	

**Tabla 3.** Índices de enlace de Wiberg,  $B_i$ , del reactivo, el TS y los productos, Porcentajes de evolución de la reacción, %EV, Grado de Avance del Estado de Transición,  $\delta B_{av}$ , y Sincronicidad absoluta,  $Sy$ , para el mecanismo (B) de la reacción estudiada. Valores calculados al nivel B3LYP/6-31G(d,p).

	$H_1'-O_2$	$O_2-C_3$	$C_3-O_4$	$O_4-C_5$	$C_5-C_6'$	$C_6'-H_1'$
$B_i^R$	0,000	1,708	1,027	0,838	0,989	0,893
$B_i^{TS}$	0,237	1,378	1,391	0,297	1,298	0,488
<b>Mecanismo (B)</b> $B_i^P$	0,713	1,028	1,728	0,000	1,868	0,000
%EV	33,24	48,56	51,87	64,51	35,15	45,34
		$\delta B_{av} =$	0.47	$Sy =$	0.89	

Del valor de  $Sy$  puede decirse que la reacción es ligeramente asincrónica, en la que la ruptura del enlace  $O_4-C_5$  es el proceso más avanzado seguido de la conversión del enlace  $C_3-O_4$  de simple a doble y de la transformación del enlace  $O_2-C_3$  de doble a simple, los procesos menos avanzados son la formación del enlace  $H_1-O_2$  y la formación del doble enlace entre  $C_5-C_6$  para el mecanismo A y la formación del enlace  $H_1'-O_2$  y la formación del doble enlace entre  $C_5-C_6'$  para el mecanismo B.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio computacional concuerdan con los datos experimentales, indicando que la reacción es unimolecular y de primer orden. Además se confirma que el mecanismo vía TS de seis miembros para dar el 3ENO es el más favorable validando que éste es el alqueno que se obtiene en mayor proporción. El proceso es ligeramente asincrónico mostrando que la ruptura y formación de los enlaces no se da en la misma proporción.

### Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín la financiación del proyecto DIME 20101006727.

## Referencias

- Barton, D. H., Head, A. J., Willians R. J. 1953. *J. Chem. Soc.* 1715-1719.
- Chuchani, G., Mishima, M., Notario, R., Abboud, J.L. 1999. *Advances in Quantitative Structure Property Relationships*. JAI Press Inc. 2: 35-126.
- Ditchfield R, Hehre W J, Pople J A. *J.* 1971 *Chem. Phys.* 54: 724-728.
- Gaussian 03, Revision B.03, Frisch, M. J. Et. Al., Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2003.
- Hurd, C.D., Blunck, F.H. 1938. *J. Am. Chem. Soc.* 60: 2419-2425.
- Quijano, J., Vélez, E., Notario, R., Murillo, J., Pabón, E., Leal, J., Zapata, E., Alarcón, G. 2009. A Computational Study of Stereospecificity in the Thermal Elimination Reaction of Menthyl Benzoate in the Gas Phase. *Journal of Physical Organic Chemistry*. 22: fasc. 9-10; 971 - 977
- Reed AE, Curtiss LA, Weinhold F. 1988. *Chem. Rev.* 88: 899-926.
- Scott PA, Radom L. 1996 *J. Phys. Chem.* 100: 16502-16513.
- Stephens, P.J., Devlin, F.J., Chabalowski, C.F., Frisch, M.J. 1994. *J. Phys. Chem.* 98: 11623-11627.

## BIOPROSPECCIÓN DE NUEVOS CANDIDATOS CON POTENCIAL ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA EN EL PROCESO CRÓNICO.

Schinella, G.R.<sup>1\*</sup>; Francini, F.<sup>2</sup>; Rojano, B.A. <sup>3</sup>; Ríos, J.L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Farmacología Básica. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Argentina, <sup>2</sup>Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA-CONICET). Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

<sup>3</sup>Laboratorio de Ciencia de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. Colombia.

<sup>4</sup>Departamento de Farmacología. Universitat de València. España

\* schinell@uv.es. Avda. 60 y calle 120. 1900-La Plata.

### **Resumen**

La inflamación es un proceso fisiopatológico normal en respuesta al daño tisular provocado por agentes dañinos, como la infección con microorganismos patógenos o agentes químicos. Este proceso también involucra respuestas innatas y adaptativas del sistema inmune por lo tanto, la función principal de la inflamación es beneficiosa para la defensa del huésped. En general, la inflamación normal es rápida y auto-limitante, pero la resolución aberrante o la inflamación prolongada pueden causar trastornos crónicos.

La inflamación crónica puede producir serios daños a los tejidos del huésped, debido a que diversas especies reactivas de oxígeno y nitrógeno generadas por las células inflamatorias pueden dañar biomoléculas tales como proteínas, ácidos nucleicos o lípidos, causando daño celular y tisular que a su vez aumenta el estado inflamatorio. Esto también desencadena la liberación de una serie de moléculas mediadoras del proceso inflamatorio que regulan la expresión génica y activación de enzimas involucradas en la inflamación crónica. Mediadores químicos pro-inflamatorios producidos por las células afectadas también atacan a los tejidos normales circundantes causando daño oxidativo y extendiendo el proceso inflamatorio.

La inflamación crónica está ligada a un amplio rango de patologías progresivas, que incluyen enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, cáncer y desordenes metabólicos. La obtención y estudio de compuestos orgánicos de la naturaleza se ha considerado fundamental en la obtención de una serie de medicamentos capaces de curar o paliar diferentes enfermedades.

En nuestros laboratorios, se han aislado y ensayado sustancias con actividad antioxidante y una variada gama de terpenoides utilizando modelos experimentales *in vitro* e *in vivo* de inflamación aguda. De ellos se pueden destacar el flavonoide tilirosido, aislado de *Helichysum italicum* (Sala *et al.* 2003), ácidos dicafeoil-quínicos de *Phagnalum rupestre* (Góngora *et al.* 2002), partenolido de *Tanacetum vulgare* (Schinella *et al.* 1998), berenjenol e isoespintanol de *Oxandra cf. xylopioides* (Rojano *et al.* 2007, Aquila *et al.* 2009) y ácido pomólico aislado de *Cecropia pachystachya* (Schinella *et al.* 2008).

Todos estos compuestos mencionados se ensayaron *in vivo*, en ratones, demostrándose la disminución del edema producido en patas por inyección de carragenina y en orejas por aplicación tópica de TPA. Mediante el uso de células en cultivo (macrófagos murinos y neutrófilos humanos) se determinaron algunos mecanismos involucrados.

En la actualidad, el conocimiento de los factores desencadenantes y la progresión del proceso inflamatorio crónico y los eventos responsables para la terminación y la resolución final de la inflamación son objetivo de estudio. Para lo cual se están desarrollando y utilizando diferentes modelos experimentales.

Un amplia investigación revela que la inflamación es característica de trastornos metabólicos como los son la diabetes tipo 2 y el hígado graso. Recientemente, en un modelo experimental de insulinoresistencia producida en ratas alimentadas con una dieta rica en fructosa hemos demostrado los cambios en el metabolismo (carbohidratos y lipídico) y sistema de defensa antioxidante hepático (Francini *et al.* 2010). La hipótesis de que el aporte excesivo de fructosa promovería el desarrollo de estrés oxidativo y el consecuente aumento de producción de especies reactivas de oxígeno que serían responsables del daño metabólico, de la insulinoresistencia del hepatocito y de la respuesta inflamatoria local, nos permite proponer que la administración de un agente antioxidante y un agente antiinflamatorio podrían ejercer un efecto protector sobre alguna de las etapas previamente mencionadas y en consecuencia, prevenir el desarrollo de la secuencia de eventos causales postulada. Para tal fin, en la primera etapa estamos ensayando una serie de extractos que demostraron poseer actividades antioxidante y antiinflamatoria (Schinella *et al.* 2002).

Otra línea de investigación persigue la hipótesis de que la resolución de la inflamación depende de la apoptosis de células inflamatorias (neutrófilos y eosinófilos, por ejemplo) y de su liquidación posterior por los fagocitos (especialmente macrófagos) (Hallett *et al.* 2008). Por tal razón realizamos una búsqueda de extractos vegetales y compuestos aislados de los mismos que presenten actividad apoptótica en un modelo experimental *in vitro* con neutrófilos humanos. Para determinar la citotoxicidad de los productos naturales utilizamos ensayos de viabilidad con MTT y técnicas de citometría de flujo utilizando doble tinción con yoduro de propidio /anexina. Extractos de *Cecropia pachystachya* (Schinella *et al.* 2008) y *Hedeoma multiflorum* (Dadé *et al.* 2011) y los compuestos ácido

pomólico e isoespintanol demostraron poseer esta propiedad y actualmente se esta evaluando los mecanismos que la conducen.

En la actualidad existe un grande y renovado interés en la evaluación de productos naturales, en especial, a partir del surgimiento de las nuevas biotecnologías y otras tecnologías relacionadas, estos recursos constituyen la materia prima mediante la cual las industrias logran una innovación permanente que les brindan ganancias extraordinarias.

La búsqueda de nuevos compuestos con potencial actividad farmacológica que permitan el desarrollo de un nuevo fármaco, en sus primeras etapas, necesita tanto del conocimiento y conservación del material natural de que disponemos, como de herramientas metodológicas de ensayo que nos brinden criterios de selección para afrontar la cura o prevención de patologías que aún no están resueltas desde el punto de vista farmacoterapéutico.

Desarrollar y disponer de algunas de estas herramientas metodológicas, a través de trabajos de cooperación entre diferentes organismos académicos, es nuestra propuesta de trabajo para que los países en vías de desarrollo y subdesarrollados, donde la riqueza biológica y los conocimientos tradicionales están más arraigados, cuenten con la capacidad de generar conocimiento y en términos de soberanía poder alcanzar mejores beneficios económicos y lograr el desarrollo de la región.

## Referencias

Aquila, S., Rojano, B., Recio, M.C., Giner, R.M., Schinella, G.R., Debenedetti, S.L., Saez, J. & Ríos, J.L. 2009. Anti-inflammatory activity of berenjenol and related compounds. *Planta Med.* 75 (1): 18-23.

Dadé, M.M., Schinella, G.R, Fioravanti, D.E. &Tournier, H.A. 2011. Antioxidant and cytotoxic properties of an aqueous extract from the Argentinean plant *Hedeoma multiflorum*. *Pharm. Biol.* 49(6):633-9.

Francini, F., Castro, M.C., Schinella, G., García, M.E., Maiztegui, B., Raschia, M.A., Gagliardino, J.J & Massa, M.L. 2010. Changes induced by a fructose rich diet on hepatic metabolism and the antioxidant system. *Life Sci.* 86 (25-26): 965- 971.

Góngora, L., Giner, R.M., Máñez, S., Recio, M.C., Schinella, G. & Ríos, J.L. 2002. Effects of caffeoyl conjugates of isoprenyl-hydroquinone glucoside and quinic. acid on leukocyte function. *Life Sci.* 71 (25): 2995-3004.

Hallett, J.M., Leitch, A.E., Riley, N.A., Duffin, R., Haslett, C. & Rossi, A.G. 2008. Novel pharmacological strategies for driving inflammatory cell apoptosis and enhancing the resolution of inflammation. *Trends Pharmacol Sci.* 29 (5) 250-257.

Rojano, B., Pérez,E., Figadère, B., Martin, M.T., Recio, M.C. , Giner,R.M., Ríos, J.L., Schinella, G. & Sáez, J. 2007. Constituents of *Oxandra cf. xylopioides* with antiinflammatory activity. *J. Nat. Prod.* 70(5):835-838.

Sala, A., Recio M.C., Schinella, G.R., Máñez, S., Giner, R.M., Cerdá-Nicolás, M. & Ríos, J.L. 2003. Assessment of the anti-inflammatory activity and free radical scavenger activities of tiliroside. *Eur. J. Pharmacol.* 461 (1): 53-61.

Schinella, G., Giner, R., Recio, M.C., Ríos, J.L., de Buschiazzo, P. & Mañez, S. 1998. Anti-inflammatory effects of South American *Tanacetum vulgare*. *J. Pharm. Pharmacol.* 50: 1069-1074.

Schinella, G.R., Tournier, H.A., Prieto, J.M., de Buschiazzo, P. & Ríos, J.L. 2002. Antioxidant activity of anti-inflammatory plant extracts. *Life Sci.* 70 (9): 1023-1033.

Schinella, G., Aquila, S., Dadé, M., Giner, R., Recio, M.C., Spegazzini, E., de Buschiazzo, P., Tournier, H. & Ríos, J.L. 2008. Anti-inflammatory and apoptotic activities of pomolic acid isolated from *Cecropia pachystachya*. *Planta Med.* 74(3): 215-220.

**Palabras clave:** antioxidantes, apoptosis, inflamación crónica, insulinoresistencia, terpenoides.

## ESPECIES NATIVAS Y SU COMERCIALIZACIÓN

Mireya Villalba Baquero

Biosolutions Engineers / Germany .

Telephone ++ 49 174 723 9057. Postfach 1420.info@biosolutionsengineers.com.

D-37204 Witzenhausen / Germany

### Resumen

Muchas especies amazónicas tienen posibilidades en el mercado de la Unión Europea, tanto en forma de frutas frescas, pulpas y concentrados congelados, para la industria de alimentos; en perfumería se buscan nuevos aromas, muchas de las especies nativas son apreciadas en cosmética y en la industria farmacéutica (Uso humano y veterinario) son estimados nuevos principios activos.

Es un momento propicio, para desarrollar este negocio, Europa busca nuevos alimentos con propiedades funcionales y nutraceuticas, la salud es muy importante para el consumidor europeo, la tendencia sube, es un mercado de (450 millones (Junio de 2005) en los 25 estados miembros [europa.eu.int/constitution/1000debates/pdf/appeals/appeal\\_es.pdf](http://europa.eu.int/constitution/1000debates/pdf/appeals/appeal_es.pdf)), con un excelente poder adquisitivo.

Los aromas son buscados por perfumistas, que quieren crear nuevos perfumes naturales, más frescos, y que se puedan vender como Fito-perfumes, (El mercado mundial de perfumes y lociones tiene un valor aproximado de 20,000 millones de dólares. El mercado francés, de unos 6,000 millones de dólares anuales, es el más importante del mundo: 9 de cada 10 francesas usan perfume y 1 de cada 2 franceses utiliza loción. En Estados Unidos los perfumes y lociones registran ventas por unos 5,000 millones de dólares anuales) como muchas de las plantas amazónicas son recolectadas se pueden comercializar los productos como de origen orgánico

Por último la industria farmacéutica busca nuevos principios activos sustraídos de especies amazónicas, aunque este es un mercado muy rentable es exigente porque antes de oficializar un nuevo principio activo hay que efectuar una serie de estudios, como son los farmacológicos y clínicos, que son demorados y costosos, y después de una inversión relativamente alta pueden dar resultados negativos. Según datos de la Corporación Andina de Fomento CAF), la producción mundial de ingredientes naturales para cosméticos se ha estimado en mil millones de dólares y la venta de alimentos y bebidas orgánicas a países del norte fueron estimadas en 60 mil millones

de dólares.

De acuerdo al Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, se estima que el mercado mundial de productos y servicios derivados de los recursos renovables será de más de 900 mil millones de dólares por año, con los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón como los mayores consumidores.

Una de las causas por las cuales no se ha incursionado en este mercado es el desconocimiento del negocio, por las partes involucradas, por ejemplo, entre otros problemas para ingresar al mercado europeo son los estrictos y difíciles reglamentos de importación de productos medicinales naturales, disponibilidad de técnicas de extracción, concentración y estandarización de ingredientes naturales, disponibilidad de tecnologías para transformación de plantas nativas, determinación de costos de transformación en las pequeñas y medianas empresas productoras de ingredientes naturales, desarrollo de conocimiento de Ingredientes naturales de plantas nativas, elaboración de productos terminados con ingredientes naturales nativos, acceso a certificaciones y normas de calidad, conocimiento de las tendencias del mercado (Disponibilidad de información), eficiencia en los canales de distribución empleados, eficiencia de los canales de comercialización empleados, desarrollo de gestión empresarial, respuesta de la cadena a las nuevas tendencias del mercado, posibilidad de apertura y consolidación de mercados, investigación en plantas nativas, implementación de un sistema de trazabilidad, empaques.

Es importante tener en cuenta que los importadores europeos, tienen características diferenciadas por países y regiones, cuentan con poder de negociación por tener amplia oferta, guarda lealtad a sus proveedores, acuerdos de largo plazo, busca la relación calidad-precio, gusta de diseño y novedades, está comprometido a cumplir normas y regulaciones, espera respuestas rápidas, requiere de entregas oportunas, prefiere interlocutores en plaza.

## CAPÍTULO 3. BIOTECNOLOGÍA

### MANEJO DEL RECURSO GENÉTICO DE CACAO, PARA INCREMENTAR Y MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL SISTEMA EN COLOMBIA

**Fabio Aranzazu, Nubia Martínez, Gildardo Palencia Calderón, Roberto Coronado Silva.**

<sup>1</sup>Director Departamento de Investigación, FEDECACAO.. <sup>2</sup>Asistente Programa de Investigación, FEDECACAO. [investigación@fedecacao.com.co](mailto:investigación@fedecacao.com.co)..

<sup>3</sup>Investigador Asociado CORPOICA. [gpalencia@corpoica.org.co](mailto:gpalencia@corpoica.org.co).. <sup>4</sup>Investigador Asociado CORPOICA. [rcoronado@corpoica.org.co](mailto:rcoronado@corpoica.org.co)

#### **Resumen**

La Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, suscrita entre Fedecacao y Corpoica para el periodo 2004 - 2008, con recursos de cofinanciación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Convenio 035/04), dentro del Programa de Mejoramiento Genético para Cacao, desarrollaron tres proyectos como objetivos generales: “Recolección y caracterización de materiales criollos y de alto rendimiento”, “Estudio de adaptación y desempeño fisiológico de algunos materiales regionales” y “Evaluación de materiales comerciales de cacao en Jardines Clonales”. Adicionalmente se estudió la compatibilidad sexual de los materiales, así como las características físicas y químicas del grano. Como resultados relevantes se obtuvo: Colecta de 56 accesiones de materiales criollos de la Sierra Nevada de Santa Marta, selección de 38 árboles con características sobresalientes en rendimiento y sanidad, en fincas de agricultores. En la evaluación de clones, algunos materiales regionales como FLE 3 (Fedecacao Lebrija) y FSA 13 (Fedecacao Saravena), presentaron rendimientos superiores a los 1.500 Kg /ha al año. Los mejores materiales comerciales introducidos fueron en su orden ICS 39, CCN 51, ICS 1, EET 8, TSH 565, ICS 6 y EET 96. Se construyó la matriz de compatibilidad sexual para 21 materiales, con la cual se diseñaron varios modelos de siembra por características específicas. Se comprobó que Colombia posee una amplia diversidad genética, especialmente para cacao fino y de aroma, dada la base trinitaria de las poblaciones. Así mismo se comprobó que los materiales regionales pueden superar en rendimiento y sanidad a algunos materiales más utilizados hasta el momento. Se recomienda continuar con el rescate de materiales regionales sobresalientes, haciendo énfasis en la resistencia a Monilia y calidad del grano, apoyado en pruebas locales.

**Palabras clave:** cacao, criollos, regionales, compatibilidad sexual.

## LA FUSARIOSIS DEL CLAVEL COMERCIAL EN LOS CULTIVOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ

**Juan José Filgueira Duarte**

MSc Bioquímica , PhD Química , Grupo: Biotecnología. Universidad Militar Nueva Granada

### **Resumen**

Fusarium es uno de los parásitos de plantas de mayor incidencia en el mundo vegetal, atacando a la gran mayoría de especies de interés económico. Existen inconvenientes en el estudio de la biología de la relación hospedero parásito, entre ellos: no existe un sistema de clasificación taxonómica basada en caracteres morfológicos que permita de una forma sencilla y sin ambigüedades determinar especies, ni mucho menos determinar formas especiales, la taxonomía molecular es igualmente imprecisa para este grupo, ya que los resultados obtenidos con secuencias génicas utilizadas para esta tarea no son comparables. Por otra parte, Los síntomas externos iniciales (en los cultivos), no permiten diferenciar, entre la *podrición basal* y la *muerte vascular*, dos enfermedades causadas por parásitos del grupo Fusarium. Otro problema es la incapacidad que tenemos actualmente con las técnicas existentes para determinar el polimorfismo genético que presentan los miembros del complejo FOX, problema que se ve reflejado en la incapacidad de su control por métodos artesanales, biológicos o químicos. Las formas especiales se ha demostrado que no presentan restricciones para participar en los ataques masivos que se observan en otras especies, por ejemplo la forma especial lycopersici de FOX ataca el clavel y viceversa la forma especial dianthi ataca al tomate. En la podrición basal se ha demostrado que participa más de un miembro del grupo roseum (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*) y no es claro cuál es el parásito primario. Se han encontrado dos pasitos nuevos en podriciones basales del clavel *F. verticillioides* y *F. foetens* con graves implicaciones sanitarias para la exportación, por ser parásitos cuarentenaríos. En Colombia no existe una reglamentación fitosanitaria que controle el manejo de la enfermedad en los cultivos. Ante este panorama, nuestro grupo de investigaciones propone alternativas de manejo que serían innovadoras en los diferentes frentes de trabajo.

**Palabras clave:** Fusarium, clavel.

## EXPRESIÓN DE LAS PROTEÍNAS RECOMBINANTES Cry2Aa y Cry2Ab DE *Bacillus thuringiensis* Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA SOBRE *Tecia solanivora*

Linda Yhiset Gómez Arias<sup>1</sup>, Víctor Núñez<sup>2</sup>, Leonardo Mariño<sup>3</sup> y Sylvia Gómez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>[yhiset797@hotmail.com](mailto:yhiset797@hotmail.com). Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB)  
CORPOICA Km 14 vía Mosquera.

<sup>2</sup>[vinuza@yahoo.com](mailto:vinuza@yahoo.com). Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) CORPOICA  
Km 14 vía Mosquera.

<sup>3</sup>[marino@ncbi.nlm.nih.gov](mailto:marino@ncbi.nlm.nih.gov). National Center for Biotechnology Information,  
National Library of Medicine, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland,  
USA.

<sup>4</sup>[rosygomez@yahoo.com](mailto:rosygomez@yahoo.com). Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB)  
CORPOICA Km 14 vía Mosquera.

### Resumen

La polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) constituye uno de los problemas más severos que afectan al cultivo de la papa en Colombia, una alternativa de control es el empleo de proteínas Cry de *Bacillus thuringiensis* las cuales han demostrado tener un gran potencial tóxico frente a insectos del orden de los lepidópteros. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad tóxica de las proteínas recombinantes Cry2Aa y Cry2Ab sobre larvas de primer instar de *T. solanivora*. Para alcanzar este objetivo, fue necesario diseñar dos parejas de iniciadores específicos, los cuales permitieron amplificar los genes *cry2Aa* y *cry2Ab* cada uno de 1902 pb, a partir de ADN plasmídico *B. thuringiensis* var *kurstaki*, estos fueron ligados al vector de expresión pET151/D-TOPO® y clonados en *Escherichia coli* cepa TOP10, su confirmación se realizó por PCR y cortes con enzimas de restricción. Los clones recombinantes, fueron secuenciados y ensamblados para obtener una secuencia final de 1902 pb que presentaron valores de identidad del 100% con los genes *cry2Aa* y *cry2Ab* de *B. thuringiensis* reportados en la base de datos de GenBank, se encontró un contenido de guaninas-citosinas del 34.1 y 34.9% respectivamente, estos valores se encuentran dentro de los rangos determinados para los mismos. Posteriormente el ADN plasmídico recombinante se transformó en *E. coli* cepa BL21, donde fueron expresados empleando IPTG 1 Mm como inductor de expresión, la presencia de las proteínas recombinantes se detectó usando tiras de inmunodetección que contienen un anticuerpo específico para *cry2A* y con geles de SDS PAGE al 8%. Finalmente se evaluó la eficacia de las proteínas recombinantes presentes en el lisado total de *E. coli* BL21 pET151-cry2Aa

Y pET151-cry2Ab sobre larvas de primer instar de *T. solanivora*, encontrándose eficacias de 71.26 y 36.78% respectivamente. Para el caso de *E. coli* BL21 pET151-cry2Aa se presentaron diferencias significativas con los controles absoluto y negativo, pero no con el control positivo, lo que indica que la proteína Cry2Aa, presenta actividad toxica contra esta plaga. *E. coli* BL21 pET151-cry2Ab no presento diferencias significativas con los controles absoluto y negativo, lo que en este caso demuestra la poca toxicidad de esta proteína contra *T. solanivora*. Estos resultados permite postular a la proteína Cry 2Aa como promisoría para ser incluida en programas de control de *T. solanivora*.

**Palabras clave:** Clon, recombinante, proteína, eficacia.

## LA BIOTECNOLOGÍA PARA EL USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS GENÉTICOS VEGETALES

**Dagoberto Castro Restrepo**

PhD. Dirección de investigación y desarrollo, Universidad Católica de Oriente.  
AA.008

Email: [investigacion.dir@uco.edu.co](mailto:investigacion.dir@uco.edu.co)

### **Resumen extendido**

Ante una población creciente y una insuficiente producción de alimentos se presenta como consecuencia la desnutrición, donde en el 2010 se informa más de un billón de personas con esta problemática. Los nuevos desarrollos de la biotecnología del ADN y los marcadores moleculares permiten mejorar la productividad en plantas y animales y complementarse de manera eficiente con otras tecnologías como el mejoramiento genético convencional. Las técnicas del cultivo de tejidos vegetales permiten el estudio y la conservación de germoplasma y contribuyen a disminuir la pérdida de valiosos recursos genéticos y también, garantizan un acceso rápido y seguro a materiales de siembra de alta calidad fisiológica y sanitaria. En la actualidad los programas de mejoramiento genético convencional asistido por marcadores moleculares permiten acortar de manera importante los tiempos y recursos. Las tecnologías del ADN recombinante han tenido relevantes avances y cambios en su aplicación, en cierta forma debido a las percepciones públicas en algunos países sobre los cultivos transgénicos, donde la tendencia ahora se orienta hacia mejorar los contenidos nutricionales (incremento en vitaminas, minerales, aminoácidos entre otros) y mejorar la tolerancia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas. Se han hecho grandes adelantos en las investigaciones para mejorar la respuesta de las plantas a condiciones de estrés abiótico tales como sequía, salinidad, temperaturas extremas, toxicidad a químicos y estrés oxidativo mediante el rediseño de la ruta fotosintética en cultivos como el trigo y el arroz, modificación de algunas rutas metabólicas y cambios en la arquitectura de las raíces de las plantas. De igual manera, se pueden modificar algunos constituyentes de las plantas que son utilizados en las industrias alimenticias, químicas y energía. Esto permite la obtención de nuevos biomateriales mediante el mejoramiento y la modificación de constituyentes originales de las plantas (metabolitos primarios o secundarios) o la manufactura de productos no vegetales (plantas como biorreactores para la producción de vacunas, anticuerpos, péptidos y enzimas). En el presente documento se presentan los resultados obtenidos en la unidad de biotecnología de la UCO sobre la propagación, mejoramiento genético y conservación de germoplasma en diferentes especies vegetales.

## Introducción

Los nuevos retos del siglo XXI son: la crisis alimentaria y desnutrición, pérdida de la biodiversidad, la crisis energética y el cambio climático con sus efectos adversos en la productividad. Se espera que la agricultura pueda alimentar una población que llegará a 7500 millones de personas en el 2020, de los cuales 6300 millones estarán localizados en países en desarrollo. Aunque las tasas de crecimiento de la población han decrecido, el incremento en el número absoluto de personas para ser alimentadas superará la capacidad de carga de las tierras agrícolas, de continuar con las actuales tecnologías (FAO, 1999).

De igual manera, la vida de la población se sustenta en ecosistemas que cuentan con más de dos millones de especies conocidas, donde los cultivos y los animales nos alimentan, los bosques contribuyen a regular el régimen hídrico, suministran importantes materias primas y combustible, los océanos aportan alimentos y regulan el clima, donde en cada uno de estos escenarios la biodiversidad se convierte en una inmensa fuente de vida, pero con un gran porcentaje aún desconocida y que está desapareciendo a un ritmo alarmante -se estima que cada día se extinguen 130 especies- un ritmo mil veces superior al que debería ocurrir de manera natural.

Respecto al cambio climático, hacia la mitad del siglo, los aumentos de temperatura y, por consiguiente, la disminución del agua en los suelos darían lugar a una sustitución gradual de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia, para los dos decenios próximos las proyecciones indican un calentamiento de aproximadamente 0.2°C por decenio.

Una gran preocupación global es la reducción de las reservas de petróleo crudo y las dificultades para su extracción y procesamiento, lo cual hace que los costos se incrementan. Esta situación es particularmente aguda en el sector transportes, donde no existen alternativas relevantes a los combustibles fósiles.

Por lo tanto, nuevas tecnologías como la biotecnología, ofrecerán una manera de incrementar la productividad agrícola, donde se destacan tres grandes áreas: (1) control del crecimiento y desarrollo de las plantas (reproducción y propagación), (2) protección de las plantas contra factores de estrés biótico y abiótico, (3) expandir los horizontes para la producción de alimentos, bioquímicos y farmacéuticos.

La biotecnología se define como la aplicación científica y tecnológica a organismos vivos, sus partes, productos y modelos destinados a modificar organismos vivos y/o materiales aplicados a la producción de conocimientos, bienes y servicios (OECD, 2006). Se trata de una tecnología que tiene un conjunto de principio científicos y técnicos comunes y una larga lista de especificidades técnicas aplicables a desarrollos específicos. Es una plataforma tecnológica que sirve de base para tecnologías específicas de uso concreto en actividades productivas (Bisang *et al.*, 2009).

### Biotecnología en la Universidad católica de Oriente (UCO)

En la UCO se han utilizado algunas de estas técnicas para la propagación clonal, conservación de germoplasma y mejoramiento genético de especies de interés hortofrutícola y forestal, las cuales se mencionan a continuación:

*Limpieza y propagación clonal masiva de musáceas.* Se utilizan las técnicas de micropropagación de plátanos y bananos a partir de cultivo de ápices meristemáticos para garantizar la propagación de materiales de siembra de alta calidad y productividad de los clones: gran enano, williams, giant cavendish, baby banana, dominico hartón, hartón, entre otros. Se garantizan materiales libres de los virus CMV y BSV; actualmente se producen más de un millón de plantas anuales.

*Mejoramiento y propagación clonal de frutales:* Se han desarrollado las técnicas para la propagación y conservación de germoplasma de materiales de mora de Castilla, de la cual a través de trabajos de selección participativa con productores se dispone de seis ecotipos que se están sembrado comercialmente en el país. De igual manera, se apoyan los programas de mejoramiento genético de CORPOICA para multiplicar híbridos de tomate de árbol tolerantes a la antracnosis e híbridos de lulo tolerantes a nematodos y adaptados a crecimiento a libre exposición solar. También se está realizando la selección, colecta y propagación de patrones de aguacate tolerantes a problemas de pudrición radical (*Phytophthora cinnamomi*). Así mismo, se están propagando plantas de piña, gulupa y mortíño.

*Mejoramiento y reproducción vegetativa in vitro de ornamentales.* Se emplean las técnicas de cultivo de tejidos para la reproducción clonal a partir del cultivo de fragmentos de hojas y de flores de anturios, gerberas y estatices, los cuales se emplean comercialmente para exportación. También se reproducen otras especies ornamentales propagadas mediante cultivo de meristemos de callas, anigozanthus, liriope y ruscus para el sector floricultor.

*Reproducción clonal de especies forestales.* Se han desarrollado las técnicas para la reproducción clonal de algunas especies forestales en vía de extinción del bosque húmedo tropical tales como: comino (*Aniba perutilis*), abarco (*Cariniana pyriformis*), saino (*Laetia procera*), Chicala (*Tabebuia serratifolia*) y almendrón (*Caryocar glabrum*), para estas especies se desarrollaron técnicas de conservación de germoplasma y se realizaron siembras en el bosque en programas de enriquecimiento.

También se ha logrado la multiplicación de árboles plus de teca (*Tectona grandis*), eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*), pinos (*Pinus tecunumanii* y *Pinus maximinoi*) y melina (*Gmelina arborea*) los cuales se emplean en programas de reforestación comercial.

*Producción de metabolitos y colorantes:* Se están empleando las técnicas de cultivo de células y de raíces para la producción de algunos metabolitos y colorantes a partir de la cúrcuma

(*Curcuma longa*) y el azafrán de raíz (*Escobesia scabrifolia*). En el caso de mortiño (*Vaccinium meridionale*) se utiliza el cultivo de células en suspensión para la producción de antioxidantes para ser utilizados en la industria cosmética.

### **Referencias**

Bisang, R., Campi, M y Cesa, V. (2009). Biotecnología y desarrollo. CEPAL – Colección de documentos de proyectos. 107pp. Santiago de Chile.

FAO (1999). Commission on genetic resources for food and agriculture. Background paper N° 9. Ch. Spillane: Recent developments in biotechnology as they relate to plant genetic resources for food and agriculture. 64pp. Rome.

OECD-FAO (2006), Agricultural Outlook 2006-2015, Agriculture and Food, OECD.

## BIOTECNOLOGÍA VEGETAL: INTRODUCCIÓN A LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

**Dora Janeth García Jaramillo, Walter Ricardo López**

Licenciados en Biología y Química. Candidatos a magister en biología molecular y biotecnología. Junior Specialist in Plant Transformation Research Center –PTRC-. Universidad de California Riverside. Correo Electrónico: dorag@ucr.edu

### **Resumen**

El desarrollo de nuevas herramientas de la biotecnología como la biología molecular, el cultivo de tejidos vegetales, la bioinformática entre otras; han dado apertura a la ingeniería genética y con ello la introducción de genes foráneos a especies vegetales incrementando su potencial clínico, agrícola y/o económico. Los organismos que han sido modificados genéticamente son conocidos como transgénicos. Como productos de esta tecnología, se han generado plantas con características comerciales y económicamente importantes como resistencia a herbicidas, insectos y virus, control de la maduración del fruto, resistencia a condiciones extremas como alcalinidad y salinidad, desecación y frío (Yuan *et al.*, 2011). Además, actualmente las plantas transgénicas también son empleadas como sensores de genotoxicidad, polución ambiental, como biofábricas y para la producción de proteínas recombinantes y vacunas (Kovalchuk *et al.*, 2008; Alderborn *et al.*, 2010; Obembe *et al.*, 2010; Sharma *et al.*, 2009). La metodología para la obtención de plantas transgénicas requiere la introducción del ADN foráneo en el interior de las células vegetales y su posterior integración en el genoma de la planta. Esta transferencia se logra con el uso de un vector plasmídico en el cual, previamente se hizo la inserción del gen de interés, quien se integrará en el genoma vegetal. Sistemas de transferencia como *Agrobacterium tumefaciens*, bombardeo de partículas o pistolas genéticas son rutinariamente empleados. Cuando el transporte e incorporación del transgen en el genoma de la planta se ha logrado, las células vegetales totipotentes transformadas iniciarán el proceso de división celular y regeneración de nuevas plantas *in vitro* que expresarán la o las características de interés (García 2010).

El éxito de la transgénesis en plantas se logra con una sola inserción del gen de interés en el genoma de la planta. En muchas ocasiones el gen de interés puede insertarse de manera parcial o presentarse en múltiples copias proporcionando cambios no esperados en el sistema vegetal (Song *et al.*, 2002). Debido a la complejidad del proceso, es realmente importante tener la capacidad para identificar cuándo una planta es o no transgénica. Para esto, se usan herramientas moleculares basadas en ADN como la reacción en cadena de la polimerasa PCR (Ballester *et al.*, 2004), con la cual se puede

evidenciar la presencia de un gen específico; PCR en tiempo real, usando mezclas con fluoróforos o sondas específicas que se unen de forma selectiva a un fragmento del gen de interés (Yi *et al.* 2008); pruebas radioactivas como Southern Blot o pruebas bioquímicas como ELISA, que permite detectar mediante inmunoensayo la presencia de la proteína codificada por el gen de interés presente en una muestra del tejido vegetal (Wiedemann *et al.*, 2006).

La adecuada elección de alguna de las anteriores técnicas conducirá significativamente en la selección y utilización de nuevas tecnologías como la transgénesis y su posible y positivo impacto clínico, ambiental y económico.

### Referencias

Alderborn A, Sundström J, Soeria-Atmadja D, Sandberg M, Andersson H.C. and Hammerling U. (2010). Genetically modified plants for non-food or non-feed purposes: Straightforward screening for their appearance in food and feed. *Food and Chemical Toxicology*; 48:453-464.

Ballester M, Castelló A, Ibáñez E, Sánchez A, Folch J.M. (2004). Real-time quantitative PCR- based system for determining transgene copy number in transgenic animals. *BioTechniques* 37:610-13.

D. Yuan (2011). The potential impact of plant biotechnology on the Millennium Development Goals. *Plant Cell Rep.*

Garcia D. J. (2010). Plantas como fábricas de proteínas recombinantes humanas. Universidad Libre. *Revista cultura del cuidado*. Vol. 7 N° 2.

Kovalchuk I. et al., (2008). Transgenic plants as Sensors of environmental pollution Genotoxicity. Department of Biological Sciences, university of Lethbridge. *Sensor*. 8, 1539-1558.

Obembe O., Popoola J., Leelavathi S., and Reddy S.. (2010) Advances in plant molecular farming. *Biotechnology Advances*. 29:2. 210-222.

Sharma A. K and Sharma M. K. (2009). Plants as bioreactors: Recent developments and emerging opportunities. *Biotechnology Advances* 27 .811-832.

Song P, Cai .C, M. Skokut.M, B. Kosegi. B, and . Petolino J. Quantitative real-time PCR as a screening tool for estimating transgene copy number in WHISKERS™-derived transgenic maize Genetic Transformation and hybridization. *Plant Cell Rep.* 20:10. 984-954.

Wiedemann S, Lutz B, Kurtz H, F. J. Schwarz F.J, Albrecht C. (2006). In situ studies on the time- dependent degradation of recombinant corn DNA and protein in the bovine rumen. *J ANIM SCI* 84:135-144.

Yi C.X, Zhang J, Chan K.M, Xiao X. Hong Y. (2008). Quantitative real-time PCR

assay to detect transgene copy number in cotton (*Gossypium hirsutum*). Analytical Biochemistry, Vol. 375, Issue 1:1.150-152.

## MOLECULAR PROFILING OF RUMEN MICROBIAL COMMUNITIES BY MOLECULAR TECHNIQUES

Olga Lucia Mayorga<sup>1</sup>, Sharon Huws<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Química, MSc Bioquímica, PhD en Microbiología Ruminal. Investigador Centro de Biotecnología y Bioindustria, CBB-CORPOICA, km 14 vía Mosquera, E-mail: lmayorga@corpoica.org.co, Tel: +57 1 4227300, Ext 1316.

<sup>2</sup> Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences (IBERS), Aberystwyth University, Gogerddan, Aberystwyth, SY23 3EB, UK. E-mail: hnh@aber.ac.uk. Tel: +44 1970 823202 and fax: +44 1970 823245

### **Resumen**

In the past, culture-based studies have been used to assess bacterial numbers and diversity within the rumen but these techniques are often laborious particularly when considering the need to maintain anaerobicity. Most of our knowledge of the rumen microbial population has been derived using traditional methods such as the roll-tube technique (Hungate 1969) or most probable-number (MPN) estimates (Dehority *et al.* 1989). However, as mentioned previously, only a small portion of the rumen bacteria can be grown in laboratory media and it is now known that potentially uncultured bacteria occur in high numbers (Krause and Russell 1996; Stewart *et al.* 1997; Kobayashi 2006). Also, some microorganisms are not cultivable axenically, for example protozoa and methanogens (Regensbogenova *et al.* 2004; Sylvester *et al.* 2005; Skillman *et al.* 2006a; Nicholson *et al.*, 2007), or present a very complex growth cycle (e.g. the anaerobic fungi) making it difficult to characterise and grow them (Joblin 1981). Hence, according to Amann *et al.* (1995). The microbial diversity of the rumen based on previous culture-dependent techniques has been grossly under-estimated, appearing the use of molecular tools as a new expectative to analyse the rumen microbial ecology.

### **The nucleic acid sequences and rumen microbial ecology**

The evolutionary history of microorganisms is recorded in their nucleic acid sequences, and as such the difference in sequences can be related to evolutionary distance between

microorganisms (Sharma *et al.* 2008). Molecular techniques based on the comparison of nucleic acid sequences are now being used widely in rumen microbial ecology to identify organisms and describe community structure (Skillman *et al.* 2006b; Huws *et al.* 2007; Attwood *et al.* 2008; Deng *et al.* 2008; Edwards *et al.* 2008a; Flint *et al.* 2008). The large subunit (LSU) ribosomal RNA (rRNA) and the intergenic spacer region between the LSU and small subunit (SSU) rRNA probably contain more phylogenetic information than SSU rRNA, however the latter has received much more attention because of earlier sequencing limitations and has resulted in subsequent accumulation of large numbers of SSU rRNA sequences deposited in public databases. Thus the large amount of SSU rRNA gene sequence information continues to drive current research approaches (Nelson *et al.* 2003; Ley *et al.* 2008). Already more than 3000 bacterial 16S rRNA gene sequences of rumen origin have been archived in public databases (Tatusov *et al.* 2001; Cole *et al.* 2007; Attwood *et al.* 2008; Deng *et al.* 2008).

### **Molecular techniques to evaluate the rumen microbial ecology**

The procedures used for characterising the diversity of rumen microorganisms, include PCR-DGGE (denaturing gradient gel electrophoresis) and serial analysis of ribosomal sequence tags [SARST] (Yu *et al.* 2006), which permits efficient sequencing of thousands or more 16S rDNA sequences in single experiments, and quantitative PCR to quantify abundance and examine the dynamics of individual populations, using species- or genus-, specific primers (Huws *et al.* 2007). Combinations of these technologies with other emerging technologies such as cloning, random selection of clones, and pyrosequencing for sequencing of SSU rRNA genes has been used more frequently to date to uncover the diversity of microorganisms in the rumen (Simpson *et al.* 2002; Liu *et al.* 2007; Deng *et al.* 2008). Consequently, recent molecular-based data have highlighted the complexity of the rumen microbial population both in terms of composition and temporal or spatial structure (Tajima *et al.* 2001a, Shin *et al.* 2004, Nicholson *et al.* 2005, Yu *et al.* 2006, Stevenson and Weimer 2007, Shi *et al.* 2008, Sun *et al.* 2008).

The existing Sanger sequencing (Sanger *et al.* 1977) method has served as the cornerstone for genome sequencing, including microbial sequencing, for over a decade. Nonetheless

Sanger sequencing has reached its limits and is a very expensive method of sequencing. There are currently new generation sequencing technologies available or under construction, which are much less expensive making sequencing, particularly of the whole genome, more feasible. One of the most promising new sequencing technologies is the 454 GS20 sequencing platform (Ronaghi 2001, Troell *et al.* 2003, Liu *et al.* 2007, Luna *et al.* 2007, Mashayekhi and Ronaghi 2007, Parameswaran *et al.* 2007, Droege and Hill 2008). It is a highly parallel non-cloning pyrosequencing-based system capable of sequencing 100 times faster than current state-of-the-art Sanger sequencing and capillary electrophoresis methods (Goldberg *et al.* 2006). These new technologies allow better sequence comparison, which serves to place the novel species in the existing phylogenetic classification if the new 16S *rDNA* similarity is less than 95% (Amann *et al.* 1995), equal to 97% (Stackebrandt and Goegel 1994) or 98% (Tajima *et al.* 1999, Nelson *et al.* 2003) by online similarity search using the basic local alignment search tool (BLAST) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Blast>) in GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=taxonomy](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=taxonomy)) and, Ribosomal Database Project (RDP) (<http://www.cme.msu.edu>) or The RAST (Rapid Annotation using Subsystem Technology, <http://metagenomics.nmpdr.org>) technology originally implemented to allow automated high-quality annotation of complete or draft microbial genomes using SEED data (Attwood *et al.* 2008; Aziz *et al.* 2008).

Hybridisations using phylogenetic-group-specific probes are often used as a prelude to direct the amplification/cloning/sequencing studies (Zoetendal *et al.* 2004, Medini *et al.* 2008, Attwood *et al.* 2008).

## Conclusions

Sequencing the genomes of individual rumen microorganisms and determining the function of their encoded genes by analyses of differential genes (transcriptomics), protein expression (proteomics), production of metabolites (metabolomics) and metagenomics, which captures and analyses the combined genomes of all microorganisms in any particular environment (Attwood *et al.* 2008, Bertin *et al.* 2008) promise to help to define the roles of groups of microorganisms in the reticulo-rumen and their individual role within the complex microbial community.

## Referencias

Amann, R. I., W. Ludwig, and K. H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews* 59:143-169.

Attwood, G. T., W. J. Kelly, E. H. Altermann, C. D. Moon, S. Leahy, and A. L. Cookson. 2008. Application of rumen microbial genome information to livestock systems in the postgenomic era. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48:695-700.

Aziz, R., D. Bartels, A. Best, M. DeJongh, T. Disz, R. Edwards, K. Formsma, S. Gerdes, E. Glass, M. Kubal, F. Meyer, G. Olsen, R. Olson, A. Osterman, R. Overbeek, L. McNeil, D. Paarmann, T. Paczian, B. Parrello, G. Pusch, C. Reich, R. Stevens, O. Vassieva, V. Vonstein, A. Wilke, and O. Zagnitko. 2008. The RAST Server: Rapid annotations using subsystems technology. *BMC Genomics* 9:75.

Bertin, P. N., C. Medigue, and P. Normand. 2008. Advances in environmental genomics: towards an integrated view of micro-organisms and ecosystems. *Microbiology* 154:347-359.

Cole, J. R., B. Chai, R. J. Farris, Q. Wang, A. S. Kulam-Syed-Mohideen, D. M. McGarrell, A. M. Bandela, E. Cardenas, G. M. Garrity, and J. M. Tiedje. 2007. The ribosomal database project (RDP-II): introducing my RDP space and quality controlled public data. *Nucleic Acids Research* 35 D169-D172.

Dehority, B. A., P. A. Tirabasso, and A. P. J. Grifo. 1989. Most-probable-number procedures for enumerating ruminal bacteria, including the simultaneous estimation of total and cellulolytic numbers in one medium. *Applied and Environmental Microbiology* 55:2789-2792.

Deng, W., D. Xi, H. Mao, and M. Wanapat. 2008. The use of molecular techniques based on ribosomal RNA and DNA for rumen microbial ecosystem studies: a review. *Molecular Biology Reports* 35:265-274.

Droege, M., and B. Hill. 2008. The Genome Sequencer FLX (TM) System - Longer reads, more applications, straight forward bioinformatics and more complete data sets. *Journal of Biotechnology* 136:3-10.

Edwards, J. E., S. A. Huws, E. J. Kim, M. R. F. Lee, A. H. Kingston-Smith, and N. D. Scollan. 2008. Advances in microbial ecosystem concepts and their consequences for ruminant agriculture. *Animal* 2:653-660

Flint, H. J., E. A. Bayer, M. T. Rincon, R. Lamed, and B. A. White. 2008. Polysaccharide utilisation by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis. *Nature Review Microbiology* 6:121-131.

Hungate, R. E. 1969. A roll tube method for cultivation of strict anaerobes. *Methods in Microbiology* 3:117-131.

Huws, S. A., J. E. Edwards, E. J. Kim, and N. D. Scollan. 2007. Specificity and sensitivity of eubacterial primers utilised for molecular profiling of bacteria within complex microbial ecosystems. *Journal of Microbiological Methods* 70:565-569.

Joblin, K. N. 1981. Isolation, enumeration, and maintenance of rumen anaerobic fungi in roll tubes. *Applied and Environmental Microbiology* 42:1119-1122.

Kobayashi, Y. 2006. Inclusion of novel bacteria in rumen microbiology: Need for basic and applied science. *Animal Science Journal* 77:375-385.

Krause, D. O., and J. B. Russell. 1996. How many ruminal bacteria are there? *Journal of Dairy Science* 79:1467-1475.

Ley, R. E., M. Hamady, C. Lozupone, P. J. Turnbaugh, R. R. Ramey, J. S. Bircher, M. L. Schlegel, T. A. Tucker, M. D. Schrenzel, R. Knight, and J. I. Gordon. 2008. Evolution of mammals and their gut microbes. *Science* 320:1647-1651.

Liu, Z., C. Lozupone, M. Hamady, F. D. Bushman, and R. Knight. 2007. Short pyrosequencing reads suffice for accurate microbial community analysis. *Nucleic Acids Research Advance* 35:e120-130.

Luna, R. A., L. R. Fasciano, S. C. Jones, B. L. Boyanton, Jr., T. T. Ton, and J. Versalovic. 2007. DNA Pyrosequencing-based bacterial pathogen identification in a pediatric hospital setting. *Journal of Clinical Microbiology* 45:2985-2992.

Mashayekhi, F., and M. Ronaghi. 2007. Analysis of read length limiting factors in Pyrosequencing chemistry. *Analytical Biochemistry* 363:275-287.

Medini, D., D. Serruto, J. Parkhill, D. A. Relman, C. Donati, R. Moxon, S. Falkow, and R. Rappuoli. 2008. Microbiology in the post-genomic era. *Nature Reviews Microbiology* 6:419-430.

Nelson, K. E., S. H. Zinder, I. Hance, P. Burr, D. Odongo, D. Wasawo, A. Odenyo, and R. Bishop. 2003. Phylogenetic analysis of the microbial populations in the wild herbivore gastrointestinal tract: insights into an unexplored niche. *Environmental Microbiology* 5:1212-1220.

Nicholson, M., P. Evans, and K. Joblin. 2007. Analysis of methanogen diversity in the rumen using temporal temperature gradient gel electrophoresis: Identification of uncultured methanogens. *Microbial Ecology* 54:141-150.

Nicholson, M. J., M. K. Theodorou, and J. L. Brookman. 2005. Molecular analysis of the anaerobic rumen fungus *Orpinomyces* - insights into an AT-rich genome. *Microbiology* 151:121-133.

Parameswaran, P., R. Jalili, L. Tao, S. Shokralla, B. Gharizadeh, M. Ronaghi, and A. Z. Fire. 2007. A pyrosequencing-tailored nucleotide barcode design unveils opportunities for large-scale sample multiplexing. *Nucleic Acids Research* 35:e130.

Regensbogenova, M., S. Kisidayova, T. Michalowski, P. Javorsky, S. Yeo Moon-Van Der Staay, G. W. M. Moon-Van Der Staay, J. H. P. Hackstein, N. R. Mcewan, J.-P. Jouany, N. J. C., and P. Pristas. 2004. Rapid identification of rumen protozoa by restriction analysis of amplified 18S rRNA gene. *Acta Protozool* 43:219 - 224.

- Ronaghi, M. 2001. Pyrosequencing sheds light on DNA sequencing. *Genome Research* 11:3-11.
- Sharma, P., H. Kumari, M. Kumar, M. Verma, K. Kumari, S. Malhotra, J. Khurana, and R. Lal. 2008. From bacterial genomics to metagenomics: concept, tools and recent advances. *Indian Journal of Microbiology* 48:173-194.
- Shi, P. J., K. Meng, Z. G. Zhou, Y. R. Wang, Q. Y. Diao, and B. Yao. 2008. The host species affects the microbial community in the goat rumen. *Letters in Applied Microbiology* 46:132-135.
- Shin, E. C., K. M. Cho, W. J. Lim, S. Y. Hong, C. L. An, E. J. Kim, Y. K. Kim, B. R. Choi, J. M. An, J. M. Kang, H. Kim, and H. D. Yun. 2004. Phylogenetic analysis of protozoa in the rumen contents of cow based on the 18S rDNA sequences. *Journal of Applied Microbiology* 97:378-383.
- Simpson, J. M., S. A. Kocherginskaya, R. I. Aminov, L. T. Skerlos, T. M. Bradley, R. I. Mackie, and B. A. White. 2002. Comparative microbial diversity in the gastrointestinal tracts of food animal species. *Integrative and Comparative Biology* 42:327-331.
- Skillman, L. C., P. N. Evans, C. Strompl, and K. N. Joblin. 2006. 16S rDNA directed PCR primers and detection of methanogens in the bovine rumen. *Letters in Applied Microbiology* 42:222-228.
- Skillman, L. C., A. F. Toovey, A. J. Williams, and A.-D. G. Wright. 2006. Development and validation of a real-time PCR method to quantify rumen protozoa and examination of variability between *Entodinium* populations in sheep offered a hay-based diet. *Applied and Environmental Microbiology* 72:200-206.
- Stevenson, D., and P. Weimer. 2007. Dominance of *Prevotella* and low abundance of classical ruminal bacterial species in the bovine rumen revealed by relative quantification real-time PCR. *Applied Microbiology and Biotechnology* 75:165-174.
- Stewart, C. S., H. J. Flint, and M. P. Byrant. 1997. The rumen bacteria, p. 10-72. *In* P. N. Hobson and C. S. Stewart (ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*, 2nd ed. Chapman and Hall, New York.
- Sun, Y.-Z., S.-Y. Mao, W. Yao, and W.-Y. Zhu. 2008. DGGE and 16S rDNA analysis reveals a highly diverse and rapidly colonising bacterial community on different substrates in the rumen of goats. *Animal* 2:391-398.
- Sylvester, J. T., S. K. R. Karnati, Z. Yu, C. J. Newbold, and J. L. Firkins. 2005. Evaluation of a real-time PCR assay quantifying the ruminal pool size and duodenal flow of protozoal nitrogen. *Journal of Dairy Science* 88:2083-2095.
- Tajima, K., R. I. Aminov, T. Nagamine, H. Matsui, M. Nakamura, and Y. Benno. 2001. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. *Applied and Environmental Microbiology* 67:2766-2774.

Tatusov, R. L., D. A. Natale, I. V. Garkavtsev, T. A. Tatusova, U. T. Shankavaram, B. S. Rao, B. Kiryutin, M. Y. Galperin, N. D. Fedorova, and E. V. Koonin. 2001. The project to annotate 1000 genomes. The COG database: new developments in phylogenetic classification of proteins from complete genomes. *Nucleic Acids Research* 29:22 - 28.

Troell, K., J. G. Mattsson, A. Alderborn, and J. Höglund. 2003. Pyrosequencing(TM) analysis identifies discrete populations of *Haemonchus contortus* from small ruminants. *International Journal for Parasitology* 33:765-771.

Yu, Z., M. Yu, and M. Morrison. 2006. Improved serial analysis of V1 ribosomal sequence tags (SARST-V1) provides a rapid, comprehensive, sequence-based characterisation of bacterial diversity and community composition. *Environmental Microbiology* 8:603-611.

Zoetendal, E. G., C. T. Collier, S. Koike, R. I. Mackie, and H. R. Gaskins. 2004. Molecular ecological analysis of the gastrointestinal microbiota: A Review. *Journal of Nutrition* 134:465-472.

## CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS CON POTENCIAL INDUSTRIAL Y USO DE HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA LA PROTECCIÓN Y REGISTRO DE BIOPRODUCTOS

Rodríguez, S.Y. MSc.<sup>1</sup>; Gonzalez, C. PhD. <sup>2</sup>; Rodriguez, F. PhD. <sup>2</sup>; Duplat, L. MSc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Corporacion CORPOICA. Laboratorio de Salud Animal Sede CEISA.  
[soniayanira@gmail.com](mailto:soniayanira@gmail.com), Calle 86 No. 69H-35. Casa 47. Bogota D.C.

<sup>2</sup>Corporacion CORPOICA-CBB. Laboratorio de Microbiologia Molecular.  
Mosquera.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico  
Nacional. México.

### Resumen

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural legisla y controla la utilización de tecnologías, fertilizantes o plaguicidas, antibióticos y otros, que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente y la salud. La actual política colombiana, en busca de nuevas alternativas de desarrollo, busca utilizar estrategias en bioprospección que permitan adelantar procesos de ciencia y tecnología a través del desarrollo y uso de **Bioinsumos** y **Bioproductos** elaborados a partir de microorganismos. Dentro de estas estrategias aplicadas a bancos microbianos del estado se encuentra CORPOICA, ente investigativo que adelanta un proceso de identificación molecular de especies microbianas con potencial para ser desarrollados como bioproductos, basándose en la información de las secuencias de genes ribosomales y en protocolos de Huella Genómica a partir de técnicas moleculares. Es como de esta manera se propone la implementación de un protocolo de “BarCode” a partir de la caracterización a nivel de especie, con base en marcadores moleculares de microorganismos con interés industrial como levaduras con potencial biocontrolador, levaduras con potencial probióticos y bacterias con capacidades celulolíticas. Para tal fin se realizó un *screening* de aislamiento y purificación de cultivo de cepas de levaduras aisladas de filósfera de frutas y vegetales y cepas de bacterias facultativas aisladas del tracto gastrointestinal de chigüiro. A partir de los cultivos puros se realizaron diversas descripciones microbiológicas básicas y posteriormente se realizó la extracción del ADN, el cual se amplificó utilizando *primers* específicos del ADNr de ambos grupos de microorganismos. En el caso de las levaduras se trabajó con la región 18S del ADNr y la región interna D1/D2, específica para este grupo. En el caso de las bacterias se trabajó con la región 16S del ADNr y la región interna V2/V3. Se realizó la secuenciación de los aislamientos utilizando las dos regiones amplificadas y las secuencias fueron sometidas a comparación de secuencias por BlastN contra diferentes bases de datos. A

partir de los amplificados se realizó el procedimiento de restricción a partir de ADN ribosomal amplificado (ARDRA), utilizando tres enzimas de restricción diferentes para cada grupo de microorganismos y digiriendo el ADN amplificado. Los productos de restricción se visualizaron por electroforesis en gel de agarosa y el procesamiento de las imágenes se realizó con el programa GelCompar II V6.1 (Applied Maths, Kortrijk, Bélgica). Se utilizó el coeficiente de similaridad de Dice y el análisis de cluster por UPGMA (1000 repeticiones) para el procesamiento de las matrices binarias (presencia/ausencia de banda). Se generaron los patrones de bandeo a partir de las restricciones, permitiendo una diferenciación entre especies de microorganismos a nivel de género y especie para finalmente realizar la encriptación de estos patrones en forma de código de barras, generando una única identificación para cada especie. De esta manera y tal como los conocemos en el ámbito de mercado de productos y bienes de consumo, es posible encriptar la identidad taxonómica y todo tipo de información estratégica asociada a un aislamiento en particular (origen, identidad, información bioquímica y fisiológica, entre otros). En el manejo estratégico de la confidencialidad de una colección dentro de un banco de microorganismos, una colección o cepario asociado a un proceso industrial, este nuevo *BarCode* encriptado puede convertirse en un instrumento de protección intelectual y de control de calidad de un bioinsumo. A medida que el país traduce sus esfuerzos de bioprospección microbiana en el desarrollo acelerado de bioinsumos y biológicos con potencial industrial, se hace más necesario satisfacer la necesidad de su protección contra el biocomercio ilegal o la biopiratería.

### Referencias

Baleiras MM, Reizinho RG & Duarte FL; 2005; Partial 26S rDNA restriction analysis as a tool to characterise non-*Saccharomyces* yeasts present during red wine fermentations; En International Journal of Food Microbiology; 102:49- 56.

Chun J, Bae KS, (2000) Phylogenetic analysis of *Bacillus subtilis* and related taxa based on partial *gyrA* gene sequences. En Antonie van Leeuwenhoek 78:123-127.

Damiano V.B., Bocchini D.A., Gomes E. & Da Silva R., (2003) Application of crude xylanase from *Bacillus licheniformis* 77-2 to the bleaching of eucalyptus Kraft pulp. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 19:139-144.

De Oliveira, V & Da costa, J; 2002; Análise de restrição de DNA ribossomal Amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f. sp. *glycines*; en Fitopatol. bras.; 27(6):631-634.

Instituto Colombiano Agropecuario; 2004; RESOLUCIÓN No. 00375 (27 de febrero de 2004) Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia.

**Palabras clave:** ardra, código de barras, biopiratería, bioprospección, huella genética.

## CAPITULO 4 - CAMBIO CLIMÁTICO

### ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN ÁREAS DE REGENERACIÓN NATURAL EN PAISAJES GANADEROS DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

Orjuela J.A.<sup>1\*</sup>; Andrade H.J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la Amazonia, <sup>2</sup> Universidad del Tolima  
<sup>1</sup>[lorjuela@uniamazonia.edu.co](mailto:lorjuela@uniamazonia.edu.co), Universidad de la Amazonia, Sede Principal Calle  
17 Diagonal 17 con Carrera 3F Barrio El Porvenir Florencia, Caquetá, Colombia

#### **Resumen**

Esta investigación surge de la necesidad de información para establecer indicadores de servicios ecosistémicos, específicamente la captura de carbono en diversos agroecosistemas en la Amazonía Colombiana. El conocimiento generado apoyará la toma de decisiones, diseño de políticas y planes de manejo que permitan la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales y las formas de vida de la sociedad amazónica.

El trabajo se realizó en el sur-oriente de Colombia, en la zona de colonización consolidada del departamento de Caquetá. En la región, los procesos de expansión de agricultura y ganadería se basan en la deforestación de la selva amazónica. El establecimiento y renovación de pasturas se orienta con modelos de tumba-quema del bosque y sistemas de regeneración natural conocidos localmente como *rastrojos* de diversas edades de formación, lo que conlleva a procesos de degradación del ecosistema y baja productividad de la ganadería. El estudio estimó el almacenamiento de carbono de rastrojos de cinco años de formación, considerando el almacenamiento en biomasa, necromasa y suelo, estimando su tasa de fijación con referencia a estudios preliminares en pasturas y unidades de vegetación secundaria formadas a partir de la regeneración natural a partir de pasturas degradadas.

En promedio, los rastrojos estudiados mostraron un potencial de almacenamiento de carbono total de 91.7 Mg ha<sup>-1</sup>, de las cuales 57.3 Mg ha<sup>-1</sup> en el suelo hasta 30 cm de profundidad, 25.2 Mg ha<sup>-1</sup> en biomasa arriba del suelo, 2.4Mg ha<sup>-1</sup> en biomasa de raíces finas a 30 cm de profundidad y 6.8 Mg ha<sup>-1</sup> correspondiente a necromasa del sistema. En

los sitios de estudio se estimó una tasa de fijación de carbono en el suelo de  $0.98 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  y es mayor en la profundidad de 10 a 20 cm. El manejo de la sucesión vegetal y la conformación de vegetación secundaria (rastreros), después del abandono de tierras agrícolas, pueden influir en la distribución y dinámica del almacenamiento de carbono en el suelo y otros compartimentos del sistema. De la misma forma, el mantenimiento de coberturas arbóreas por periodos prolongados en áreas de pasturas o cultivos degradadas es una práctica favorable para procesos de restauración ecosistémica.

**Agradecimientos:** A la Universidad de la Amazonia y Colciencias, por permitirme participar en el proyecto “Manejo de la regeneración natural de rastreros para la formación de sistemas silvopastoriles, que contribuyan a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos de doble propósito, en paisajes de lomerío de la región consolidada del departamento de Caquetá, Colombia”, en donde está adscrito este trabajo, a todo el equipo técnico, profesional y productores que participaron en su ejecución.

**Palabras Clave:** Vegetación secundaria; Regeneración natural; Almacenamiento de carbono; Fijación de carbono.

## ESTIMACIÓN DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE *Hevea brasiliensis* EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

Durán Bautista Ervin Humprey<sup>1</sup>, Castro Liliana Duque<sup>2</sup> & Suárez Salazar Juan Carlos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Miembro activo del GIADER (Grupo de investigación en Agroecología y Desarrollo Rural). **Autor para correspondencia. E-mail: ervinduranb@gmail.com**

<sup>2</sup>Ingeniero Agroecólogo, Universidad de la Amazonia. Miembro activo del GIADER

<sup>3</sup>Ingeniero Agroecólogo, Universidad de la Amazonia (Colombia). M.Sc. Agroforestería 2000. Docente- investigador. Universidad de la Amazonia. Miembro activo del grupo de investigación GISAPA (Grupo de Investigación en de Sistemas Pecuarios Amazónicos Sostenibles).

### **Resumen**

La investigación se desarrolló en el Nor-Oriente de la Amazonia colombiana, departamento del Caquetá. Se estimó la cantidad de carbono almacenado por la biomasa aérea de la especie *Hevea brasiliensis* (Caucho) durante los primeros siete años, sembrada en sistema agroforestal. Se realizó un muestreo de 12 individuos distribuidos en cuatro clases diamétricas en un rango de edad entre uno y siete años. A todos los individuos se les determinó la fracción de carbono y la biomasa seca, igualmente se analizó la correlación de esta en las variables dasométricas para la generación y selección del modelo alométrico que mejor estima los datos de biomasa y con este, estimar el almacenamiento de carbono. De los modelos alométricos generados para estimar la biomasa aérea sólo los relacionados con dap y diámetro de copa mostraron cumplir con los parámetros estadísticos, siendo el modelo  $BA = -0,59 + 0,34(dap)^2$ , basado en la variable dap, el que mejor estima los datos de biomasa aérea. Esta información permitió estimar para la zona de estudio un almacenamiento de carbono de 25507 ton, el promedio por hectárea fue de 6,93 ton C ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Caucho, captura, modelos, alométrico

## DINÁMICAS ESPACIO-TEMPORALES DEL CAMBIO DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

**Murcia García Uriel Gonzalo**  
**Rodríguez León Carlos Hernando**

Investigador Instituto SINCHI. Grupo de Investigación GIATZ  
[umurcia@sinchi.org.co](mailto:umurcia@sinchi.org.co). [crodriguez@sinchi.org.co](mailto:crodriguez@sinchi.org.co)

### **Resumen extendido**

#### **Introducción**

Para este III SEMINARIO INTERNACIONAL EN MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO, auspiciado por la Universidad de la Amazonia, desde el programa Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad del Instituto SINCHI se presentan parte de los resultados de un proceso que permite hacer seguimiento a los cambios de las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana.

La Amazonia colombiana cubre una superficie de 483.164 km<sup>2</sup>, que representan el 42,3 % del área continental nacional (23,3% total Colombia), y el 6.8% de toda la gran Amazonia (Figura 1). Está conformado por los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés; de manera parcial se incluyen los departamentos de Meta, Vichada, Nariño y Cauca; en total incluye 58 Municipios (42 completos y 16 parciales) y 20 Corregimientos departamentales.

Actualmente en esta región existen varias figuras legales del territorio, entendidas como una aproximación normativa del ordenamiento territorial (Figura 2). En la región, alrededor del 10% son áreas protegidas del orden nacional, como resguardos indígenas existe un 45%, de igual manera existe un 6,3% de territorio con doble figura legal pues son área protegida nacional y resguardo indígena, el 22% se mantiene como Reserva Forestal de la Amazonia, se ha 10,5% sustraído de la reserva forestal un área equivalente al 10,7% y el restante 5,5% corresponde con áreas de propiedad privada o baldíos de la nación.

Figura 1. Ubicación de la Amazonia colombiana

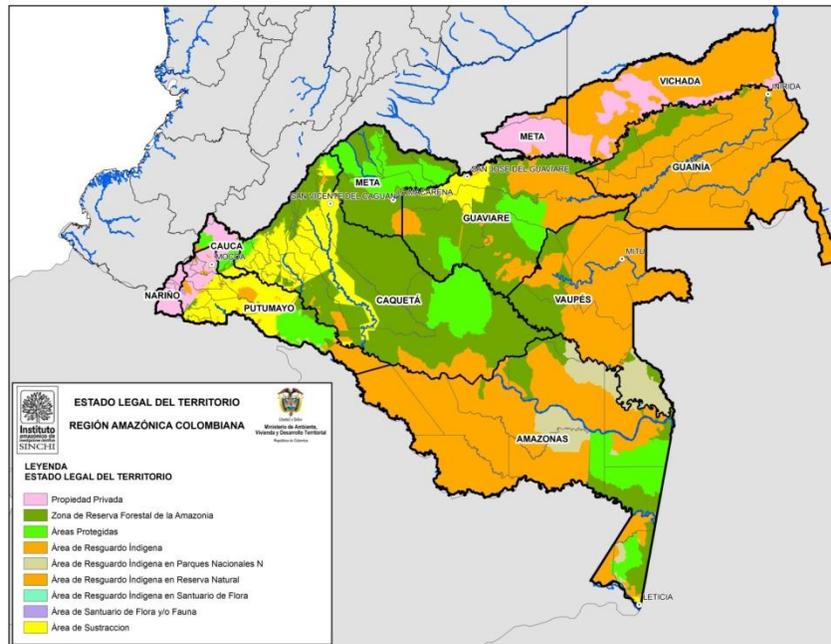


Fuente: Instituto SINCHI

Estas figuras legales afectan positiva y negativamente los procesos de ocupación del territorio, toda vez que, modelos como las áreas protegidas o los resguardos indígenas generan restricciones para impedir que los colonizadores ingresen a esos territorios, pero por el contrario, figuras como la reserva forestal, creada con la Ley 2ª de 1959, pareciera que las comunidades de colonos y campesinos no la ven como un impedimento para ocuparla y transformarla, generando un proceso paulatino de degradación.

Las mayores áreas que fueron deforestadas (2002-2007) se localizan en las zonas sustraídas y en la reserva forestal; en menor magnitud dicho proceso se detectó en las áreas protegidas y en los resguardos indígenas.

Figura 2. Mapa de estado legal del territorio de la Amazonia colombiana



Fuente: Instituto SINCHI, 2011

## Metodología

En la Amazonia el SINCHI prevé, como parte del programa regional de monitoreo ambiental, en su componente de coberturas de la tierra, hacer mediciones cada 5 años. Para generar los mapas de coberturas se aplicaron los lineamientos técnicos de la metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, y la leyenda diseñada para producir los mapas a escala 1:100.000 (Murcia *et al*, 2010, IDEAM, 2010).

En la parte técnica, se hizo interpretación visual de imágenes satelitales de los programas LandSat TM, ETM+ (NASA- USGS) y Cbers (INPE). El detalle mínimo, como áreas cartografiadas, corresponde a 25 hectáreas para todas las coberturas con excepción para coberturas artificializadas (zonas urbanas) que corresponde a 5 hectáreas. En todo el proceso se aplica un control de calidad en gabinete (google earth, imágenes de alta resolución, datos de herbario) y se efectúa trabajo de verificación en campo con verificación directa o mediante sobrevuelos bajos.

Los análisis realizados para detectar las dinámicas espacio-temporales de las coberturas entre los periodos 2002 (Murcia *et al*, 2010) y 2007 (Murcia *et al*, 2011) fueron realizados con

herramientas de un sistema de información geográfica SIG (ArcGis 9,3). En general toda la información se gestiona en una base de datos geográficos.

Se resalta como punto importante de soporte a este proceso de monitoreo de las coberturas es la participación de varias de las entidades del Sistemas Nacional Ambiental en el ámbito regional Amazonia. Este es el componente que produce y divulga la información, sin embargo es preciso que los componentes que deben utilizar esos datos, los usen y tomen las decisiones adecuadas para incidir en la conservación de la Amazonia, sus culturas y sus recursos.

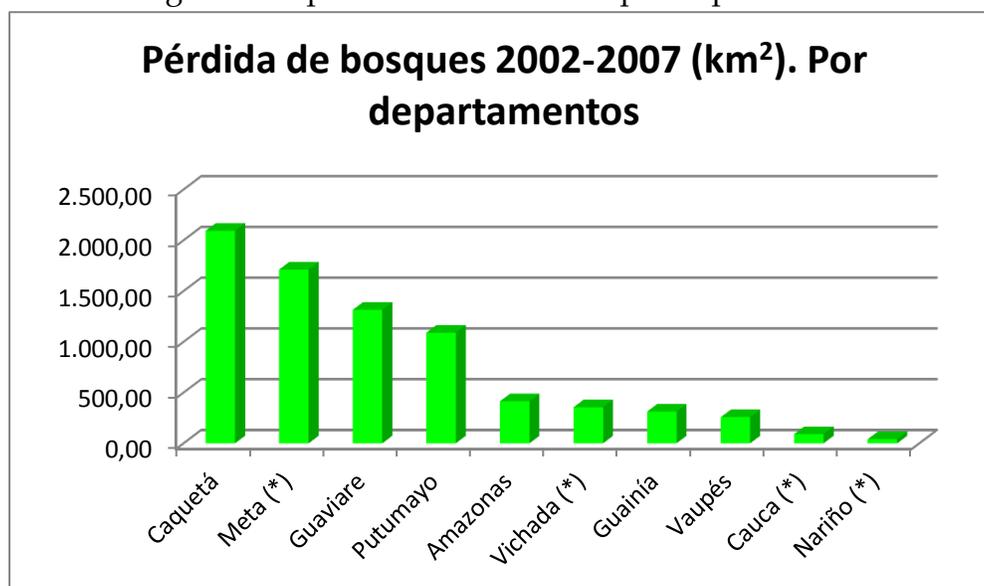
## Resultados

### Cambios de los bosques.

Se han cartografiado 8 tipos de bosques: Bosque denso alto de tierra firme, Bosque denso alto inundable heterogéneo, Palmar, Bosque denso bajo de tierra firme, Bosque denso bajo inundable y Bosque de galería y ripario; adicionalmente se ha cartografiado bosques fragmentados por vegetación secundaria y bosque fragmentado por cultivos y pastos.

En la Región, en el 2007 se mantenía el 84% en bosques. Sin embargo durante el periodo 2002-2007 se perdieron 7.683 km<sup>2</sup>, a una tasa anual de 1.536 km<sup>2</sup>/año; el tipo de bosque con mayores pérdidas fue el denso alto de tierra. Los departamentos con mayores tasas de deforestación fueron Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo (Figura 3).

Figura 3. Superficies deforestadas por departamento



Fuente: Instituto SINCHI, 2011

Cuando el análisis se hace por cada una de las figuras legales del territorio, se evidencia que las mayores pérdidas de bosque se presentaron en la zona de reserva forestal, seguida por las áreas sustraídas y los resguardos indígenas (ver tabla 1).

**Tabla 1. Área deforestada en el periodo 2002 al 2007**

Figura legal del territorio	Área deforestada (km <sup>2</sup> )
Zona de Reserva Forestal de la Amazonia	3.218
Área de Sustracción de la reserva forestal	2.186
Área de Resguardo Indígena	1.215
Propiedad Privada (OTRA)	524
Área de Parques Nacionales Naturales	391
Área de Resguardo Indígena y Reserva Natural	85
Área de Reserva Nacional Natural	42
Área de Resguardo Indígena y Parques Nacionales N	18
<b>Total general</b>	<b>7.683</b>

Fuente: Instituto SINCHI, 2011

### **Cambios en la Vegetación secundaria**

Esta cobertura corresponde a los comúnmente denominados rastrojos, y pueden ser generados por acción antrópico o como consecuencia de dinámicas naturales, ejemplo de esto son las áreas que sufren pérdida de bosque por acción de los vientos, y que luego sufren procesos de recuperación.

En el periodo 2002-2007 esta cobertura disminuyó en 4.351 km<sup>2</sup>. El área que no sufrió cambios fue de 6.341 km<sup>2</sup> y la ganancia fue de 2.423 km<sup>2</sup>. En esta cobertura cuando pierde superficie, generalmente dichas áreas son reemplazadas por pastizales para ganadería; pero también cuando esta cobertura incrementa sus áreas significa que otras coberturas fueron reemplazadas, en este análisis se detectó que fueron los bosques las coberturas que mayormente pasaron a rastrojos.

### **Cambios en los Pastos**

Estos pastos son aquellos que han sido plantados por los productores, se diferencian de las gramíneas naturales que se denominan en la metodología CORINE Colombia como herbazales. Los pastizales en la Amazonia han sido introducidos y plantados en áreas en

donde hace menos de 40 años estaban bosques nativos. En este trabajo se diferencian varios tipos de coberturas de pastos o mayormente de pastos.

En cuanto a los cambios, en el año 2007 el 7% de la Amazonia colombiana tenía cobertura de pastos. En el periodo 2002-2007 los pastos incrementaron la superficie ocupada en 10.141 km<sup>2</sup> a una tasa media anual de 2.028 km<sup>2</sup>/año; en este mismo periodo se perdieron 1.334 km<sup>2</sup> de esta cobertura. Los departamentos con mayores tasas de praderización fueron Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo. En la tabla 2 se presentan las cifras de las coberturas de pastos para cada uno de los periodos analizados 2002 y 2007, y los datos de los cambios; para las cifras de ganancias y pérdidas se ajustan con la cifra de área que cambió entre los tipos de pastos 4.505 km<sup>2</sup>.

Tabla 2. Áreas de las coberturas de pastos

Tipo de pastos	Superficies de pastos (km <sup>2</sup> )				
	Periodo 2002	Periodo 2007	Cambios 2002 al 2007		
			Sin Cambio	Ganancia	Perdida
Pastos limpios	14.909,0	20.021,4	12.987,7	7.033,7	1.921,3
Pastos enmalezados	1.139,4	546,2	159,6	386,6	979,8
Mosaico de pastos y cultivos	299,6	318,9	245,1	73,8	54,4
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1.303,4	1.314,1	773,9	540,2	529,5
Mosaico de pastos con espacios naturales	7.021,5	11.279,3	4.668,0	6.611,3	2.353,4
<i>Cambio entre pastizales</i>				<i>4.504,7</i>	
<b>TOTAL AJUSTADO</b>	<b>24.672,8</b>	<b>33.479,9</b>	<b>18.834,3</b>	<b>10.140,9</b>	<b>1.333,8</b>

Fuente: Instituto SINCHI

Al analizar la ganancia de las áreas con pastos se evidencia que los departamentos con los mayores incrementos son Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo (Figura 4); el incremento detectado en Caquetá casi cuadruplica el de Putumayo, esto evidencia que el proceso de praderización en Caquetá esta transformando grandes áreas boscosas.

Figura 4. Distribución de superficies praderizadas por departamento.



Fuente: Instituto SINCHI

La praderización como fenómeno de incremento de los pastos plantados en áreas que antes eran bosques, es un proceso continuo que se realiza en la amazonia colombiana, sin que existan normas claras para contrarrestar dicha actividad. Los datos obtenidos del análisis de praderización, asociado a las figuras legales de la región (Tabla 3) evidencian que los mayores incrementos se presentaron en la reserva forestal y luego en la zona sustraída a la reserva.

Tabla 3. Área praderizada según figuras del estado legal del territorio

Figura legal del territorio	Área (km²)
Área de Resguardo Indígena y Parques Nacionales Naturales	13
Área de Resguardo Indígena y Reserva Natural	20
Área de Reserva Natural	24
Área de Parques Nacionales Naturales	437
Propiedad Privada	588
Área de Resguardo Indígena	651
Área de Sustracción	4.141
Zona de Reserva Forestal de la Amazonia	4.262
<b>Total general</b>	<b>10.140</b>

Fuente: Instituto SINCHI

## Gestión de la información.

Todos los datos obtenidos del proceso de monitorio de las coberturas y sus dinámicas espacio-temporales se gestionan como servicios de información en el portal web del Sistemas de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIATAC (Figura 5). Este medio de divulgación masiva de la información permite disponerla a todos los públicos y usuarios; no obstante, existen localidades de la Amazonia, que aún no tienen adecuados canales de comunicación para acceder a los servicios de Internet y deben gestionarse otros medios para que las comunidades tengan acceso a esta información.

En el portal del SIATAC en los servicios de información se presenta el tema de coberturas de la tierra: <http://siatac.siac.net.co/web/guest/productos/coberturasdelatierra>, en donde se puede consultar la información.

Figura 5. Esquema general del portal SIATAC



Fuente: Portal SIATAC, 2011.

Las acciones que se tienen programadas para el corto y mediano plazo prevén la producción de los datos del periodo 2010-2012, esta información debe estar disponible al final del año 2012 o comienzo del 2013; también se realizarán los análisis de cambios y dinámicas espacio-temporales entre los datos de los tres periodos sobre los cuales ya existirán datos: 2002, 2007 y 2012.

Otra actividad planeada tiene como fin generar los datos de deforestación sobre toda la Amazonia en periodos cortos, o sea, cada año, y se harán ejercicios sobre áreas priorizadas que revistan los mayores cambios de los bosques.

Se continuará con la gestión de información y datos, haciendo las acciones de custodia de datos, en cuanto a mantener las actualizaciones, versiones y productos.

## **Referencias**

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Murcia, U.; Castellanos, H.; Fonseca, D.; Ceontescu, N.; Rodríguez, J.; & Huertas, C. (2009). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana. Bogotá D.C: Sinchi.

Murcia, U., Castellanos, H., Rodríguez, J., & Huertas, C. (2011). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, datos del año 2007. (U. Murcia García, Ed.) Bogotá D.C.: Sinchi.

**Palabras clave:** Amazonia colombiana, cobertura de la tierra, deforestación, praderización.

## CAPITULO 5. MEDIO AMBIENTE

### EL SOL COMO ALIADO EN LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Balaguera A.<sup>1</sup>, Sánchez, C<sup>2</sup>., Restrepo G.<sup>3</sup>, Botero L.<sup>1</sup>, Hincapié, M.<sup>1</sup>, Marín, J.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Medellín, b. Universidad de Antioquia  
[mhincapie@udem.edu.co](mailto:mhincapie@udem.edu.co), Carrera 87 No. 30-65, Medellín, Colombia

#### **Resumen extendido**

##### **Introducción**

La fotocatalisis heterogénea (FH) con  $\text{TiO}_2$  representa una tecnología alternativa prometedora para la degradación de diversas sustancias químicas (Coleman *et al.* 2005, Rincón y Pulgarin 2006) y la inactivación de los microorganismos presentes en el agua, como es el caso de la bacteria *E. Coli*, a la cual le produce cambios morfológicos y fisiológicos en su ADN impidiendo su normal reproducción (Cirelli y Mortier 2005, Ogino *et al.* 2006, Torresa, *et al.* 2007).

En este trabajo se usó como fotocatalizador el  $\text{TiO}_2$  Degussa P 25, se caracterizaron y evaluaron películas de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  obtenidas por encapsulamiento térmico y por el método sol-gel, se usaron tres tipos de sustrato (vidrio borosilicato, Pellet de polietileno de baja densidad, mallas poliméricas). Para la caracterización se emplearon las técnicas de espectroscopia UV-Visible, microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis por energía dispersiva de rayos X (EDS) e infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR). La actividad fotocatalítica de desinfección de las películas soportadas se determinó evaluando las unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) con muestras sintéticas de coliformes totales y *Escherichia coli*.

##### **Metodología**

**Impregnación y Caracterización de la Película.** Para la impregnación del  $\text{TiO}_2$  sobre los soportes tubos, mallas y pellets se utilizó la técnica sol-gel, dip coating y encapsulamiento térmico. Las películas fueron sometidas a evaluación como la resistencia mecánica, el comportamiento con ácidos inorgánicos y solventes orgánicos; también fueron caracterizados con microscopía electrónica de barrido, SEM, FTIR, EDAX, espectroscopia UV-Visible y cuantificación de  $\text{TiO}_2$  por análisis físico o químico, los cuales permitieron

obtener información de la morfología y textura de la superficie de la película, composición relativa de  $\text{TiO}_2$ , así como de sus propiedades ópticas.

**Evaluación Fotocatalítica.** Se prepararon muestras de agua sintética contaminadas con *Enterobacter cloacae* 13047 y *E. coli* 25922. El sistema fue irradiado durante cinco horas, tomando muestras periódicas para su análisis microbiológico.

**Sistema de Reacción.** El sistema fue conformado por un fotorreactor Cilindro Parabólico Compuesto (CPC), el cual consta de un reactor tubular de vidrio Schott donde se colocan los materiales soportados con  $\text{TiO}_2$ , un reservorio y una bomba sumergible.

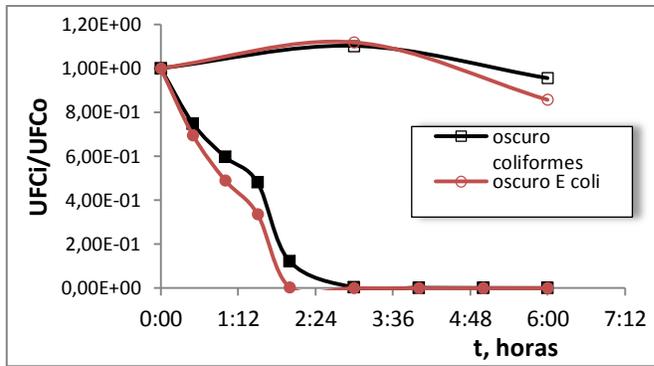
## Resultados y discusión

**Resistencia de la Película.** Las películas obtenidas presentaron buena resistencia mecánica, química y a la abrasión, ya que al contacto con otros materiales y sometidas a fricción con otros cuerpos se conservaron adheridas al soporte sobre el cual fueron depositadas; así mismo, luego de varios lavados y posterior a las pruebas fotocatalíticas las películas permanecieron estables, hecho que fue evidenciado por cuantificación de  $\text{TiO}_2$ .

**Composición y Morfología de la Película.** Las imágenes obtenidas por SEM indicaron que la morfología y textura superficial de las películas depende tanto de la composición del gel precursor como del método de soporte. Los tubos de vidrio y los pellets presentaron películas más uniformes y compactas, mientras que el soporte sobre mallas presentó mayor rugosidad y aglomerados. La cantidad de  $\text{TiO}_2$  promedio incorporada en cada soporte fue: 3.57 mg  $\text{TiO}_2/\text{g}$  Tubo soportado, 47 mg  $\text{TiO}_2/\text{g}$  pellet soportado y 3 mg  $\text{TiO}_2/\text{g}$  malla soportada.

## Efecto de radiación solar en la desinfección

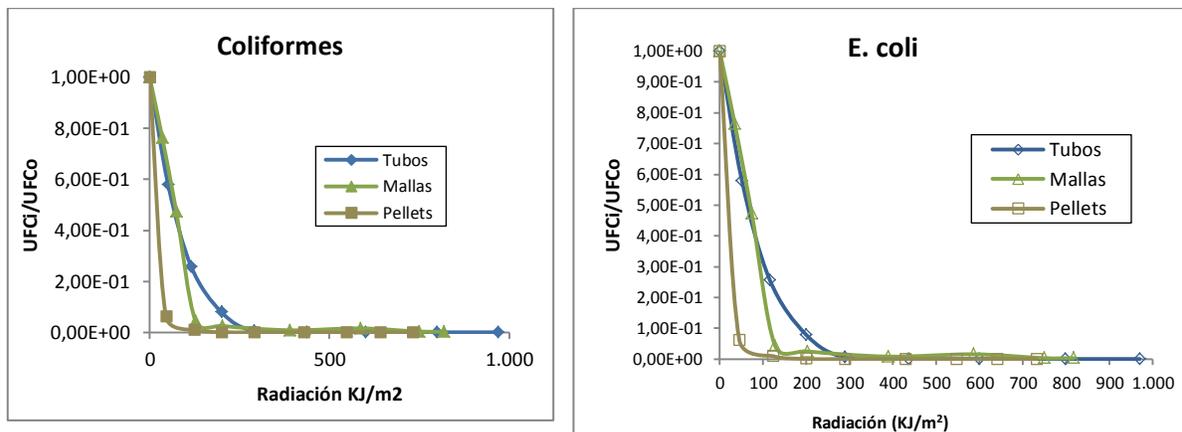
La suspensión bacteriana de coliformes totales y *E. coli* fue mantenida al oscuro como un control y fue irradiada bajo luz solar y en ausencia de  $\text{TiO}_2$  (fotólisis) por 6 horas. La Figura 1 muestra que las coliformes totales y las *E. coli* no sufrieron procesos de eliminación, sin embargo la fotólisis evidenció la inactivación de la *E. coli* luego de 3 horas de radiación a 400  $\text{KJ}/\text{m}^2$  y de 6 horas y 812  $\text{KJ}/\text{m}^2$  para las coliformes totales.



**Figura 1.** Suspensión bacterial de coliformes totales y *E. Coli* al oscuro y por fotolisis.

### Efecto de la desinfección usando diferentes soportes

La muestra de agua fue tratada utilizando  $TiO_2$  soportado a una concentración de 328mg/L en los tres soportes (tubos, mallas y pellets), la Figura 2 muestra la inactivación de los microorganismos frente a la radiación en el fotorreactor CPC, la completa inactivación para los tres sistemas se observó en 400KJ/m<sup>2</sup> para *E. coli* y 800KJ/m<sup>2</sup> para las coliformes totales, teniendo una mayor inactivación el tratamiento con los pellets.



**Figura 2.** Inactivación de Coliformes totales y *E coli* con  $TiO_2$  soportado sobre tubos, mallas y pellets.

### Conclusiones

Los métodos sol-gel y encapsulamiento térmico constituyen metodologías apropiadas para la deposición de películas sobre vidrio y materiales poliméricos, produciendo recubrimientos fotoactivos con alta resistencia mecánica, química y a la abrasión, en diversas condiciones de operación tales como temperatura, presión y caudal.

Todos los soportes evaluados presentaron inactivación tanto de las *E Coli* como de las coliformes totales, obteniendo una desinfección más rápida con los pellets, seguido de los tubos y luego las mallas.

En la desinfección fotocatalítica de coliformes totales y *E. coli* se obtuvieron niveles de desinfección del 100% en 5 horas de tratamiento y una radiación de 800KJ/m<sup>2</sup>.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a las vice rectorías de investigación de la Universidad de Medellín y la Universidad de Antioquia por la financiación y apoyo para el desarrollo de esta investigación.

### Referencias

Cirelli, A. F., Mortier, C. 2005. Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua: Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. Solar Safe Water., Escuela de Posgrado UNSAM, San Martín, 11-26.

Coleman, H.M., Marquisb, C.P., Scotta, J.A., China, S.-S., Amala, R., 2005. Bactericidal effects of titanium dioxidebased photocatalysts. Chemical Engineering Journal. 113:1:55-63.

Fernández P., Blanco J., Sichel C. y Malato S., 2005. Water disinfection by solar photocatalysis using compound parabolic collectors. Catalysis Today, 101:345-352.

Fernández-Ibañez P. 2007. Solar disinfection of drinking water. Course on: Innovative Processes and Practices for Wastewater Treatment and Re-use, Ankara University, Turkey.

Malato S., Blanco J., Alarcón D. C., Maldonado M. I., Fernandes - Ibañez P, Gernjak Wolfgang. 2007. [Photocatalytic decontamination and disinfection of water with solar collectors](#). Catalysis Today, 122:1-2:137-149

Ogino, C., Dadjourb, M. F., Takacic, K., Shimizu, N., 2006. Enhancement of sonocatalytic cell lysis of *Escherichia coli* in the presence of TiO<sub>2</sub>. Biochemical Engineering Journal, 32:2:100-105.

Rincón, A., Pulgarin, C., 2006, Comparative evaluation of Fe<sup>3+</sup> and TiO<sub>2</sub> photoassisted processes in solar photocatalytic disinfection of water. Applied Catalysis B: Environmental, 63:3-4: 222-231.

Torres, A. G., Milflores-Flores, L., Garcia-Gallegosa, J. G., Patela, S. D., Bestd, A., La Ragioned, R. M., Martinez- Lagunac, Y., Woodward, M. J. 2007. Environmental regulation

and colonization attributes of the long polar fimbriae (LPF) of Escherichia coli O157:H7. International Journal of Medical Microbiology, 297:3:177-185.

**Palabras clave:** Fotocatalisis, microorganismos, catalizador soportado, E-coli, desinfección solar.

## DEGRADACIÓN DE PESTICIDAS EN AGUA POR FOTOCATALISIS Y FOTOFENTON

Hincapié, M.<sup>1</sup>, Peñuela G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Medellín, b. Universidad de Antioquia  
[mhincapie@udem.edu.co](mailto:mhincapie@udem.edu.co), Carrera 87 No. 30-65, Medellín, Colombia

### Resumen extendido

**Introducción.** En los últimos años se han investigado y aplicado los procedimientos para la purificación de aguas basados en las llamadas Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) los cuales pueden usarse solos, entre ellos o con los métodos convencionales de tratamiento (Malato, *et al.* 2007, Parra *et al.* 2004, Konstantinou y Albanis 2003). Los PAOs (Gogate y Pandit 2004, US/EPA 1998, Doménech *et al.* 2001) se basan en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes y se definen como procesos que involucran la generación y uso de especies químicas de fuerte carácter oxidante (radical hidroxilo (HO<sup>•</sup>)).

La atrazina y el alacloro son herbicidas organoclorados, con acción selectiva de pre y post-emergencia, son sistémicos selectivos, usados para controlar la aparición de malezas en cultivos, principalmente de maíz, sorgo, caña de azúcar, trigo y varios tipos de pasturas, y el crecimiento de malezas acuáticas en lagos y estanques. (Steinberg *et al.* 1995).

En el presente trabajo se realizó el estudio de la degradación de la atrazina y el alacloro, por medio de métodos fotoquímicos que incluyen la fotodegradación homogénea con fotofenton utilizando sales de hierro y peróxido de hidrógeno y la fotocatalisis heterogénea utilizando TiO<sub>2</sub>.

**Metodología:** La degradación de los plaguicidas, se realizó a tres concentraciones de Fe<sup>2+</sup>, usándose en combinación con el peróxido, el pH fue ajustado a 2.7 - 2.9 con ácido sulfúrico. En las degradaciones con TiO<sub>2</sub> y TiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> no fue controlado el pH.

Un reactor con 3 colectores solares cilindro parabólicos compuestos (CPCs). Cada colector está formado por 8 tubos transparentes (de vidrio), montado en una plataforma fija inclinada 37° (latitud local). Una bomba centrífuga hace pasar el agua a través de los colectores. El volumen total del reactor está comprendido por: 22 L (7.3 L por colector) de los tubos de vidrio irradiado y el resto por el tanque y tubería no transparentes.

Al inicio de los experimentos, con el colector tapado, todos los productos químicos se añadieron al tanque y se mezclaron hasta alcanzar una concentración homogénea en el sistema, se retiró la cubierta y se tomaron muestras a tiempos determinados.

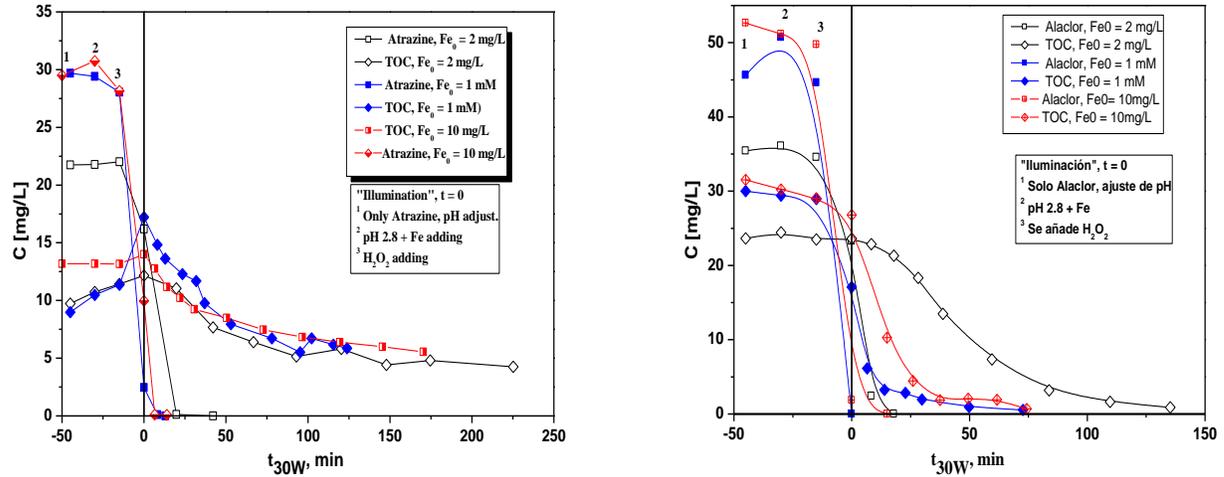
Para hacer el seguimiento y evaluar la degradación de los pesticidas se usó la Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detector Ultravioleta (HPLC-UV), Carbono Orgánico Total (COT), y cromatografía iónica.

## Resultados y discusión

**Degradación y mineralización de los pesticidas:** En la reacción de Fotofenton (Figuras 1A y B) los pesticidas fueron completamente degradados, la atrazina se transformó en varios intermediarios, la amelina, amelida y el ácido cianúrico (Fig 2), de los cuales el ácido cianúrico permaneció hasta el final del proceso fotofenton sin ser eliminados. Sin embargo, la mineralización total, es decir la desaparición del COT, no ocurrió después del periodo de irradiación, lo cual indicó que el intermediario fue muy estable.

La reacción de Fenton ha producido una pequeña mineralización del Alacloro antes de la iluminación. Sin embargo, la mineralización completa del mismo, solo puede obtenerse después del periodo de irradiación. Esta desaparición de los compuestos originales mediante Fenton ha sido descrita por varios autores (Hincapié *et al.* 2005, Katsumata *et al.* 2006, Peñuela and Barceló 1996).

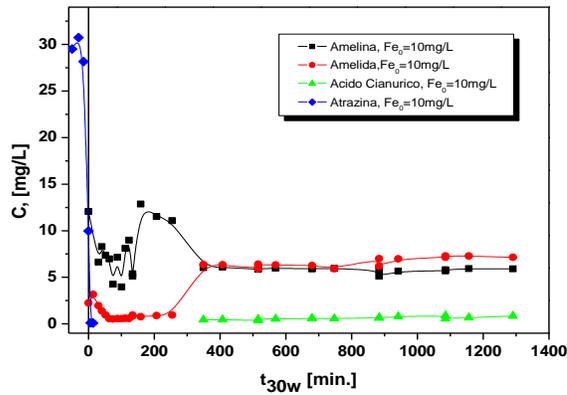
Para ambos plaguicidas, los tiempos de degradación disminuyen ostensiblemente cuando se aumentó la cantidad de  $Fe^{2+}$ .



A

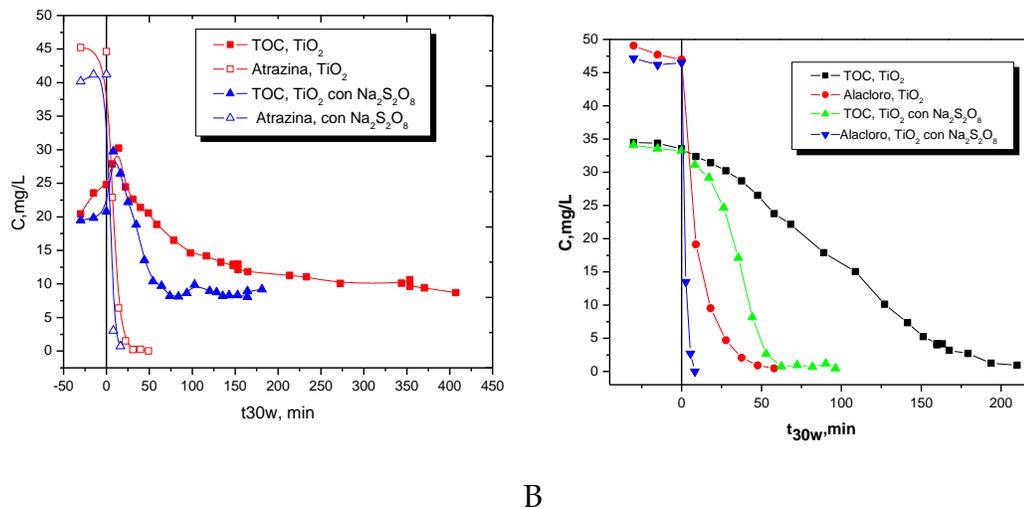
B

**Figura 1.** A) Desaparición de la Atrazina y evolución del TOC B) Desaparición del Alacloro y evolución del TOC en función de  $t_{30w}$  para 2, 10mg/L y 1mM de Fe.



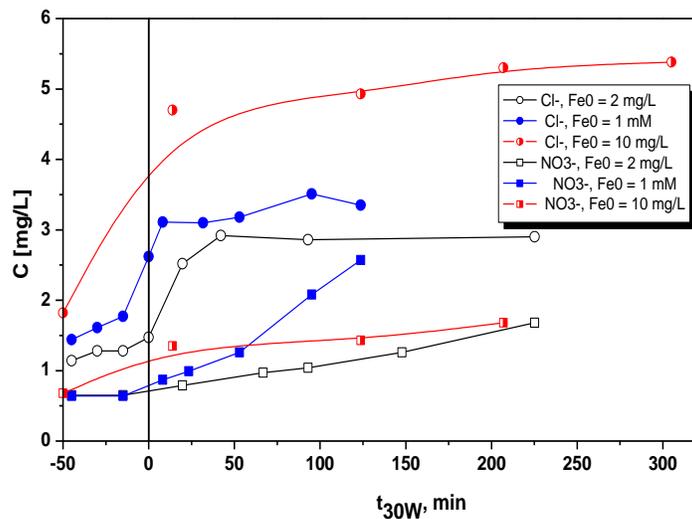
**Figura 2.** Aparición de los productos de degradación de la atrazina en función de  $t_{30w}$  para una concentración de 10mg/L de hierro

En cuanto a la fotocatalisis, la atrazina y el alacloro fueron transformados rápidamente (Figura 3A y B), y al igual que en el proceso fotofenton, se obtuvieron los mismos intermediarios de difícil degradación para la atrazina



**Figura 3.** Desaparición de la atrazina (A) del alacloro (B) y evolución del TOC en función de  $t_{30w}$  para la fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> y TiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>

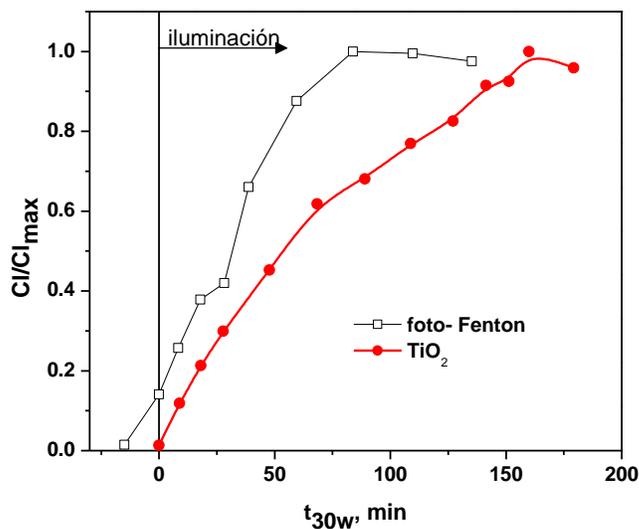
**Evolución de los iones inorgánicos.** El cloruro se generó rápidamente (Figura 4), lo cual hace pensar en una fácil dechloración de la atrazina. La cantidad total de cloruro producido al final de los experimentos corresponde a un 100% de conversión del cloro contenido en los pesticidas.



**Figura 4.** Aparición de los iones cloruros y nitratos para la atrazina en función de  $t_{30w}$  para las concentraciones de 2, 10mg/L y 1mM de Fe.

El balance de masa del nitrógeno de la atrazina, no fue claramente establecido, las formas amoniacal y nitrato, fueron detectadas en diferentes concentraciones. Este balance de masa del nitrógeno, ha sido frecuentemente observado en tales procesos e indican que otro compuesto que contiene nitrógeno debe estar presente en la solución o se ha evaporado durante el proceso.

El cloruro se generó rápidamente (figura 5), lo cual hace pensar en una fácil de cloración del Alacloro. La cantidad total de cloruro producido al final de los experimentos corresponde a un 100% de conversión del cloro contenido en el Alacloro. La reacción foto-Fenton, produjo mas rápidamente los cloruros que la fotocatalisis, en menos de 80 minutos de irradiación.



**Figura 5.** Evolución de los cloruros como una función del tiempo de iluminación para 200 mg/L de TiO<sub>2</sub> y 10 mg/L de Fe<sup>2+</sup> en el proceso foto Fenton.

### Conclusiones

Se ha demostrado que, tanto la fotocatalisis con TiO<sub>2</sub> como el proceso foto-Fenton, son procesos viables para tratar o descontaminar aguas contaminadas con plaguicidas bajo irradiación solar en un colector CPC y a escala de planta piloto.

El proceso de foto-Fenton se ha mostrado más eficiente que el de TiO<sub>2</sub>, para la degradación de los plaguicidas, aunque no consigue llegar a la mineralización completa de la atrazina.

El proceso fotofenton con 55 mg/L de hierro, presenta mejores resultados de degradación, sin embargo, la concentración de 10 mg/L, da resultados similares, menor costo y menor impacto ambiental.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a las vice rectorías de investigación de la Universidad de Medellín y la Universidad de Antioquia por la financiación y apoyo para el desarrollo de esta investigación.

### Bibliografía

Domènech, X, et al. (2001). Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes. Editor: Miguel Blesa, Red CYTED VIII-G, cap1., 3-25

Gogate P.R. and Pandit A.B. 2004. A review of comparative technologies for wastewater treatment. I: oxidation technologies at ambient conditions. *Adv. Environ. Res.*, 8, 501-551.

Hincapié M., Maldonado M.I., I. Oller, W. Gernjak, J. A. Sánchez-Pérez, M. M. Ballesteros and S. Malato. 2005. Solar photocatalytic degradation and detoxification of EU priority substances. *Catalysis Today*, 101 203-210.

Katsumata H., Kaneco S., Suzuki T, Ohta K, Yobiko Y. 2006. Photo-Fenton degradation of alachlor in the presence of citrate solution. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 180, 38–45

Konstantinou I.K., Albanis T.A. 2003. Photocatalytic transformation of pesticides in aqueous titanium dioxide suspensions using artificial and solar light: intermediates and degradation pathways. *Applied Catalysis B: Environmental* 42 319–335.

Malato S., Blanco J., Alarcón D. C., Maldonado M. I., Fernández-Ibáñez P., Gernjak Wolfgang. 2007. Photocatalytic decontamination and disinfection of water with solar collectors. *Catalysis Today*, 122:1-2:137-149

Parra S., Stanca S.E., Guasaquillo I., Thampi K. R. 2004. Photocatalytic degradation of atrazine using suspended and supported TiO<sub>2</sub> *Applied Catalysis B: Environmental* 51 107–116

Peñuela G.A., Barceló D.,1996. Comparative degradation kinetics of alachlor in water by photocatalysis with FeCl<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> and photolysis, studied by solid phase disk extraction followed by gas chromatographic techniques. *J. Chromatogr. A* 754 187.

US/EPA Handbook of Advanced Photochemical Oxidation Processes, EPA/625/R-98/004  
1998.

**Palabras clave:** Fotodegradación, Atrazina, Alacloro, Fotocatálisis, Fotofenton.

## PANORAMA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA, LOMBRICULTURA, COMPOSTAJE

**Ordoñez Ruiz, Lina María**

Grupo Monteverde Microbiología y Biomosas Colombia  
[info@microbiologiaybiomasas.com](mailto:info@microbiologiaybiomasas.com), Calle 44 No. 8-63, Bogotá D.C.

### **Resumen**

Colombia es un país tropical con una serie de características que lo diferencian de muchos países como por ejemplo: fotosíntesis permanente, tres climas, dos en su producción agrícola, productor de comida en un mundo sufriendo de hambre, y con un gran potencial pecuario. Gran importador de productos que podrían producirse aquí como por ejemplo: maíz, soya, rigo, entre otras. Así mismo, posee una riqueza microbiológica en suelos, de la cual no se ha estudiado el 1%.

Por otra parte, es un generador de grandes volúmenes de biomosas, subproductos ó residuos orgánicos tanto de origen vegetal como animal y residuos sólidos urbanos RSU, que en la mayoría de los casos se convierten en problemas ambientales, pero que tienen enormes posibilidades de bioconversión mediante sistemas biotecnológicos para producir abonos orgánicos, compostaje y lombricultura.

Desde el 2008 hasta la actualidad, los precios del petróleo han oscilado entre USD 90 - 140= barril. Lo cual brinda una excelente oportunidad para los abonos orgánicos ya que el precio del petróleo está directamente relacionado al de los fertilizantes químicos.

Por estas circunstancias, por primera vez en Colombia hay muy buenas posibilidades para los abonos orgánicos para disminuir costos de producción, mejorar suelos y sanidad vegetal, ser base de la agricultura orgánica, limpia, ecológica, con buenas prácticas agrícolas, BPA. Así mismo, el Gobierno Nacional generó un Conpes - Sinconpes 2009-2010 dentro del cual se promueve el uso de los abonos orgánicos; razón por la cual también debemos estar preparados en el tema ya que surgen mayores posibilidades, sumadas a las mencionadas anteriormente. El uso de los abonos orgánicos tiene la finalidad de contribuir al desarrollo de la nueva frontera agrícola Colombiana: la altillanura con cultivos como maíz, soya, palma africana, forestales, pastos mejorados; por otro lado mejorar la estructura propia de suelos, incrementando materia orgánica y otras propiedades fisicoquímicas.

**Palabras Clave:** abonos, biofertilizante, compostaje, lombricultura, orgánico

## ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN EN LA AMAZONIA COLOMBIANA. CASO SIDAP-CAQUETÁ

Marco A. Correa Munera, Carlos Paez, Lina cardenas y Laura Santofimio

[marcorreamunera@gmail.com](mailto:marcorreamunera@gmail.com)

### Resumen

La Amazonia tierra de megadiversidad, posee avanzados procesos de transformación y deterioro de sus recursos naturales. Las plantaciones de soja en Brasil, las explotaciones petroleras en Ecuador, la extracción de madera en Perú, son algunos de los ejemplos de cambios en los usos del suelo. En Colombia la mayor presión se ejerce por expansión de frontera agrícola y ganadera, no obstante, los permisos de explotación minera no son ajenos a este territorio, a esto se suman los cultivos de uso ilícito, que aunque han disminuido, han dejado una gran huella en la región.

Como reacción a los procesos de degradación de los recursos naturales del País se estableció desde la década de los años 50, el siglo pasado, las reservas forestales de la ley 2ª. Luego se crean los parques Nacionales Naturales y por último se consolida el denominado Sistema nacional Ambiental, al cual pertenecen los institutos de investigación, las corporaciones autónomas regionales y la UAESPNN como ente administrador de los parques nacionales naturales. Asimismo el ministerio de ambiente crea el denominado SINAP, que según la sigla es el Sistema Nacional de Áreas protegidas. No obstante los procesos de deterioro continúan y es cada vez mayor el empobrecimiento de los ecosistemas amazónicos en términos de su biodiversidad y de su oferta de hábitat para los elementos que la componen.

Pero las iniciativas oficiales de conservación se han quedado cortas, máxime si se considera que quien degrada los recursos naturales es la sociedad civil. Por lo tanto ha sido fundamental el proceso de sensibilización que se adelanta desde la Universidad de la Amazonia, desde la generación de conocimiento básico, puesto al servicio de las comunidades como mecanismo de empoderamiento frente a las autoridades encargadas de administrar los RN, y generando argumentos que justifiquen la conservación de áreas naturales. En tal sentido el Jardín Botánico Uniamazonia como parte de su misión ha generado todo un movimiento en pro de la organización e impulso a la conservación de los recursos naturales. Es en este sentido que se ha creado el Sistema

Departamental de Areas Protegidas – SIDAP, el cual incluye a los PNN, pero también a las áreas locales como son los municipios y sus reservas.

Actualmente hay procesos de conservación que se adelantan en Belén de los Andaquies, Florencia, Montañita, El Doncello, Cartagena del Chaira, San José del Fragua, Milán, Solano y los cuales ya hacen parte del SIDAP Caquetá. En total hay cerca de 30 mil hectáreas sin contar con los PNN. Con lo cual estaríamos hablando de cerca de dos millones de hectáreas que están siendo conservadas en el Caquetá, bajo las diferentes figuras e instituciones. Queda abierta la invitación a los propietarios e instituciones que poseen tierras que puedan ser susceptibles de declararse áreas de conservación, para que se integren al SIDAP, este es un mecanismo legal que permitirá el futuro reconocimiento de los servicios prestados por dichos ecosistemas.

Actualmente se viene trabajando en el diagnostico de las áreas protegidas, su respectiva georeferenciación, para posteriormente elaborar los planes de manejo ambiental de cada reserva. Hemos realizado reuniones de motivación, hicimos un taller de capacitación y una pagina web: <http://:sidapcaqueta.com> y una base de datos para la consolidación de un SIG, que fortalezca los procesos de conservación y permita su respectivo monitoreo.

**Palabras clave:** conservación, Amazonia.

## COMPARACIÓN DE EQUIPOS PARA MUESTREO DE SUELO (PALÍN Y BARRENO) EN LOMERÍOS DEL CAQUETÁ

Rosas-Patiño, Gelber<sup>1</sup>, Rodríguez-Pérez, Wilson<sup>2</sup> & Muñoz-Ramos, Jader<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Unidad de Geociencias, Universidad de la Amazonía,  
Florencia, Colombia.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Básicas, Unidad de Geociencias, Universidad de la  
Amazonía, Florencia, Colombia

### Resumen

En los laboratorios de suelos de la unidad de Geociencias (UAGEO) del centro de Investigaciones amazónicas Macagual (CIMAZ), se desarrolló un estudio comparativo sobre la variación de los parámetros físicos y químicos de dos coberturas (sistema agroforestal y barbecho) en suelos de lomerío, utilizando dos equipos de muestreo (Palín y Barreno tipo holandés). Se tomaron tres muestras por sitio a 30 cm de profundidad en cada cobertura en donde se determinó la Da, Dr, Color, %HG, Granulometría, pH, Acidez intercambiable, H intercambiable, Aluminio intercambiable, CIC, %CO y bases intercambiables. Las metodologías utilizadas corresponden a Zamudio - Sánchez *et al.* (2006). Se discute la variación en los parámetros bajo influencia de la cobertura y el equipo de muestreo.

Se presentaron diferencias notorias entre coberturas pero no se reportan diferencias en los dtos entre equipos de muestreo. Al no presentarse variabilidad entre los datos obtenidos a partir de muestras con muestreo palín y barreno, se sugiere la implementación de los mismos para el muestreo de los suelos con fines analíticos. Sin embargo, es el palín el método más utilizado por su facilidad de acceso y bajo costo.

### Referencias

Zamudio-Sánchez, A. M., M. L. Carrascal-Carrascal, C. E., Pulido-Roa, J. F. Gallardo, E. A. Ávila-Pedraza, M. A. Vargas-Alfonso & D. F. Vera-Raigosa. 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 6a ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC–. Bogotá, D. C.

**Palabras clave:** sistema agroforestal, barbecho, horizontes, cationes, física de suelos, química de suelos, amazonia.

## REDES SOCIOTÉCNICAS, USO DE LA TIERRA Y AGROBIODIVERSIDAD EN LA PAN AMAZONIA

**Torres Sánchez Camilo**

Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Amazonas, Brasil.  
[camilot@bol.com.br](mailto:camilot@bol.com.br). Centro de Estudos Superiores de Tabatinga, Av.  
da Amizade s.n., Tabatinga Amazonas, Brasil.

### **Resumen**

Contribuir a consolidar el desarrollo regional de la Pan Amazonia, actuando para el cambio de una matriz de desarrollo basada en la extracción mineral, ganadería y agricultura de ciclo corto insustentable, para una basada en la biodiversidad y la producción vegetal de ciclo largo y sustentable, que use especies con potencial alimenticio, medicinal y cosmético (AMC), organizada en cadenas tecnoproductivas de la biodiversidad. Existe la necesidad de crear medios para identificar especies, técnicas, arreglos productivos locales, tipos y sistemas de uso de la tierra de especies con potencial (AMC) en la Pan Amazonia, y en especial en la várzea (planicie inundable), que sean adecuados a la naturaleza biofísica de este ecosistema, que esta en proceso acelerado de degradación ambiental. También existe un conocimiento histórico y tradicional asociado al uso de especies con potencial (AMC), depositado en archivos públicos, colecciones biológicas, fuentes y literatura especializada, además de la historia y conocimiento oral de las comunidades rurales, este saber no esta siendo aprovechado para mejorar la sustentabilidad de esas comunidades pan amazónicas y de la región de la várzea. Estas informaciones están siendo perdidas rápidamente por la erosión genética, degradación ecológica, pérdida de la tradición oral y de documentos en archivos públicos o por la falta de sistematización del conocimiento. Se tiene una demanda social o mercado para generar alternativas a fuentes tradicionales de renta y sustento de las comunidades amazónicas y de la várzea basadas en la extracción mineral, vegetal y animal por fuentes basadas en la biodiversidad y producción de plantas con potencial (AMC) y de derivados de estas con alta agregación de conocimiento y valor y de mayor sustentabilidad, a través de la formación de técnicos e investigadores en esta área. En función del agotamiento acelerado de estas fuentes tradicionales de renta y sustento.

LA RED SOCIOTECNICA DE LA BIODIVERSIDAD. Siguiendo esta reflexión fue adoptada la perspectiva de Bruno Latour condensada en su obra "Jamais Fomos Modernos", traducida a el portugués y publicada en 1994. En esta obra el autor expone una problemática derivada de la crisis general del proceso de desarrollo y modernización occidental, identificada por la filosofía crítica alemana con Habermas a la cabeza, donde las ciencias de la sociedad y de la naturaleza no consiguen aisladas una de la otra hacer sentido de situaciones que Latour bautiza como "híbridas", donde se mezclan caóticamente hechos de conocimiento científico, acciones sociales y interpretaciones culturales de un acontecimiento. *"El mismo artículo [periodístico, químico, ecológico o jurídico] mezcla, reacciones químicas y reacciones políticas"* Para re-anudar el tejido entre los hechos híbridos, las ciencias naturales y humanas que pretenden explicarlos, y los sujetos que hacen esto, deben atravesar, tantas veces sea necesario, el corte que separa los conocimientos naturales, el ejercicio del poder y la representación. Los investigadores e intelectuales [el autor de este proyecto dentro de ellos] son híbridos, instalados precariamente al interior de las instituciones científicas, medio ingenieros, medio filósofos, un tercio instruidos sin que lo desearan; optan por describir las tramas donde quiera que estas los lleven. El medio de transporte es la noción de traducción o de red. Que es más flexible que la noción de sistema, más histórica que la de estructura, y mas empírica que la de complejidad, la red es el hilo de Ariadna de estas historias confusas, actuando en la perspectiva de un observador interno una auto-observación. Este autor muestra como *"estos [hechos híbridos o acontecimientos nombrados fatiches, una mezcla de hecho o fato (fact) y fetiche (fetish)] trabajos continuan siendo incomprensibles porque son recortados en tres, de acuerdo con las categorías usuales de los críticos. O dicen respecto a la naturaleza, o la política, o el discurso"*. De la misma forma los hechos (fatos) híbridos o acontecimientos sobre la organización del mundo de la vida natural y de la diversidad de la vida se sitúan incómodamente en medio de los campos de la antropología, el derecho, la sociología rural, la ecología humana, la ecología de comunidades, sin conseguir hacer la masa crítica necesaria que permita entender la diversificación de la vida por si misma, y no como un caso especial del discurso de estos campos académicos. La botánica oculta los problemas de nominación, la antropología los de representación, el derecho los de posesión, la sociología oculta las relaciones de trabajo y etcétera.

La búsqueda por estas prácticas de legitimación de la modernización debe reflejarse en el trabajo de campo cotidiano. Por ejemplo, la existencia de alimentos, medicamentos y cosméticos de los Patricios, así como, alimentos, medicamentos y cosméticos de los Plebeyos, de la sociedad. Por ejemplo la manga Tommy, importada del Nordeste de Brasil y vendida en los supermercados, representa eso con relación a la manga Bacuri nativa de amazonia y vendida en las ferias libres en la várzea amazónica. De estas prácticas de legitimación hacen parte los "fatiches" que son mezclas de fato y fetiche, de mundo no humano y mundo humano. Un fato (hecho híbrido) como la venta de una

fruta en un supermercado esta fusionado con un fetiche, que es la marca de una cooperativa de productores adherida a la fruta, que pretende mostrar una supuesta calidad de origen de la fruta, lo que permite cobrar “un precio” mayor por la fruta, estampado y oculto en un código de barras. Así, aceptaremos lo que Latour dice sobre que *“no existe ninguna realidad sin representacion”* reafirmando la necesidad de intentar reunir los objetos y los sujetos en la descripción de la sociedad actual.

Así describiendo la red sociotécnica del uso de las especies en la planicie de inundación amazónica, se estaría estudiando de forma diferente el desarrollo de la región amazónica acoplando las especies vegetales con la comunidad humana, los instrumentos, las practicas que poco recuerdan el calculo instrumental de los ingenieros y científicos, mas una acción orientada políticamente que busca crear significado para la comunidad humana que usa la diversidad de la vida natural y humana. Visibilizaría la imagen que la sociedad tiene de las especies en las regiones. Así al mapear las redes sociotecnicas de uso de las especies vegetales se estaría analizando la suficiencia alimentaria, medicinal y cosmética de una comunidad humana, y a su estrategia de uso de la diversidad de la vida, como también indagando retóricas de éxito o fracaso para los miembros de una comunidad local amazónica, y también las imágenes estéticas que sobre las especies tienen estas comunidades. Estas comunidades a su vez se acoplan a la naturaleza de esa diversidad de la vida y la inserción social de esa diversidad en contextos espaciales, materiales y temporales más amplios, como las ciudades de Manaus y Belem, Brasil y el Mundo. Bruno Latour diz también que *“Es verdad, sin embargo que se trata de retórica, estrategia textual, escrita, contextualizacion y semiótica, de una nueva forma que se conecta al mismo tiempo a la naturaleza de las cosas y el contexto social, sin, por eso reducirse una cosa o la otra”*.

**Palabras clave:** agrobiodiversidad, amazonia, red sociotecnica, intensificación, uso de la tierra

## EDUCACIÓN AMBIENTAL Y ENCRUCIJADAS DEL DESARROLLO EN LA AMAZONIA

**Rafael Lozano Trujillo**

Coordinador Departamental de Educación Ambiental DTC – Corpoamazonia.  
[rlozano@uniamazonia.edu.co](mailto:rlozano@uniamazonia.edu.co)

### **Resumen extendido**

Indudablemente la complejidad, riqueza y diferenciación de la Amazonia la ubican en el centro de proyectos de integración e intereses globales, requiriendo de sus pobladores iniciativas de resolución, apropiación y soberanía regional. Necesariamente las amenazas y desafíos que soporta su geografía humana deben abordarse desde enfoques multidisciplinarios e interculturales, incluyendo aspectos inherentes al conflicto, narcotráfico y gobernanza. Su diversidad de ecosistemas, pueblos y culturas hace prioritario el desarrollo y aplicación de agendas CT+I desde la base de sus especificidades, cuyo propósito cultive identidades del recurso poblacional infantil y juvenil hacia el reconocimiento y construcción de región. En medio de las tensiones dadas en el proceso de la reconstrucción colectiva de los lineamientos pedagógicos, la presente discusión plantea retos y oportunidades que debemos asumir todos los actores adscritos a Corpoamazonia inherentes a las realidades e imaginarios del territorio Amazónico colombiano. Las interrogaciones de la sociedad debe participar directamente en el desciframiento de los códigos que problematizan la región y en la construcción de capacidades para afrontar propositivamente el entorno que los rodea.

**Consideraciones realizadas:** La visión de ambiente no puede reducirse estrictamente a la naturaleza *per se*, ni puede asociarse exclusivamente a los conflictos de contaminación de los ecosistemas naturales vistos como unidades aisladas, o la biodiversidad reconocida solamente desde el contexto natural. Las soluciones a los problemas ambientales no se pueden plantear linealmente. Esta crisis contemporánea se origina y expresa en diferentes vías afectando al conjunto de ecosistemas y diferentes grupos humanos que de una u otra manera interactúan con los recursos de la naturaleza. El concepto de ambiente se deriva de la complejidad de problemas y potencialidades ambientales y del impacto de los mismos no sólo en los sistemas naturales sino en los sistemas sociales. Por tanto las soluciones a esos problemas requieren del análisis permanente e integral de las interacciones: sociedad - naturaleza - cultura.

**Que ideología sustenta al desarrollo en la Amazonia?:** Los pobladores amazónicos son pobres y necesitados y es que puede garantizar la satisfacción de sus necesidades a través de la incorporación del mercado? O tienen pocos ingresos monetarios y gran parte de la satisfacción de sus necesidades la obtienen por fuera del ámbito del mercado. Por tanto los

Planes de Desarrollo para los diferentes entretelones de la Amazonia Colombiana que enfoque deben tener?

Perú con respecto a la Amazonia Alan García: Artículo “El Síndrome del Perro del Hortelano” Periódico “El Comercio” de Lima del 2007 permiten revelar la tendencia de estos enfoques del desarrollo para nuestro territorio?

... Hay millones de Has para madera que están ociosas, otras millones de Has que comunidades y asociaciones no han cultivado ni cultivarán, además cientos de depósitos de minerales que no se pueden trabajar. (Dice Alan García) Los ríos que bajan a un lado y otro de la cordillera son una fortuna que se van al mar sin producir energía eléctrica. Hay muchos recursos sin uso que no son transables, que no reciben inversión, que no generan trabajo y todo ello por el tabú de ideologías superadas, por ociosidad, por indolencia o por la Ley del Perro del Ortelano que reza: Si no lo hago yo que no lo haga nadie...

Persisten ideologías conservacionistas, ambientalistas e indigenistas que dice que no se puede tocar nada. Entonces si esos pobladores amazónicos no quieren desarrollarse, entonces el Estado por medio de entregar el Amazonas a través de Concesiones explotación de hidrocarburos, recursos mineros, explotaciones maderables, plantaciones de agrocombustibles , sí lo va a llevar a cabo. A sangre y fuego?

El Escritor, Ensayista y Novelista Willam Ospina desde su trabajo las Auroras de Sangre aborda los tiempos de la Conquista del Nuevo Mundo. Los primeros viajes por el Amazonas han cautivado celosamente la pluma de este literario, construyendo y recreando una historia de cómo nació este territorio hace cuatro siglos y medio, la historia del fracaso, la historia del choque de las culturas, el devenir de la geografía humana del Amazonas.

Ospina deja en sus obras deja ver entre líneas la plaga del olvido como uno de los padecimientos de Colombia que no nos permite ver que muchas cosas que están ocurriendo hoy, ya han ocurrido en el pasado. Sus descripciones históricas del siglo XVI como la sangrienta conquista de este territorio, el desplazamiento, la barbarie y el salvajismo desatada en la materialización de mentalidades e intereses de particulares, el vertimiento de sangre por la propiedad privada o los diferentes mapas de riquezas en recursos naturales contagian el temor de las similitudes del conflicto contemporáneo, generando confusiones del tiempo.

En contraposición a la Historia triunfalista de los conquistadores, o el nacimiento de la historia americana desde la proa de las carabelas de Colón, el trágico silencio de nuestras comunidades ha invisibilizado la forma y magnitud de lo vivido por el mundo indígena. Esto ha dejado un legado, un comportamiento que sistemáticamente la historia reitera. Este síndrome de la ausencia de la voz del pueblo, de la falta de inclusión de las comunidades en la leyenda nacional está determinando múltiples vulnerabilidades en nuestro patrimonio natural. La falta de nuestro propio reconocimiento e identificación como mestizos, mulatos o criollos, están dejando la semilla del drama por el menosprecio o inferioridad y el genérico de negro o indio reemplaza la individualidad.

No hemos podido construir un imaginario coherente, respetuoso, democrático y un imaginario informado de la amazonia. (460 mil km<sup>2</sup>)

**Espacio vacío por domesticar:** El más antiguo y más permanente que tenemos. Una geografía inhóspita, pueblos sin historia o se desconoce la trayectoria cultural o de construcción de territorio de las comunidades ancestrales asentadas. Tiene una imagen del bosque como barrera, es necesario transformar el paisaje incurriendo al deterioro para implementar formas de producción superior en la escala del progreso. Es una frontera de interés político administrativa para enclaves extractivistas. Es la ideología que ha propiciado a transformar la Amazonia con anillos de poblamiento, deforestada, y otra amazonia conservada que empieza a transformarse. Esa Amazonia del centro debe ser objeto de estudio para interpretar desde vertientes interdisciplinarias.

**Válvula de tensiones sociales y políticas en la frontera interna:** Después de la época de la Violencia la Amazonia se convirtió en espacio y territorio de oportunidades. Muchos campesinos promocionaron este territorio como un refugio. Bajo esta perspectiva se han señalado tres corrientes de colonización (Colonización dirigida, espontánea y armada). Fueron catalizadores para el Fracaso de la Reforma Agraria.

**Territorio de conflictos e ilegalidades:** Comienza a develarse en los años 80's pero fundamentalmente en la década de los 90's tras el apoyo de EE.UU con la Política Antidrogas, Plan Colombia y posterior Seguridad Democrática. Imaginario nuevo pero de mayor difusión, de poblaciones desafectas al Estado, territorio de gran producción de cultivos de uso ilícito, que hay que domesticar con Políticas militares y antidrogas. Caquetá en las marchas cocaleras de 1996 se arrebató de manera plebeya o tumultuar a construir ciudadanía.

**Ventana de oportunidades para la inserción económica internacional:** Imaginario de la década del siglo XXI que frente a la crisis de hidrocarburos, de agua dulce, degradación de bosques para abastecimiento de madera y papel, la Amazonia se observa como un ecosistema geoestratégico en internacionalización. IIRSA conectividad de Suramérica y Amazonia. La Política del Estado Colombiano se refleja en esta ideología frente al TLC. Amazonia entraría de ser un territorio residual y marginal a un territorio central frente a la oferta de diferentes tipos de mercados y servicios. Por otro lado está, la Política 2019 con ajustes drásticos de reordenamiento territorial y recorte territoriales saliendo de áreas protegidas sobre comunidades étnicas para la obtención de las riquezas del subsuelo y ampliación de la frontera agraria a más de 2 millones de Has y 1 Millón de Has de bosques incorporados a la dinámica del mercado mundial. Bajo la prioridad jalonar la economía basándonos en nuestras ventajas comparativas.

Pero me pregunto en calidad de advertencia que basándonos en la debilidad de nuestras instituciones, vulnerabilidad de nuestros recursos naturales, nuestras sociedades, y gobernantes en un entorno económico frágil estaremos confundiendo ventajas comparativas con las ventajas competitivas? Amazonia y Chocó se encuentran en similares condiciones de baja competitividad.

**Amazonia ancestral:** La miramos con romanticismo, prejuicios y contradictoriamente. Una amazonia atrasada que está conservada gracias a la ocupación indígena de fácil gobernabilidad. Explicando los tipos de acercamientos que tenemos con el centro del país.

Aunque no corresponde profundizar este aspecto en este informe, la política ambiental de Colombia está en continuo proceso de análisis, quedan recientes elementos en discusión académica sugiriendo que la actual política de sostenibilidad hace parte de sujetar la preocupación de conservación al predominio del desarrollo. Ello quiere decir que el éxito relativo del gobierno de Uribe, en su primera fase, implicó el deterioro del sistema ambiental colombiano y forzó a sujetar la política ambiental a políticas de seguridad y desarrollo. En una segunda fase... el gobierno intenta reposicionarse ambientalmente, pero con esfuerzos taimados, lentos y tardíos, además de contradictorios<sup>3</sup>.

En consecuencia se ha destinado como reparos a la degradación del suelo diversas políticas de desarrollo rural, orientaciones tecnológicas agropecuarias, aportes al conocimiento de procesos de colonización extractiva de productos forestales y colonización ganadera de áreas forestales. Estas dinámicas mencionadas son consideradas como las formas de ocupación humana con mayor impacto en la transformación del paisaje y en el proceso de degradación de los suelos de la Amazonia Colombiana intervenida<sup>4</sup>.

**Política Nacional, Herramientas Institucionales y Participación ciudadana por la Educación Ambiental (EA):** A partir del año 1992 el Programa de Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional se ha venido instalando en el país, a través del proyecto matriz: «*Incorporación de la Dimensión Ambiental en la Educación Básica y Media, en Zonas Rurales y Urbanas del País*», centrando sus esfuerzos en el desarrollo de un proceso de capacitación-formación (investigativo) orientado a la formulación, implementación, seguimiento y monitoreo de la Política Nacional de Educación Ambiental, en el marco de los propósitos de descentralización y autonomía del tema, y atendiendo a las intencionalidades de las políticas ambientales y educativas, en lo que a la construcción de una cultura ambiental sostenible, se refiere.

En este contexto, el enfoque de Investigación-participación que ha acompañado permanentemente la formación y la intervención, para incorporar la EA en el desarrollo territorial, ha jugado un papel muy importante en la definición y puesta en marcha de un sólido marco legal para su fortalecimiento; teniendo en cuenta los espacios propiciados por la Constitución Nacional de 1991 y sus desarrollos posteriores, en lo concerniente al concepto de participación, los derechos y deberes, la formación de ciudadanos y ciudadanas conscientes del manejo adecuado de su entorno, y reconociendo las relaciones que se generan entre las dinámicas socio-culturales y naturales, atendiendo a las intencionalidades de sostenibilidad ambiental del país.

---

<sup>3</sup> PALACIO, C. G. (2010). Ecología Política y Gobernanza en la Amazonia: Hacia un Balance Crítico del Régimen de Uribe. Ecología Política de la Amazonia. Las Profusas y Difusas Redes de la Gobernanza. ILSA, Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia, Ecofondo

<sup>4</sup> CIPAGAUTA, H. M.; ORJUELA, CH. J. A. (2003). Utilización de Técnicas Agrosilvopastoriles para Contribuir a Optimizar el Uso de la Tierra en el Área Intervenida de la Amazonia. CORPOICA, FONADE, PLAN COLOMBIA. Florencia.

Los procesos de inclusión y fortalecimiento de la EA que se han desarrollado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonia - CORPOAMAZONIA, han permitido el paulatino posicionamiento de esta dimensión en los diferentes actores de la jurisdicción. Los principales avances se han reflejado en los proyectos apoyados a entidades educativas, con comunidades participativas y en conmemoración del calendario ecológico. Corpoamazonia en cumplimiento de sus mandatos legales y por convicción institucional ha desarrollado importantes procesos en relación con la EA. Estos procesos han generado importantes desarrollos en el departamento del Caquetá, en los que se ha venido trabajando de la mano con algunas instituciones que han decidido creer en el proceso y han hecho parte de éste<sup>5</sup>.

Los procesos de formación, investigación y comunicación y divulgación son los ejes del Plan, convencidos que sin la formación se minimizan las posibilidades de contar con nuevos actores y actrices sociales comprometidos con los problemas ambientales, educativos y pedagógicos a los cuales responde la EA y sin la investigación no es posible la construcción de nuevos conocimientos y procesos que más adelante serán validados y difundidos para que sirvan de apoyo a otras instituciones y comunidades interesadas en el desarrollo responsable y armónico de nuestra Amazonía Colombiana.

En el plano actual EA a través de Corpoamazonia, se está gestionando procesos participativos e incursionando en diferentes instrumentos de planificación propiciando condiciones necesarias para su institucionalización en temas de pertinencia como:

- a) Gestión del riesgo
- b) Servicios ambientales
- c) Etnias y culturas
- d) Conocimiento, uso y aprovechamiento sostenible de biodiversidad
- e) Ordenamiento territorial
- f) Gestión Integral de Recursos Hídricos
- g) Adaptación, Mitigación y Vulnerabilidad al Cambio climático
- h) Manejo Integral de Residuos Sólidos
- i) Producción limpia

---

<sup>5</sup> Corpoamazonia (2010). Implementación del proyecto de educación ambiental de Corpoamazonia en la dirección territorial Caquetá (versión preliminar basada en el plan operativo de la DG). Archivos Corporativos.

## CAPITULO 6. MODELADO Y SIMULACIÓN

### USO DE MODELOS EN LA TRAZABILIDAD DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES: ACOTANDO LA INCERTIDUMBRE

Hernán Alvarez

Grupo de Investigación en Procesos Dinámico- KALMAN.  
Escuela de Procesos y Energía.  
Maestría en Ingeniería – Doctorado en Ingeniería. Facultad de Minas.  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.  
hdalvare@unal.edu.co

#### **Resumen**

Este trabajo presenta una discusión breve sobre esa propiedad clave para cualquier producto: su trazabilidad. Se enfatiza el uso de un modelo del proceso como parte fundamental en la obtención de una buena “traza” de un producto. Se hace mención a procesamiento de agroproductos, debido a sus dificultades inherentes: no uniformidad de la material prima y alta sensibilidad del producto final respecto de las condiciones de proceso. Se contrasta la precisión de un modelo de proceso obtenido con datos reales, frente a esas dos fuentes de incertidumbre en el proceso. Finalmente se discute sobre la posibilidad de acotar tal incertidumbre con el uso del modelo, mostrando como ejemplo un modelo de proceso biotecnológico.

**Palabras Clave:** Modelo de Proceso, Trazabilidad, Procesamiento de Agroproductos.

## SISTEMA PROTOTIPO PARA LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DE AVES UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Páez, J.a, Marín, A.b, Marín, L.c.

Universidad de la Amazonia  
[juliostrong14@hotmail.com](mailto:juliostrong14@hotmail.com), Carrera 8 No. 8-02, Florencia-Caquetá,  
Colombia.

### **Resumen**

La incubación artificial, es la práctica con la que se pretende preservar e imitar el cuidado que tiene la hembra de una especie ovípara con su descendencia, para lo que es necesario tener un control sobre factores que afectan directamente a este proceso, como son la temperatura, la rotación, la humedad y la ventilación u oxigenación (Smith 2004, Berry 2007, Clauer 2009). En el contexto mundial, la avicultura es una práctica que ha tomado fuerza con el pasar de los siglos. Con el desarrollo de nuevas técnicas para la explotación, la producción de este alimento ha ido creciendo de forma ágil, logrando acortar el tiempo para la comercialización de producto final y asegurando la calidad de este. La lógica difusa es una metodología propuesta por Zadeh, de la inteligencia artificial, con el propósito de imitar el comportamiento humano, existen sistemas de control basados en la inferencia difusa lo cuales proporcionan mecanismos que permiten la aplicación del conocimiento heurístico humano para el control de un sistema (Li 1997)

El proyecto del cual surge este resumen, fue desarrollado como opción de grado, con el fin de realizar un primer acercamiento, a la solución de la problemática que se presenta en el departamento del Caquetá, respecto a la cadena de producción incompleta de la avicultura. Se pretendió eliminar la dependencia que tiene el avicultor, al comprar los recién nacidos en lugares alejados al departamento, teniendo en cuenta que esto puede causar un porcentaje de mortalidad alto por, mal trato y por el cambio brusco de la temperatura en el transporte. Al igual, según los antecedentes consultados, este prototipo de incubadora es el primero implementado con inteligencia artificial, específicamente lógica difusa, orientado al control por hardware. De lo dicho anteriormente, surge la necesidad de investigar sobre la incubación artificial, e implementar un prototipo de incubadora, que se esperó, pudiera dar solución total ó parcial a esta problemática. Teniendo en cuenta los cuidados necesarios para este proceso y los factores que influyen en la práctica de la avicultura en la fase de incubación.

Para dar respuesta al problema planteado, se desarrolló el prototipo de incubadora para huevos de aves que controla las variables de temperatura y rotación, utilizando la lógica difusa implementada en hardware. Y que opcionalmente es monitoreada por una herramienta software implementada en un PC y orientada a la comunicación USB. En el que, el aporte principal de este trabajo, es hacer una innovación a la industria de la avicultura, con el desarrollo de dicho prototipo de incubadora, que difiera de las encontradas actualmente en el mercado, por el control realizado sobre las variables de temperatura y rotación de la incubación artificial. Con el que se pretende, generar un impacto social a nivel, educativo, ambiental, investigativo y empresarial, tanto departamental como nacional.

En el desarrollo de dicho proyecto, hubo cuatro etapas generales, en la primera se muestra el proceso del diseño e implementación, tanto de la estructura física, como del hardware que fue necesario para que los sistemas de inferencia difusa pudieran actuar sobre el prototipo. Para la segunda etapa, se realiza el análisis y diseño de cada sistema inteligente de control de las variables, tanto de temperatura como de rotación en el proceso de incubación. Continuando con una tercera etapa, que consistió en el desarrollo de la herramienta software para el monitoreo del prototipo de incubadora “AI-Vida”, la cual fue orientada a la comunicación USB, como una aplicación de escritorio, en la que su función principal es registrar la información de las variables que la incubadora está sensando y controlando, dando también la opción de llevar una estadística sobre la incubaciones que se han hecho, con datos relevantes como, identificador de la incubación, cantidad de días para la incubación, cantidad de huevos en la incubadora, tipo de huevo a incubar, etc. Información que es suministrada por el usuario para un mejor control de su línea de producción.

Y finalmente se presentan los resultados obtenidos del proyecto, mediante la validación del prototipo de incubadora, la cual se hizo a través de tres enfoques. El computacional consiste en realizar una comparación entre los datos que se obtienen del sistema difuso diseñado y los datos generados por el hardware que tiene ya implementados los sistemas inteligentes (Baturone *et al.* 2000). Al igual la validación por el enfoque de control, consistió en el análisis de la información recolectada del comportamiento del prototipo controlado por los sistemas difusos, hallando parámetros relevantes de la ingeniería de control (Ogata 2003). Y Por último se hizo la validación desde el punto de vista de la aplicación del prototipo, en el cual se tiene en cuenta el comportamiento de las variables controladas en el periodo de la incubación de prueba, que fue registrada en el software de monitoreo y el porcentaje de eclosión que generó el prototipo, el cual fue de un 85%, en el que no se tuvo en cuenta la comprobación científica de la fertilidad de los huevos puestos en la incubadora. Por tal razón, a través del análisis de dichos resultados se determinó que es posible realizar la incubación artificial utilizando este prototipo.

## **Referencias**

Baturone, I., Barriga, A. Sanchez-Solano, S. Jimenez-Fernandez, Lopez, D., 2000. "Microelectronic Design of Fuzzy Logic-Based Systems", CRC Press.

Berry, Joe G. 2007. "An introduction to incubation times and optimal conditions in a number of avian species". Especialista de la Universidad del Estado de Oklahoma.

Clauer, Phillip J. 2009, "Incubating Eggs". Especialista de la Extensión de Aves de Corral. Universidad de Estado de Virginia.

LI. X. Wang, 1997. "A course on Fuzzy Systems and Control" , Prentice Hall, New Jersey.

Ogata Katsuhito, 2003. "Ingeniería de Control Moderna", Estados Unidos, Prentice-Hall, Tercera Edición, Versión en español.

Smith, T. 2004. "Care and Incubation of Hatching Eggs". Profesor emérito de la ciencia avícola de la Universidad del Estado de Mississippi.

**Palabras Clave:** sistemas de control, pollos, incubación, inteligencia artificial, eclosión.

# PRESENTACIÓN

## POSTER

## CAPÍTULO 1 - BIODIVERSIDAD

### INVENTARIO FLORÍSTICO DE RASTROJOS DE LOMERÍO EN TRES MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA)

Jiménez-Carvajal, D.A.<sup>1</sup>, Trujillo-Trujillo, E.<sup>2</sup>, Correa-Munera, M.A.<sup>3</sup>, Orjuela-Chavez, J.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Coordinador programa de Ingeniería Agroecológica. Universidad de la Amazonia.

<sup>2</sup> Curador Herbario HUAZ. Universidad de la Amazonia.

<sup>3</sup> Director Herbario HUAZ. Universidad de la Amazonia.

<sup>4</sup> Docente programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de la Amazonia.

#### **Resumen**

En el departamento del Caquetá, la conversión de bosques en áreas agrícolas y pasturas en monocultivo y su posterior abandono, generan procesos de sucesión natural que originan los rastrojos, espacios sin utilidad aparente, por lo cual se hace imperativo conocer su composición florística, con el fin de generarles un valor agregado. Con este objetivo se ubicaron rastrojos de lomeríos en 3 municipios del departamento del Caquetá: El Doncello, Florencia y Belén de los Andaquíes y que presentaran cerca de 5 años de edad. En ellos se realizarón 3 parcelas de 100 m x 10 m (1000 m<sup>2</sup>) en cada uno. Se censaron 2142 individuos en total, realizando 294 colecciones botánicas y registrando 60 familias, 143 géneros y 240 especies. El nivel de determinación fue de 65% hasta especie, 29,58% a género, 5% a familia y 0,41% hasta morfo especie. Las familias mejor representadas fueron Fabaceae (14 géneros/27 especies), Rubiaceae (13 géneros/20 especies), Melastomataceae (6 géneros/21 especies) y Euphorbiaceae (6 géneros/10 especies). Los géneros mejor representados según el número de especies fueron: *Miconia* con 12 especies, *Inga* con 6 especies, *Psychotria*, *Piper* y *Eugenia* con 5 especies cada uno. El rastrojo ubicado en El Doncello presento la mayor diversidad, debido a su cercanía a un bosque secundario, presentando 47 familias, 103 géneros y 144 especies, seguido del rastrojo de Florencia con 39 familias, 68 géneros y 86 especies y por último y con menor diversidad el rastrojo ubicado en Belén con 27 familias, 46 géneros y 64 especies. De esta manera, se evidencia el

potencial botánico presente en estos usos de suelo, lo cual puede permitir que los campesinos generen procesos de uso y conservación de estos ecosistemas.

**Palabras clave:** Amazonia, Diversidad, Rastrojos

DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO GONADAL PARA LA  
INDUCCIÓN EN PECES ORNAMENTALES AMAZÓNICOS EN  
FLORENCIA-CAQUETÁ-COLOMBIA.

**Betselene Murcia-Ordoñez<sup>1,4</sup>, Chaves-Moreno, Luis C<sup>2,4</sup> y Motta-Delgado, Pablo  
A<sup>3,4</sup>.**

<sup>1</sup>Bióloga, <sup>2</sup>Zootecnista, <sup>3</sup>Estudiante de MVZ, <sup>4</sup>Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico, Universidad de la Amazonia, Semilleros Amazon Fish y FA-UA.

### **Resumen**

En zonas tropicales, la estacionalidad climática marcada por las lluvias que aumentan los niveles de agua de los afluentes y depósitos naturales, son determinantes para la reproducción de las especies, estas señales asociadas con las precipitaciones son percibidos por los peces que responden produciendo hormonas liberadoras como la gonadotropina (GnRH) estimulando la producción de GtH que regulan la maduración final de los ovocitos, la ovulación y el desove. Por lo anterior, el Grupo BYDA desde los laboratorios de la Universidad de la Amazonia realizó el diagnóstico del desarrollo gonadal para la inducción en peces ornamentales amazónicos en Florencia-Caquetá-Colombia, a partir de ejemplares obtenidos por pescadores en afluentes como el río Hacha, quebrada La Perdiz, quebrada La Yuca y río Pescado. A cada individuo se le realizó morfometría (longitud total en mm (LT) y peso total en gr (WT)), se extrajeron las gónadas y se llevó un registro de datos, de acuerdo a la escala de Vazzoler *et al.* se determinó los estados de madurez: indiferenciado (I), en madurez (II), maduro (III) y desovado (IV), además se estimó la proporción sexual, el índice gonadosomático (IGS) y el diámetro de oocitos.

Se trabajó con: *Pimelodus* sp (tres hembras y un macho) con promedio de peso (139.7g), gónadas (17,95g) e IGS (11,1) y *Chaetostoma vagum* (una hembra) con un peso de 11,3 gr y con gónadas de 1 gr donde su IGS fue de 8,85. Se observó que el peso de los individuos de *Pimelodus* sp., es inversamente proporcional con respecto al IGS, es decir, a mayor peso corporal menor IGS.

El valor mínimo de fecundidad absoluta correspondió a la especie *Chaetostoma vagum* con 350 ovocitos (F=33,64). La hembra con mayor fecundidad alcanzó un valor de 134.700 ovocitos (F=57968,34). Así mismo la fecundidad aumenta proporcionalmente en relación al peso.

Se concluye que la fecundidad y el peso total del pez están correlacionados al ser directamente proporcionales, es decir, a mayor peso gonadal mayor es el número de ovocitos. Sin embargo, las diferencias entre especies son muy marcadas. Esto se puede originar por diversos factores, especialmente de tipo fisiológico, porque se les atribuye mucha importancia a las condiciones alimenticias, las cuáles repercuten en el estado físico y fisiológico del pez. Otra causa probable de la alta variabilidad en la fecundidad absoluta puede deberse a que el IGS y el tamaño de las ovas disminuyen a medida que los individuos atraviesan por etapas de remaduración gonadal. Así se puede afirmar que para una misma temporada y lugar, se van a presentar individuos con distintos estados de maduración, generando variabilidad en la fecundidad.

**Agradecimientos**

Universidad de la Amazonia, CODECYT Caquetá y Colciencias por el apoyo económico.

**Palabras clave:** Región Amazónica, conservación, ictofauna, manejo reproductivo.

DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE PARÁMETROS  
FISIOLÓGICOS ALTERADOS POR MACRO-PARÁSITOS EN  
LORICARIDOS, RESGUARDO INDÍGENA “EL PORTAL  
FRAGUITA”, SAN JOSÉ DEL FRAGUA-CAQUETÁ.

González-Ibarra Junner F. <sup>1</sup>, Guerra Montealegre Brisvany E. <sup>1</sup>, Murcia-Ordoñez Betselene<sup>2, 4</sup>, y Chaves-Moreno, Luis C<sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup>Estudiantes del programa de Biología, <sup>2</sup> Bióloga, Docente, <sup>3</sup>Zootecnista, Docente, <sup>4</sup>Grupo de investigación BYDA. Semilleros Amazon Fish y FA-UA Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá). Colombia.

### Resumen

Se realizó un estudio preliminar de la especie *Chaetostoma vagum* parasitada por *Artystone trysibia* Schioedte 1866 (Isopoda: Cymothoidae) colectadas a 327 msnm en el río Fraguita, del municipio de San José del fragua – Caquetá Con en fin de proporcionar información sobre alteraciones fisiológicas causadas por el endoparásito como daño tisular en la cavidad peritoneal, branquias y úlceras en los tejidos internos del hospedero provocando hemorragias, etc. Concluyendo la preferencia de *A. trysibia* por individuos juveniles del *C. vagum*. Las colectas se realizaron en horas diurnas y nocturnas utilizando distintas artes de pesca como redes de arrastre, atarrayas, jamas, y arpones. y fueron examinados *in situ* mediante una disección ventral, se colectaron y se evaluaron las estructuras morfológicas (aletas, branquias, opérculos, ojos, escamas, cloaca y demás órganos y tejidos internos), se tomaron registros fotográficos y se conservaron en formol al 10% los peces y los parásitos en alcohol al 70%

Se colectó 19 peces de los géneros *Chaetostoma* (11), *Ancistrus* (3), *Hypostomus* (2) y *Loricaria* (2) todos pertenecientes a la familia Loricariidae; de los cuales seis individuos de *Chaetostoma vagum* tuvieron presencia del macroparásito *Artystone trysibia* Schioedte 1866 (Isopoda: Cymothoidae). De los cuales cinco estaban en etapa juvenil (longitud entre 6-8 cm) Sin embargo, solo uno presentó inflamación y tejido necrótico en la cavidad ocupada por el macro parásito sin presentar orificio intercostal, mientras que los demás el orificio intercostal ya formado permanece abierto lográndose observar el pleotelson. Se encontró que el mayor porcentaje de infestación fue de 97,4% posiblemente a que presentó un saco

de cría (marsupio ventral) sobre la hembra que al eclosionar son liberados en la cavidad peritoneal para que se alimenten del tejido muscular y células sanguíneas como eosinófilos, granulocitos basófilos del hospedero mientras desarrollan su habilidad natatoria para salir de él en busca de otro huésped y continuar su ciclo de vida., este porcentaje tan alto posiblemente se debe a la presencia de larvas son hermafroditas protándricos (cambian de sexo según su ciclo), ,

Igualmente, se evidencio que no todos los individuos parasitados presentaban cavidad peritoneal para lo que se estima que en algunos casos después de que el parásito (hembra) cumple su periodo reproductivo, el huésped regenera sus tejidos externos sellando la cavidad y permaneciendo con él en su interior hasta su muerte. Por lo anterior se concluye que de los individuos colectados solo se evidencio la presencia del isópodo *Artystone trysibia* (figura5) en el hospedero *C. vagum* (figura 6) con preferencia en estadios juveniles causando serios daños fisiológicos que la llevan finalmente a la muerte.

#### **Agradecimientos.**

A la Vicerrectoría de investigación de la Universidad de la Amazonia y a CODECIT Caquetá.

**Palabras clave:** fisiología, Isopodo, Loricariidos

## ESTRATEGIA DE REUBICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE UNA TIGRE MARIPOSA (*Panthera onca*) EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

Peñaloza-Galeano Milton<sup>1,3</sup>, Osorio-Gómez Roldan<sup>1,3</sup>, Cuellar-Rodríguez John  
Freddy<sup>1,3</sup>, Murcia-Ordoñez, Betselene<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup> Estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de la  
Amazonia.

<sup>2</sup> Bióloga, Docente Investigador, Universidad de la Amazonia.

<sup>3</sup> Integrantes del Grupo de Investigación BYDA (Biodiversidad y Desarrollo  
Amazónico). Universidad de la Amazonia - Florencia Caquetá (Colombia).

Correspondencia: Calle 11 # 34-63 Villa Natalia Florencia Caquetá.

[miltonmvzpg@hotmail.com](mailto:miltonmvzpg@hotmail.com)

### Resumen

Colombia en medio de su inmensa riqueza en biodiversidad es centro de atracción de turistas e investigadores quienes se sienten fascinados por la variedad de especies que pueden encontrar, a su vez esto lo convierte en blanco fácil para cazadores indiscriminados y traficantes de fauna silvestre quienes aprovechando la falta de control y la negligencia por parte de las autoridades competentes terminan poniendo especies en inminente riesgo de extinción, entre ellas el tigre mariposa (*panthera onca*), la cual es parte cultural de varias de nuestras comunidades indígenas entre ellas las precolombinas; se considera además de que el jaguar es el felino más grande de América y el cuarto en el mundo encontrándose actualmente en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN como especie casi amenazada y está incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas CITES por lo que está prohibida cualquier forma de comercio internacional de jaguares o sus partes. Estas son unas de tantas razones que despertaron el interés por la reubicación y seguimiento médico veterinario que conllevaran a la conservación de este ejemplar en inminente riesgo de desaparecer y buscando convertirlo en un icono que sirva para concienciar a la comunidad sobre la importancia de conservar nuestras riqueza naturales.

Es necesario que un lugar tan rico en biodiversidad replantee la problemática que estáiviendo la flora y fauna de la región e implemente medidas drásticas en cuanto a los programas de conservación, capacitación y legislación con el fin de aplicar a los traficantes de fauna silvestre las medidas dispuestas en la ley de protección y asignar autoridades competentes en delitos ambientales, esto con el fin de mitigar el irreparable daño causado a día a día a las especies de este departamento como es el caso de la *Panthera onca*. Con este trabajo logramos visualizar diversas técnicas de manejo y posibles protocolos importantes para la implementación en rescate y reubicación o devolución al hábitat natural, iniciando un largo proceso que involucre a las autoridades y entidades competentes y a cada uno de los habitantes de la amazonia dando a conocer la importancia de conservar y proteger los recursos naturales que si bien son muchos, con un mal manejo se puede, en poco tiempo llevar a la extinción especies de gran importancia como lo es la *Panthera onca*.

### **Agradecimientos**

Al doctor Cesar Augusto Estrada González, la doctora Gloria Elena Estrada Celi, al señor Alexander Lozada a la Fundación Esperanza Animal, al parque temático Hacienda Nápoles, a la Fuerza Aérea Colombiana, a Corpoamazonia y a la Universidad de la Amazonia por la colaboración y continuo apoyo en la investigación.

**Palabras clave:** *Panthera onca*, cautiverio, extinción

## INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN GENOTIPOS PROMISORIOS DE *Hevea brasiliensis* BAJO CONDICIONES DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

Sterling-C., A.<sup>1</sup>; Plaza-P., C.D.<sup>2</sup>, Polo-M., F.H.<sup>2</sup>; Castro-G. D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador Principal, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede Florencia. Calle 17 No. 11-67 2° Piso, Florencia, Caquetá (Colombia).  
E-mail: [asterling@sinchi.org.co](mailto:asterling@sinchi.org.co) (Autor para correspondencia).

<sup>2</sup>Co-investigadores tesisistas contratistas, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

<sup>3</sup>Co-investigador, Universidad de la Amazonia.

### Resumen extendido

**Introducción.** El caucho natural *Hevea brasiliensis*(Willd ex Adr. De Juss) MuellArg., es originario de la Amazonía. De las más de 30.000 ha de *H. brasiliensis* sembradas en Colombia, el departamento de Caquetá con 7068 ha cultivadas se ha posicionado como el más heveícola del país (Castellanos *et al.*, 2009), cuyo aporte se estima en un 23.6% del total a nivel nacional (ASOHECA, 2008). No obstante la región amazónica se caracteriza por presentar condiciones de alta humedad y elevadas temperaturas lo que favorece la aparición de plagas y enfermedades (Gasparotto *et al.*, 1997) que terminan convirtiéndose en un problema fitosanitario de importancia económica cada vez mayor si se tiene en cuenta la reducida base genética presente en Caquetá (FX 3864, IAN 710 y IAN 873). Este estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia de las principales plagas y enfermedades foliares presentes en 100 genotipos de *H. brasiliensis*, 99 genotipos élites de origen franco (generados por polinización cruzada natural en fincas de productores) y el clon testigo IAN 873 bajo las condiciones de la Amazonia colombiana.

**Metodología.** El experimento consistió en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones (Bloques) y parcelas divididas en el tiempo, donde los genotipos (99 élites de origen franco y el testigo IAN 873) correspondieron a las parcelas y los periodos hidrológicos (1° Periodo seco, 1° Periodo lluvioso, Periodo transición, 2° Periodo seco y 2° Periodo lluvioso) a las subparcelas. Se evaluó la incidencia (%) de cinco insectos-plaga [gusano cachón (*Erinnys ello*), chinche de encaje (*Leptopharsa heveae*), gusano peludo (*Premolis semirrufa*), hormiga arriera (*Atta spp.*) y áfidos (Aphididae)] y ocho enfermedades foliares de origen fúngico [antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), costra negra (*Phyllacora huberi*), mancha areolada (*Thanatephorus cucumeris*), mancha de corinespora (*Corynespora cassiicola*), mancha de perdigón (*Dreschlera heveae*), mal suramericano

(*Microcyclus ulei*), mancha de alternaria (*Alternaria* sp.) y requema (*Phytophthora* spp.)). Se realizaron análisis univariados (Anova y prueba de Tukey al 5% de significancia) y una correlación canónica entre plagas y enfermedades. Los análisis estadísticos se realizaron con los programas Statistix 9.0 y Statistica 7.0.

**Resultados y discusión.** Luego de 18 meses de seguimiento mensual se encontró que *E. ello* fue la plaga más frecuente (10.6%), con diferencias significativas entre los genotipos y los períodos pluviométricos (ambos,  $P < 0.01$ ) a diferencia de *L. heveae* (0.4%) que fue la menos abundante. En general las plagas se presentaron con mayor frecuencia en el primer período seco y lluvioso. La plaga con mayor incidencia en este estudio, coincide con lo reportado por Leal (1999), quien reporta un amplio rango de distribución, adaptación climática y de hospederos con ataques esporádicos a lo largo del año. La mayor incidencia de ésta plaga se presentó en las primeras etapas del desarrollo en el CCPE, en los periodos seco y lluvioso, lo cual puede estar asociado a al consumo de los primeros brotes foliares disponibles para las larvas de *E. ello*. Respecto a las enfermedades, se encontraron diferencias significativas entre genotipos y períodos (ambos,  $P < 0.01$ ) en *C. gloesporioides*, *P. huberi*, *T. cucumeris*, *C. cassiicola*, *D. heveae*, *M. ulei* y *Alternaria* sp. La antracnosis (*C. gloesporioides*) fue la enfermedad mas frecuente (17.0%), la cual osciló entre 0.0% y 28.0%, siendo máxima en el primer período lluvioso (46.4%) y en el primer período seco (37.5%). Sterling *et al.* (2009) demostraron que la alta incidencia de antracnosis en la Amazonia colombiana está influenciada por las condiciones climáticas propias de la región. Según Gastaparotto *et al.* (1997), ésta enfermedad aumenta de forma progresiva y agresiva en viveros, jardines clonales y plantíos definitivos. De acuerdo con el análisis de correlación canónica, se encontró una moderada asociación significativa entre la incidencia de las plagas y la incidencia de las enfermedades en los 100 genotipos de *H. brasiliensis* evaluados en CCPE ( $r = 0.58$ ;  $\chi^2$  (gl=40) = 898.98;  $P < 0.001$ ). Esta correlación canónica se debió principalmente a la incidencia de gusano cachón frente a la incidencia de antracnosis ( $r=0.49$ ), mancha de corinespora ( $r= 0.46$ ) y mancha de perdigón ( $r= 0.39$ ). Es posible que los daños producidos por cachón pudo alterar las barreras mecánicas de las plantas y ésto posibilitó la entrada de diversos patógenos (Agrios, 1998).

**Conclusión.** Se demostró que la incidencia de las enfermedades y plagas fue influencia por el genotipo y por el régimen de precipitación de la zona. De acuerdo a lo anterior, los 10 genotipos más tolerantes a plagas y enfermedades bajo condiciones de la Amazonia colombiana fueron en su orden E47, E63, E35, E20, E28, E62, E97, E26, E11 y E65, superiores al clon testigo IAN 873.

#### **Agradecimientos.**

Los autores agradecen al proyecto: Evaluación fitosanitaria y de desempeño agronómico de materiales vegetales élite promisorios de *Hevea brasiliensis* (potenciales nuevos clones)

presentes en el sistema productivo del departamento del Caquetá, resistentes a *Microcyclus ulei* bajo condiciones controladas y naturales. Contrato No. 116-2008I4819-3692 CIAT-SINCHI derivado del convenio No. 054/08 MADR-CIAT, por el soporte económico a la presente investigación.

### **Referencias**

Agrios, G.N. 1998. Fitopatología. Edit. LIMUSA S.A. México.

Asoheca. 2008. Plan Estratégico y de Negocios. Documento Técnico No 1.

Castellanos, D. O., Fonseca, R. S. & Barón, N. M. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/UNAL. Bogotá, D.C. 209 p.

Gasparotto L., Dos Santos A.F., Pereira J.C.R. & Ferreira F.A. 1997. Doenças na seringueira do Brasil. EMBRAPA Amazônia Occidental. Brasília, 148 p.

Leal F. 1999. Impactos actuales y potenciales de las Enfermedades de los cultivos perennes de la amazonia y posibilidades de control para el desarrollo sostenible de la región. Tratado de cooperación Amazónica. Secretaría *pro tempore*. Caracas, Venezuela.

Sterling, A.C., Rodríguez, O.L.; Quintero, L. & Correa, J. 2009. Evaluación fitosanitaria y resistencia en campo a *Microcyclus ulei* de *Hevea brasiliensis* en la Amazonia Colombiana. Revista Colombia Amazónica n.2: 80-90.

**Palabras clave:** Amazonia colombiana, caucho natural, enfermedades, incidencia, plagas.

## CAPITULO 2 - BIOPROSPECCIÓN

### POTENCIAL ANTIOXIDANTE DEL ARAZÁ (*Eugenia stipitata*) CULTIVADO EN CAQUETÁ-COLOMBIA

Galeano P.,<sup>1\*</sup> Paladines M.,<sup>1</sup> Cuéllar N.,<sup>1</sup> Ortíz F.,<sup>1</sup> Silva Y.,<sup>1</sup> y Velásquez H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación "Bioprospección de los Productos Naturales Amazónicos". Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de la Amazonia, Sede Principal, Calle 17 Diagonal 17 Carrera 3F, Barrio Porvenir. Florencia, Caquetá, Colombia.

[\\*paulalg@uniamazonia.edu.co](mailto:*paulalg@uniamazonia.edu.co)

#### Resumen

#### Introducción

La Amazonia colombiana cuenta con una enorme variedad de especies frutícolas nativas. El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), es una fruta exótica y tradicional de la región amazónica que se proyecta día tras día como un elemento productivo tendiente a mejorar el renglón socioeconómico de la región; sus características organolépticas lo hacen apetecible y sus componentes nutricionales prometen beneficios para la salud humana. El arazá presenta una gran actividad antioxidante atribuida al alto contenido de ácido ascórbico y a la presencia de una amplia variedad de compuestos fenólicos.<sup>6</sup> Con el objetivo de evaluar el potencial antioxidante del arazá cultivado en el departamento Caquetá, se evaluó la actividad de los extractos acuosos de la pulpa de arazá en 5 diferentes estados de maduración, mediante las metodologías de DPPH y ABTS, y se cuantificó el contenido total de fenoles usando el ensayo de Folin-Ciocalteu.

#### Metodología

**Material vegetal.** Las frutas de arazá colectadas en el centro de investigaciones CIMAZ-Macagual, fueron caracterizadas teniendo en cuenta su estado de madurez según la tabla

---

<sup>6</sup> Vargas, AM. Rivera, AP. Narváez, CE. 2005. Capacidad antioxidante durante la maduración de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). Revista Colombiana de Química, 34,1: 57-65.

del SINCHI (A1: Verde; A2: Verde maduro; A3: Pintón; A4: Maduro y A5: Sobre maduro).<sup>7</sup> Una vez removida la piel de la fruta, se tomaron 100 g de pulpa y se homogenizaron con agua destilada hasta agotamiento de la muestra, posteriormente fueron filtradas y almacenadas a -4°C.

**Reacción con el radical 2,2-difenil-1-picril Hidrazilo (DPPH<sup>•</sup>).** Se llevó cabo utilizando 10 µL del extracto acuoso de arazá y 990 µL de la solución metanólica de DPPH<sup>•</sup> (20 mg/L). Como referencia se empleó la misma cantidad de DPPH y 10 µL del solvente de la muestra. Luego de 30 minutos de reacción a temperatura ambiente y en la oscuridad, se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 517 nm.<sup>8</sup> Los resultados fueron expresados como valores TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) mediante la construcción de una curva patrón usando varias concentraciones de antioxidante TROLOX<sup>®</sup>.

**Reacción con el radical 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio (ABTS<sup>•+</sup>).** 10 µL de extracto acuoso de arazá y 990 µL de la solución del radical ABTS<sup>•+</sup> ajustada con PBS pH 7,4 a 0,7 unidades de absorbancia a 732 nm, se dejaron reaccionar por 30 minutos temperatura ambiente y en la oscuridad. Luego se leyó la variación en la absorbancia respecto a la referencia del reactivo.<sup>9, 10</sup> Los resultados se expresaron como valores TEAC mediante la construcción de una curva patrón usando diferentes concentraciones de TROLOX<sup>®</sup>.

**Determinación de Fenoles Totales.** La mezcla de reacción constituida por 50 µL del extracto, 425 µL de agua destilada, 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu y 400 µL de una solución de carbonato de sodio al 17% se dejó en reposo por 1 hora. Al cabo de este tiempo se leyó la absorbancia a 765 nm. El contenido total de fenoles se expresó como mg de

---

<sup>7</sup> Hernández MA, Barrera JA, Carrillo MP, Fernández JP. 2006. Arazá. Origen y fisiología de conservación. Bogotá, Colombia.

<sup>8</sup> Cavin A, Hostettmann K, Dyatmyko W, Potterat O. 1998. Antioxidant and lipophilic constituents of *Tinospora crispa*. *Planta Med.* 64: 393-396.

<sup>9</sup> Pannala AS, Chan TS, O'Biren J, Rice-Evans C. 2001. Flavonoid B-ring chemistry and antioxidant activity: Fast reaction kinetics. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 282:1161-1168.

<sup>10</sup> Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. y Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26: 1231-1237.

Ácido gálico/100 g de extracto seco, teniendo en cuenta una curva con diferentes concentraciones de ácido gálico.<sup>11</sup>

### Resultados y discusión.

La actividad antioxidante de las frutas de arazá aumenta significativamente a medida que es mayor el estado de maduración (Ver figura 1), se observa el valor más alto en el estado pintón (A3), y a partir de este la actividad disminuye (Ver tabla 1). El valor TEAC-ABTS en A3 es 241,8  $\mu\text{mol}$  trolox/100 g extracto, 4.6 veces más alto que en A1 (52,5  $\mu\text{mol}$  trolox/100 g extracto seco) y 1,6 veces mayor que A5 (160,4  $\mu\text{mol}$  trolox/100 g extracto seco). De manera similar, el valor TEAC-DPPH en A3 es 81,9  $\mu\text{mol}$  trolox/100 g extracto seco, aproximadamente 3.5 veces más alto que en A1 y A5 (23,5 y 22,8  $\mu\text{mol}$  trolox/100 g extracto seco, respectivamente). Este comportamiento puede estar relacionado con la formación de productos de condensación o incremento en algunos compuestos fenólicos que contribuyen de manera significativa al aumento progresivo del potencial antioxidante; así como también a la degradación de algunos compuestos por factores asociados al estrés y a la alta producción de la planta.



**Figura 1.** Estados de Maduración de Arazá.

En cuanto al contenido de compuestos fenólicos A3 presenta el valor más alto (1063,9 mg de Ac. gálico/100 g de extracto seco), aproximadamente 3 veces mayor que en A1 y A5 (346,1 y 383,5 mg de Ac. gálico/100 g de extracto seco, respectivamente). Estos resultados indican que el potencial antioxidante del arazá está íntimamente ligado a la variación del contenido de compuestos fenólicos, enmarcando al arazá como una fruta benéfica que puede aprovecharse mejor si se consume en estado pintón.

<sup>11</sup> Singleton, VL., and Rossi, JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144-158.

**Tabla 1.** Resultados de Fenoles totales, ABTS y DPPH de las muestras evaluadas.

ENSAYO						
MUESTRA	ABTS		DPPH		FENOLES TOTALES	
	TEAC ( $\mu\text{mol}$ trolox / 100 g extracto seco)	Desviación estándar	TEAC ( $\mu\text{mol}$ trolox / 100 g extracto seco)	Desviación estándar	(FT) mg de Ac. gálico / 100 g de extracto seco	Desviación estándar
A1	52,5	3	23,5	3	346,1	28
A2	159,6	5	41,0	1	630,1	41
A3	241,8	35	81,9	3	1063,9	23
A4	150,0	12	28,7	1	916,2	18
A5	160,4	5	22,8	1	383,5	50

### Agradecimientos

Los autores agradecen al programa “Semilleros de Investigación” de la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de la Amazonia.

**Palabras clave:** *Eugenia stipitata*, DPPH, ABTS, Fenoles totales, Maduración.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA POR CROMATOGRFÍA DE  
GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG-EM)  
DE LOS ACEITES ESENCIALES DE HOJAS Y RAMAS DE *Ocotea  
quixos*

Ortiz. F<sup>1</sup>, Silva. Y<sup>1</sup>, González. I<sup>1</sup> & Galeano. P<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Química, Universidad de la  
Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

\*Autor para correspondencia: [paulalg@uniamazonia.edu.co](mailto:paulalg@uniamazonia.edu.co) Avenida Circunvalar,  
Barrio Porvenir. Programa de Química.

## Resumen

### Introducción

La especie *Ocotea quixos* es considerada endémica de los bosques tropicales del Ecuador. Estudios recientes demuestran que también hay en el sur de Colombia y Perú (Tognolini M *et al.* 2006). En Colombia se encuentra distribuida en tres localidades: dos en Putumayo y Caquetá, y otra en el río Mirití-Paraná, Amazonas, por debajo de los 300 m de altitud. Debido a que su madera es compacta y pesada, *Ocotea quixos* ha sido fuertemente explotada en la región del piedemonte amazónico, y la corteza utilizada como medicina, para el tratamiento de la artritis y resfriados severos. (Pérez-Arbelaéz 1996).

Los estudios químicos realizados en *Ocotea quixos* demuestran que el aceite esencial posee actividad antioxidante y antimicrobiana, relacionadas con los compuestos volátiles (Jorgensen *et al.* 1981 y Naranjo *et al.* 1981), constituidos principalmente por fenilpropanoides como el ácido *trans*-cinámico y cinamato de metilo (Bruni, *et al.* 2004). También se han reportado como moduladores del dolor o la inflamación (Friedman *et al.* 1981 y Chao *et al.* 2008) y como ayudantes de la coagulación de la sangre (Lee *et al.* 2002). Estos últimos resultados de actividad son de especial interés debido a la alta incidencia de enfermedades tromboembólicas (Apodaca *et al.* 2003) y la limitada tolerabilidad de los principales agentes antiplaquetarios se utilizan actualmente (Winter *et al.* 1962).

Los reportes químicos y de actividad biológica están centrados en la variedad ecuatoriana, por lo que es necesario conocer la composición y las propiedades farmacológicas de la especie *Ocotea quixos* encontrada en Colombia, y más específicamente en nuestro departamento, Caquetá.

## Metodología

**Recolección del material vegetal:** Se recolectó 500 g de ramas y 500 g de hojas de la especie *O. quixos*, en una población de árboles localizada en zona rural del municipio de Albania.

**Extracción del aceite esencial:** La extracción de los aceites esenciales se realizó mediante la técnica de hidrodestilación con un montaje tipo Cleavenger. Para lo cual las hojas y ramas son picadas, e introducidas en el montaje. Una vez culminado el proceso se realizó la extracción líquido-líquido con un solvente de baja polaridad (diclorometano) y se llevó a destilación a presión reducida.

**Caracterización química del aceite esencial:** Se realizó mediante la técnica analítica de Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Los espectros de masas (EM) de los componentes del aceite esencial de hojas y ramas se obtuvieron en un cromatógrafo de gases HP 5890A – II (GC) acoplado a un detector selectivo de masas HP 5972 (MSD), con barrido (*scanning*) automático en el rango de  $m/z$  40-350. La energía de los electrones ionizantes de 70eV. Para el cromatógrafo del equipo GC/MSD se utilizó una columna DB-5, de 60 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m y Helio como gas de arrastre a una velocidad de 1 mL/min. La temperatura horno se programó desde 45 °C (2 min) hasta 250°C (35 min), con una velocidad de calentamiento de 8°C/min. La temperatura del inyector y detector fue mantenida a 250°C.

## Resultados y discusión

En el aceite esencial de las hojas predominó *trans*-metil-isoeugenol (11,3%), acetato de *trans*-cinámico (6,4%),  $\alpha$ -Humuleno (5,8%), *trans*- $\beta$ -cariofileno (4,5%), y alcohol *trans*-cinámico (3,4%), mientras que en el de las ramas predominó *trans*-cinamaldehído (12,8%), *trans*-cinamato de metilo (15,3%), acetato de *trans*-cinámico (3,5%), *trans*-metil-isoeugenol (1,6%) y alcohol *trans*-cinámico (0,5%). Los compuestos químicos identificados coinciden con los reportados por Bruni et al. (2003), para la especie *Ocotea quixos* del Ecuador, solo difieren en la abundancia. Esta diferencia puede estar asociada a las condiciones ambientales (clima, forma de relieve, tipo de suelo, etc) varían según la región y por ende las propiedades farmacológicas y composición química de éstos aceites esenciales.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad de la Amazonia, Codecyt- Colciencias y la Gobernación del Caquetá por la financiación del proyecto.

## Referencias

- Apodaca R, Dvorak CA, Xiao W, Barbier AJ, Boggs JD, Wilson SJ, et al. A new class of diamine-based human histamine H3 receptor antagonists: 4 (aminoalkoxy)benzylamines. *J Med Chem.* 2003. 46, 3938–3944.
- Bruni, R. Medici, A. Andreotti, E. Fantin, C. Muzzoli, M. Dehesa, M. Romagnoli, C. Sacchetti, G. 2003. Chemical composition and biological activities of Ishpingo essential oil, a traditional Ecuadorian spice from *Ocotea quixos* (Lam). *Kosterm. (Lauraceae) flower calices. Food Chemistry* 85: 415-421.
- Chao LK, Hua KF, Hu HY, Cheng SS, Lin IF, Chen CJ, et al. Cinnamaldehyde inhibits pro-inflammatory cytokines secretion from monocytes/macrophages through suppression of intracellular signaling. *Food Chem Toxicol.* 2008.46, 220–231.
- Friedman J, Bolotin D, Rios M, Mendosa P, Cohen Y, Balick MJ. A novel method for identification and domestication of indigenous useful plants in Amazonian Ecuador. In: Janick J, Simon LE, editors. *New crops.* New York: Wiley; 1993. 167–174 pp.
- Jorgensen P, Leon-Yanez S, editors, *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador-Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.* Missouri Botanical Garden. 1999.
- Lee H, Kim BS, Kim MK. Suppression effect of Cinnamomum cassia bark-derived component on nitric oxide synthase. *J Agric Food Chem* 2002.50-77.
- Naranjo P, Kijjoa A, Giesbrecht AM, Gottlieb OR. *Ocotea quixos*, American cinnamon. *J Ethnopharmacol.* 1981.4,233–236.
- Pérez-Arbelaéz, E. 1996. *Plantas útiles de Colombia.* Quinta edición. Fondo FEN Colombia. Bogotá D.C. 831 pp.
- Tognolini M, Barocelli E, Ballabeni V, Bruni R, Bianchi A, Chiavarini M, et al. Comparative screening of plant essential oils: phenylpropanoid moiety as basic core for antiplatelet activity. *Life Sci.* 2006. 78,1419–1432
- Winter CA, Risley EA, Nuss GW. Carrageenin induced edema in hind paw of the rats an assay for anti-inflammatory drugs. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1962;11, 544–7

**Palabras clave:** Aceites esenciales, *Ocotea quixos*, hidrodestilación, CG-EM.

## CAPÍTULO 3 – BIOTECNOLOGÍA

### CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA Y MOLECULAR DE BACTERIAS PROCEDENTES DE HERBÍVOROS SILVESTRES DEL TRÓPICO COLOMBIANO

Rodríguez, T.<sup>1</sup>, Jiménez, H.<sup>2</sup>, Rodríguez, S.<sup>3</sup>, González, C.<sup>4</sup>, Rodríguez, F.<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología Molecular

<sup>2</sup> Grupo Microbiología y Nutrición Animal del Trópico

<sup>3</sup> Centro de Biotecnología y Bioindustria - CBB

<sup>4,5</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica  
[alejitati@gmail.com](mailto:alejitati@gmail.com), [trodriguez@corpoica.org.co](mailto:trodriguez@corpoica.org.co), Km 14 vía Mosquera, Bogotá D.C.

#### Resumen

Los hábitos alimenticios de tres herbívoros silvestres como la Danta (*Tapirus terrestris*), el Agutí (*Agouti taczanowskii*) y el Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), explican la modificación anatómica de su tracto gastrointestinal, en el cual el ciego funciona como una cámara de fermentación de sustratos fibrosos. A diferencia del rumen, los tiempos de retención de alimentos fibrosos en el ciego son más cortos y su digestión y aprovechamiento podría estar influenciada por la composición y abundancia de microorganismos que este albergue, siendo la celulosa el sustrato predominante en la dieta, por lo cual se presume la presencia de bacterias de tipo celulolítico (Martín y Col. 2007). Con el apoyo de Corpoica y Colciencias, se realizó la caracterización molecular y fisiológica de seis bacterias procedentes del tracto gastrointestinal-TGI de herbívoros silvestres como la Danta, el Agutí y el Chigüiro, con el fin de identificar posible potencial enzimático a nivel celulolítico, empleando sustratos fibrosos. Para la caracterización de las bacterias, se realizaron pruebas bioquímicas, tinción de Gram, degradabilidad de sustrato, actividad enzimática y caracterización molecular. Las bacterias fueron cultivadas en medio caldo anaerobio empleando como fuente de carbono dos sustratos fibrosos: molidos y tamizados en tamaño de partícula de 1mm y 0.5mm respectivamente. Cada tratamiento T1 (bagazo-1mm), T2 (bagazo-0.5mm), T3 (cogollo-1mm) y T4 (cogollo-0.5mm), se realizó por triplicado para cada una de las bacterias, estas se inocularon e incubaron a una temperatura de 39±1°C, en agitación constante. Las fermentaciones anaerobias fueron llevadas a 190 horas, en 21 tiempos para la medición de producción de

gas, procedimiento descrito por Theodorou *et al.* (1994) y obtención del porcentaje de degradabilidad en peso seco. A partir de las fermentaciones se obtuvo el extracto enzimático para evaluar la actividad enzimática endoglucanasa, y se determinó a través de la medición de azúcares reductores liberados en el extracto enzimático a partir del sustrato carboximetilcelulosa (CMC) empleando el método colorimétrico de Nelson-Somogyi (1959), como lo proponen Colombatto y Beauchemin (2003). El análisis estadístico de cada variable se realizó mediante el procedimiento GLM de SAS, versión 9.1 (SAS Inst.,Inc., Cary,NC), utilizando un *diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 6x2x2*. Las medias de cada variable se compararon utilizando la prueba de Tukey. Para la caracterización molecular fue mediante amplificación de la región V2-V3 del gen 16S del ADN<sub>r</sub>, y el establecimiento de patrones de restricción del ADN ribosomal 16S (ARDRA), utilizando las enzimas *AluI*, *HaeIII* y *CfrI* (*EaeI*). De acuerdo a los datos obtenidos, se observa una relación proporcional en términos de actividad enzimática, degradabilidad y producción de gas en una de las cepas trabajadas, donde se reporta mayor actividad enzimática (entre 1,60 y 4,72 UI), mayor producción de gas (7.3ml) y un porcentaje de degradabilidad del 27.16%, sobre sustrato fibroso, en contraste con otra accesión cuya actividad enzimática (2.01 UI) sólo se dio en T4. De acuerdo a lo anterior, dos de las bacterias evaluadas presentaron actividad celulolítica sobre los sustratos fibrosos en prueba, y a nivel molecular presentaron identidad con el género *Streptococcus*; con porcentajes de identidad del 97 y 100%, por lo tanto se requiere de la amplificación de otras regiones del 16S del ADN, que nos permitan llegar específicamente a la especie; y teniendo en cuenta que *Streptococcus. bovis*, es una bacteria del ecosistema ruminal con una fuerte actividad amilasa extracelular (Terence y Col 1995), es considerada una bacteria oportunista que se vuelve dominante si hay una gran cantidad de carbohidrato soluble, proliferándose en gran proporción (Russell 2002), y al presentar actividad enzimática, esto se puede relacionar con que estos tipos de sustrato proporcionan el material necesario para la actividad endoglucanasa de este microorganismo.

**Palabras clave:** herbívoros, caña de azúcar, degradabilidad, actividad enzimática, *Streptococcus*.

## EVALUACIÓN DEL MÉTODO FENOL-CLOROFORMO EN ORQUIDEAS

Girley Collazos Álvarez<sup>1</sup>, Felipe Triviño Pineda<sup>2</sup> & Víctor Manuel Poveda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Investigador M.Sc., Laboratorio de Biotecnología y Genética Molecular, GMB, Uniamazonia.

<sup>2</sup>Estudiante de pregrado en Biología, Universidad de la Amazonia y Laboratorio de Biotecnología y Genética Molecular, GMB, Uniamazonia

Contacto: girley\_collazos@hotmail.com; victor\_dark5212@hotmail.com

### **Resumen**

El desarrollo de métodos moleculares ha creado la necesidad de implementar técnicas simples y eficientes de extracción de DNA de alto peso molecular y sin contaminantes. Actualmente los protocolos comerciales son de elevado costo y no ofrecen resultados con todas los tipos de materiales amazónicos. Es fundamental determinar el sistema de extracción y purificación de Ácidos Nucleicos adecuado para cada tipo de material. El método de extracción de ADN a partir de plantas Arias & Rocha (2005) para Solanaceae, se evaluó en una especie amazónica de la familia Orquidaceae con tratamientos con y sin Fenol (Sambrook. *et al.*1989), con y sin CTAB (Doyle & Doyle.1987). La muestra vegetal de orquídea al visualizarse mostró banda en todas las modificaciones realizadas. Sugiere que el DNA no tiene problemas de contaminación con proteínas cuando no se usa fenol durante la extracción. También su obtuvo banda en ausencia de CTAB, sugiriendo que se puede reemplazar por SDS y adicionando PVP al buffer de extracción. El protocolo Arias & Rocha presentó bandas más definidas, sin embargo, sirve como base para estandarizar el protocolo de extracción de DNA Genómico de Orquídeas.

**Palabras Clave:** Orquídeas, Estandarizar, DNA genómico, Método Fenol, Método CTAB.

## VARIACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LECHE CRUDA ADULTERADA

**Rodríguez-Pérez, W., Guanga-lozano, W,**

Grupo de investigación en Biotecnología y Control de Calidad de Alimentos.

Laboratorio de Biotecnología. Universidad de la Amazonia.

Correspondencia Tel: +57-8-4358786 ext 166

Email: [gbiotecnologiaccm@gmail.com](mailto:gbiotecnologiaccm@gmail.com) (Wilson Rodríguez)

### **Resumen**

Se estudio la variación de pH, índice de refracción, peso específico, Extracto seco total, Conductividad, índice lactométrico, acidez, Grasa y cloruros en leche cruda comercializada en Florencia, Caquetá-Colombia; cuando se adiciona de forma controlada (concentraciones conocidas), de adulterantes (sal común, sacarosa, harina de trigo, almidón), conservantes (formaldehído, sodio hipoclorito) y neutralizante (sodio bicarbonato), con el fin de procurar metodologías analíticas más sencillas y de bajo costo que permitan detectar adulteraciones en la leche cruda de cantina. Se siguieron los procedimientos definidos por Niño et al 1988. En las concentraciones usadas de adulterantes en leche cruda, se observó disminución de los índices de refracción y lactométrico del índice de refracción, peso específico y sólidos totales, independientemente de tipo de adulterante evaluado, el cual es usado como corrector de aguado. Se encontró aumento en el pH con el simple aguado, incremento de la conductividad y acidez por adición de de solución salina usada como adulterante. En la adición de conservante, independientemente de su naturaleza química, hay disminución del índice de refracción, no varía el peso específico, aumenta la conductividad. Sin embargo, la acidez varía según el tipo de conservante usado. En cuanto a la adición de neutralizante, se observo que el bicarbonato de sodio produce aumento del índice de refracción, peso específico, conductividad y disminución de la acidez. Estos resultados pueden guiar trabajos posteriores para detectar, en laboratorio o en campo, adulteraciones de leche cruda de cantina.

**Palabras clave:** leche, adulteración, aguado, conservante, neutralizante

## ANÁLISIS PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DEL FRUTO DE LA PALMA DE SEJE "*Oenocarpus bataua*"

García - López, H., García - Rincón, P., Flórez - Arcila, H., Villanueva - Horta,  
A., Cordoba - Camacho, I,

Grupo de investigación en Biotecnología y Control de Calidad de Alimentos.

Laboratorio de Biotecnología. Universidad de la Amazonia.

Correspondencia Tel: +57-8-4358786 ext 166

Email: [gbiotecnologiaccm@gmail.com](mailto:gbiotecnologiaccm@gmail.com) (Hernán García López)

### Resumen

Se realizó análisis de (humedad, extracto graso, fibra bruta, proteína y cenizas) y microbiológico, en frutos cosechados de la palma Seje (*Oenocarpus bataua*), procedentes de la vereda el Bagre municipio Puerto Caicedo - Putumayo; con el propósito de evaluar la composición proximal del epicarpio, mesocarpio y endocarpio, partes del fruto que pueden ser aprovechadas de manera eficiente con fines alimentarios y/o industriales, dependiendo de su estado fitosanitario. Los análisis fisicoquímicos se realizaron según metodologías de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 1997): humedad (método 952.08), proteínas (método 940.25), extracto etéreo (método 920.39 B), fibra bruta (método 962.09) y cenizas (método 938.08). En los análisis microbiológicos se realizó frotis directo con aislamiento primario en agar BHI y agar nutritivo, con un posterior aislamiento selectivo según lo hallado (Madigan 2004). Los frutos presentaron textura firme, forma elipsoide, color violeta oscuro, diámetros entre 2,0 y 2,5 cms, y un peso promedio de 11.8 gramos. Los contenidos de grasa en el epicarpio, mesocarpio y endocarpio fueron del 17,3%, 38,5% y 5,2% respectivamente, igualmente para fibra bruta correspondieron al 22,3%, 18,2% y 23,8. Los valores encontrados en cada uno de los componentes antes mencionados fueron: proteína 3,6%, 6,4% y 2,7%, humedad 26,7%, 13,4% y 30,6%, y cenizas 3,0%, 2,4% y 3,7. Las pruebas microbiológicas indicaron en el frotis directo y coloraciones, la presencia de bacilos Gram negativos en las diferentes capas del fruto, como resultado en el aislamiento selectivo, y pruebas diferenciales se observó *Pseudomonas spp* en muestras por duplicado; siendo indicativo de flora normal de frutos con alto porcentaje de humedad el cual se puede controlar con tratamientos térmicos para uso alimenticio. Los resultados indican que en el mesocarpio y el epicarpio se encuentra la fracción mayoritaria de grasa (aceite), igualmente, resulta de interés particular para la industria de alimentos altos contenidos de fibra bruta encontrados en los distintas partes del fruto, convirtiéndolo en producto promisorio para el desarrollo agrícola de la región.

**Palabras Clave:** Composición, Proximal, Fruto, microbiológico,

## IDENTIFICACIÓN DE HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum Cav.*) REVELADOS CON MARCADORES COS II

Cárdenas, Z.E.<sup>1\*</sup>, Barrero, L.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB), Corporación Colombiana de Investigación en Agricultura (CORPOICA), A.A. 240142, Las Palmas, Km. 14 Vía Mosquera Cundinamarca, Colombia.

\*email de contacto: [zulescar@yahoo.es](mailto:zulescar@yahoo.es), Calle 3 No 12-57 Juan Pablo I- Bosa.

### Resumen

#### Introducción

El tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*), perteneciente a la familia Solanácea, constituye un cultivo de gran aceptación en mercados nacionales e internacionales (Lobo 2006). Su fruto es rico en vitaminas, minerales, pepsina, con bajo contenido de calorías. La susceptibilidad a enfermedades causadas por nemátodos, hongos y bacterias, son limitantes importantes para la producción, calidad y cantidad requeridas para su exportación (Lentini 2003). En Colombia, en CORPOICA se han generado estudios que han permitido crear una base genética amplia para el desarrollo futuro de cultivares de tomate de árbol, presentando vigor híbrido, resistencia a antracnosis de los padres silvestres y la calidad aparente del fruto (Lobo *et al.* 2000). Los objetivos de mejoramiento convencional de frutales afrontan dificultades; periodos juveniles prolongados, incompatibilidad inter e intraespecíficas, alto grado de heterocigocidad (Lobo, 2006) y procesos prolongados de selección de genotipos (Stephens *et al.*, 2001). Se requiere la generación de cultivares altamente productivos y mejor adaptados, para lo cual los marcadores moleculares, pueden ser útiles (Stephen and Mumm, 2008), detectando cultivares en estados tempranos del desarrollo y antes de su trasplante a campo, ahorrando tiempo y dinero para el mejorador. Este estudio propone el uso de marcadores conocidos como Secuencias de Ortólogos Conservados (COSII) provientes de genes expresados (ESTs), de naturaleza conservada en diferentes especies de la familia Solanácea (Wu *et al.* 2006), se ha comprobado que los COSII son herramientas para el estudio de la diversidad, genómica comparativa, filogenia de solanáceas y especies afines (Wu *et al.* 2006;. Labate *et a.* 2009, Rodríguez *et al.* 2009, Wu y Tanksley 2010, Enciso *et al.* 2010, Bedoya y Barrero 2010), sin embargo, no hay estudios registrados relacionados con la identificación de híbridos utilizando marcadores COSII.

## Metodología

**Material Vegetal y Extracción de ADN:** el parental *S. unilobum* accesión materna se cruzó con la accesión de *S. betaceum* y *S. maternum*. Se utilizaron para la extracción de ADN; 5 plantas por accesión de parentales y población F1 (*S. unilobum* x *S. betaceum* y *S. unilobum* x *S. maternum*), el ADN fue aislado de hojas jóvenes utilizando el procedimiento descrito por Enciso *et al.* (2010), modificado.

**Amplificación por PCR y detección de polimorfismos:** 67 loci COS II fueron seleccionados a partir de 460 iniciales (Pratt *et al.*, 2008). La amplificación por PCR para cada COS II se realizó en base al procedimiento descrito por Wu *et al.* (2006) con modificaciones. Los polimorfismos InDels mayores de 20 pb fueron observados en geles de agarosa 2% - buffer TAE 1X - 140 V durante 1:30 horas, se usó marcador 1 Kb Plus Ladder (Invitrogen) y tinción Bromuro de etidio 0,5 µg/ml. Para los polimorfismos CAPS, las enzimas predichas *in silico* fueron evaluadas, bajo condiciones indicadas por Promega, visualizándose en agarosa 2%.

**Análisis estadísticos:** A partir de los fragmentos de PCR y las digestiones enzimáticas, se generaron dos matrices de alelos por locus: 1) Dominante, presencia (1) o ausencia (0) y 2) Co-dominante, considerando cada banda alelos diferentes del mismo locus COSII.

Se generaron dendogramas de ambas matrices. Se obtuvo el coeficiente de distancia por defecto de "Pdistance" usando PAUP 4b10 (Swofford, 2004). Para la matriz co-dominante, se realizó análisis de componentes principales (APC), obteniendo diversidad genética (Heterocigocidades) y el análisis de estructura de la población (FIS; consanguinidad, FIT; diferenciación genética y FST: variación de frecuencias alélicas) utilizando Genetix 4,05 (Belkhir *et al.*, 2004). Las distancias genéticas fueron calculadas utilizando el coeficiente de distancia de Cavalli-Sforza (Cavalli-Sforza y Edwards, 1967).

La frecuencia de los padres más probable dentro de un subgrupo (accesión) se calculó comparando el perfil subpoblación esperado contra alelo observado paterno y F1 para todos los loci.

## Resultados y Discusión

Híbridos interespecíficos del tomate de árbol cultivado (*Solanum betaceum* Cav.) y los relativos silvestres *S. unilobum* y *S. maternum*, fueron evaluados con marcadores (COSII), como herramienta para identificación de híbridos apoyo a programas de mejoramiento genético. Se encontraron 17 marcadores polimórficos COSII y 36 alelos seleccionados de 67 loci que fueron encontrados en la población tanto parentales como en híbridos analizados. El análisis UPGMA muestra cinco grupos correspondientes a las accesiones o subpoblaciones de híbridos y de los padres con una alta similitud genética

entre los individuos dentro de las accesiones (0 - 0,07). Análisis PC produjo porcentajes acumulados en cuatro componentes que explican 90.29% de la varianza total, lo que hizo posible seleccionar los COSII más informativos del primer y segundo componentes para la identificación de cada híbrido. UPGMA, PCA y la frecuencia de paternidad fueron coherentes entre sí lo que confirma la idoneidad de COSII para la identificación de híbridos en los programas de mejoramiento genético de tomate de árbol. Índices FIS por locus y accesiones fueron negativos lo que refleja el exceso de heterocigotos en los híbridos (<0,80) y los valores de índices FST reflejan alta diferenciación genética (0,37). Los resultados son consistentes con un aumento esperado en el flujo de genes y la heterocigosidad en los híbridos. Estos resultados demuestran que el uso de marcadores COS II para la identificación de híbridos en tomate de árbol son valiosos para ser usados como apoyo a programas de mejoramiento.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que los marcadores COSII son marcadores valiosos para la identificación de híbridos por varias razones; su naturaleza codominante, que permite identificar su naturaleza multiloci inserciones y deleciones (InDels) o naturaleza bialélica debido a la detección de SNP *in silico* o en laboratorio por la técnica CAPS; se encuentran distribuidos en el genoma de la especie modelo tomate (*S. lycopersicum*), lo cual permite realizar estudios comparativos con genomas más desarrollados e incrementar la eficiencia de los programas de mejoramiento. Se pueden considerar altamente polimórficos y reproducibles al ser en su mayoría de copia única por tratarse de genes ortólogos y generan patrones de bandedo en geles fácilmente interpretables, características que permiten confirmar el éxito de un cruce entre parentales contrastantes, convirtiéndose en una estrategia para apoyar y hacer más eficientes los programas de mejoramiento convencional.

### **Agradecimientos**

Este trabajo fue financiado por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” (COLCIENCIAS). Las autoras agradecen al Doctor Mario Lobo de CORPOICA “La Selva” por suministrar el material híbrido desarrollado a su cargo. A Oscar Bedoya quien apoyó el análisis *in silico* y la revisión de estilo.

### **Referencias**

Bedoya-Reina, O., Barrero L.S. (2010). Preliminary assessment of COSII gene diversity in lulo and a relative species: Identification of genes potentially associated with domestication. *Gene*. 458: 27-36.

Enciso-Rodríguez F., Martínez R., Lobo M., Barrero L.S. (2010). Genetic variation of the Solanaceae fruit bearing species lulo and tree tomato revealed by Conserved Ortholog (COSII) markers. *Genetics and Molecular Biology*. 33: 271-278.

Lobo M; Medina CI y Cardona M (2000) Resistencia de campo a la antracnosis de los frutos (*Colletotrichum gloiosporioides*) en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (*Solanum betaceum*) Cav. Sendt.). *Rev Fac Nal Agr Medellin* 53:1129-1141.

Lobo, M., 2006. Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 7, 40-54.

Pratt, R.C., Francis, D.A., Barrero, L.S., 2008. Genomics of Tropical Solanaceous species: Established and emerging crops, in: Moore, P.H. and Ming, R. (Eds.), *Plant Genetics, Genomics: Crops and Models*. Springer, New York, NY, EU, pp. 453-467.

Stephen, M., and Mumm, R., 2008. Molecular Plant Breeding as the Foundation for 21st Century Crop Improvement. *Plant Physiology*. 147(3):969-977.

Wu F, Tanksley SD. Chromosomal evolution in the plant family Solanaceae. *BMC Genomics*. 2010 Mar 17;11:182.

Wu F, Mueller LA, Crouzillat D, Petiard V and Tanksley SD (2006) Combining bioinformatics and phylogenetics to identify large sets of single-copy orthologous genes (COSII) for comparative, evolutionary and systematic studies: a test case in the euasterid plant clade. *Genetics* 174:1407-1420.

**Palabras clave:** Híbridos, Marcadores COSII, Mejoramiento, Tomate de árbol, Polimorfismos.

## CAPITULO 4 - MEDIO AMBIENTE

### FITORREMEDIACIÓN DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE UN RELLENO SANITARIO USANDO *Eichornia crassipes* Y *Pistia stratiotes*: REMOCIÓN DE METALES.

**Jennifer Tatiana Cruz Bolívar y Lis Manrique Losada**

Semillero Química de Aguas. Grupo de Investigación CAPREA. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de la Amazonia.  
lmanriquel@uniamazonia.edu.co

#### **Resumen**

#### **Introducción**

En la búsqueda de procesos de bajo costo que remuevan la materia contaminante de los lixiviados, las concentraciones de metales pesados presentes en ellos, se han convertido en el mayor inconveniente a la hora de remover la materia orgánica (Morales 2007). Los metales pesados se comportan como inhibidores o venenos del proceso metabólico de bacterias en procesos de digestión biológica y no es factible un sistema de tratamiento si estas sustancias están disueltas en el sustrato a degradar (París *et al.* 2005). La literatura propone procesos fisicoquímicos, electroquímicos y biológicos, tales como macrófitas flotantes (Jadia y Fulekar 2009) para su extracción (Odjegba 2007). En este trabajo se evaluó extracción de metales pesados usando macrofitas flotantes de fácil consecución en la región (*Eichornia crassipes* y *Pistia Stratiotes*).

#### **Materiales y métodos:**

La muestra de lixiviado se recolectó del relleno sanitario La Esperanza (Florencia Caquetá). Se determinó la conductividad y el pH inicial del lixiviado y se preparó una muestra para digestión y posterior determinación de metales. El buchón de agua se recolectó en la Granja piscícola Santo Domingo de la Uniamazonia teniendo en cuenta su aspecto y similitud de tamaño. La lechuga de agua se recolectó del humedal del barrio San Luis en la ciudad de Florencia. En laboratorio, las macrófitas se lavaron cuidadosamente y se trasladaron a un acuario artificial con agua del lago original. Se dispusieron 6 acuarios plásticos, cada uno con 2 litros de muestra de lixiviado (puro o en dilución). Sobre las diluciones se colocó un ejemplar de cada especie por un periodo de 15 días, protegido de la lluvia y en un lugar alto al aire libre.

Se hizo seguimiento a los 6 acuarios durante 15 días cada cinco días, para observar el cambio en la concentración de metales; dicho cambio se midió por espectrofotometría de absorción atómica con previa digestión en medio ácido de las muestras. Se controló el

nivel de agua en los acuarios a fin de reponer pérdidas por evapo-transpiración, y así se mantuvo un volumen constante, a una temperatura aproximada entre 25 y 30 °C.

### **Resultados y Análisis:**

A medida que aumenta la concentración de Fe en el medio, hay más probabilidades de que la planta acuática se sature y la concentración de metal aumente y disminuya continuamente (Cheng 2003, García 2006). En el acuario 1 al octavo día, se aprecia una disminución considerable de Fe en el medio, pero pasados los 15 días la planta ya se ha saturado y devuelto Fe al medio, provocando así un incremento en la concentración del metal. Algo parecido sucede con plata y potasio.

Se observó que el buchón de agua remueve eficientemente mayores concentraciones de hierro (70%) y cobre (80%), mientras que la lechuga de agua remueve mejor metales como plata (70%) y zinc (30%). Para el plomo, los porcentajes de remoción para las dos plantas no sobrepasan el 40%.

*Eichornia Crassipes* es una especie eficiente para la remoción de metales pesados, como lo evidencia la literatura, para aguas sintéticas (Dixit y Dhote 2009) y para aguas residuales complejas como los lixiviados (Mackenzie *et al.* 2003); en este caso, resulta eficiente para remoción de metales como cobre en acuarios con lixiviado diluido, donde la mayor remoción se presenta en ambientes que no superan los 3500ppm.

En medio de cultivo invernadero se presentan factores sensibles y limitantes para lograr la adaptación total de un agente biológico por eso se propone llevar a cabo este método en piscinas donde sea factible realizar diluciones que permitan efectuar el proceso de biorremediación.

### **Referencias**

Cheng S. 2003. Heavy metals in plants and phytoremediation. Environmental science and pollution research international. Vol 10, Issue: 5, Pg: 335-340.

García V., D. 2006. Efectos fisiológicos y compartimentación radicular en plantas de *Zea mays* L. expuestas a la toxicidad por plomo. Tesis (Doctorado en ciencias biológicas). Universidad de Barcelona.

Dixit S., Dhote S. 2009. Evaluation of uptake rate of heavy metals by *Eichhornia crassipes* and *Hydrilla verticillata*. Environ Monit Assess. On line Springer link editions.

Jadia C., Fulekar M. 2009. Phytoremediation of heavy metals : Recent techniques. Journal of Biotechnology. Volume: 8, Issue: 6, Pages: 921-928

Mackenzie. S.M., Waite S., Metcalf E., Joyce B. 2003. Landfill leachate ecotoxicity experiments using *lemna minor*. Water, air, and soil pollution: focus 3: 171-179.

0

Morales C.J. 2007. Estudio para la remoción de metales pesados de los lixiviados de rellenos sanitarios. Trabajo de grado (Esp. Ingeniería Sanitaria). Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

Odjegba V., Fasidi I. 2007. Phytoremediation of heavy metals by *Eichhornia crassipes*. *The Environmentalist* . Volume: 27, Issue: 3, Pg: 349-355.

Paris C., Hadad H., Maine M.A., Suñe N. 2005. Eficiencia de dos macrófitas flotantes libres en la absorción de metales pesados. *Limnetica*, 24(3-4): 237-244 .

### **Agradecimientos**

A la empresa Servintegral S.A. ESP por facilitar las muestras para el trabajo experimental.  
A la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados por patrocinar el ejercicio de Semilleros de Investigación.

**Palabras clave:** Fitorremediación, lixiviado, metales pesados, *Eichornia crassipes*, *Pistia Stratiotes*.

## EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE METALES EN TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCB)

López, A.<sup>1,3</sup>, Martínez, J.F.<sup>2,3</sup>

<sup>1,3</sup> Estudiante Universidad del Quindío, <sup>2,3</sup> docente Universidad de la Amazonia,  
<sup>3</sup>Grupo de Investigación en biodiversidad y Desarrollo Amazónico.  
[alejandrалоar@hotmail.com](mailto:alejandrалоar@hotmail.com), carrera 29 # 20-49 San José, Armenia, Q.

### **Resumen extendido**

#### **Introducción**

Actualmente la tecnología ha generado gran impacto en todo el mundo, un ejemplo del desarrollo tecnológico son los computadores que se han convertido en una herramienta imprescindible para las personas. Las tasas extremas de consumo pero a la vez el porcentaje alto de obsolescencia aumentan considerablemente la cantidad de basura electrónica que entra a la cadena de desechos, aunque lo esencial de esta herramienta es la tarjeta de circuito impreso (PCB), ya que es allí donde se reciben las ordenes para ser ejecutadas. Las tarjetas de circuitos impresos utilizados en los ordenadores se componen de diferentes materiales, tales como polímeros, cerámicas y metales, que hacen que el proceso de reciclaje sea más difícil. La presencia de ciertos metales, fomenta el reciclaje desde el punto de vista económico. Sin embargo, la presencia de metales pesados se convierte en residuos peligrosos. Esto, a su vez, demuestra la necesidad de encontrar soluciones a este tipo de residuos con el fin de disponer de ellos de una manera adecuada, sin dañar el medio ambiente (Kamberović 2009). Es este el sentido de abordar el tratamiento de los PCB con medidas y técnicas apropiadas que impiden una contaminación y aumentan la eficiencia de la recuperación de los materiales aprovechables y reciclables.

Para ayudar al proceso extracción se requieren procesos energéticos, estos procesos se denominan digestiones y consisten en poner el sólido en disolución con ayuda de ácidos o bases de diferente fuerza, agentes oxidantes o enzimas. El proceso de digestión por vía húmeda evita las pérdidas por volatilización de la mayoría de los elementos debido a que la temperatura de digestión no excede el punto de ebullición de la disolución.

#### **Metodología**

Se utilizó una tarjeta de circuito impreso COMPAC PROCESSOR BOARD 1999 que fueron donadas por la Universidad de la Amazonia de los equipos de mesa dados de baja,

cual se desmantelo y posteriormente se cortaron en trozos de de 5 x 5 cm aproximadamente.

Se peso un trozo de PCB de 5 x 5 cm aproximadamente y se sometió a digestión en soluciones concentradas de HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> y NaOH por un periodo de tiempo de 5 horas a 400°C hasta evaporación completa, posteriormente los residuos se lavaron con agua destilada y se filtraron. Procedimiento por duplicado. Los filtrados del proceso de extracción se cuantificaron por absorción atómica (A.A) en un PERKIN ELMER 3300.

A Los datos obtenidos se les realizo una prueba de **Kruskal-Wallis para concentracion por metal** en el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.

### Resultados

La tabla 1. Presenta la concentración en ppm de los metales de los filtrados obtenidos a partir de la digestión por vía húmeda del COMPAC PROCESSOR BOARD 1999.

Tabla 1. Digestión vs medias de las concentraciones de los metales

Metal (ppm)	DIGESTIÓN			
	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	KOH
Mn	0,0013	0	0	0
Zn	869,52	209,92	0,1603	0,9998
Ni	0,4488	0,3270	0	0
Pb	5,6123	5,8126	1,4408	24,9040
Cd	0,0043	0	0	0
Cu	18,4663	18,2666	8,3819	0
Co	0	0	0	0
V	0,0594	0,1006	0	0
Cr	0	0,3543	0,0043	0
Mo	0	1,7809	0	0

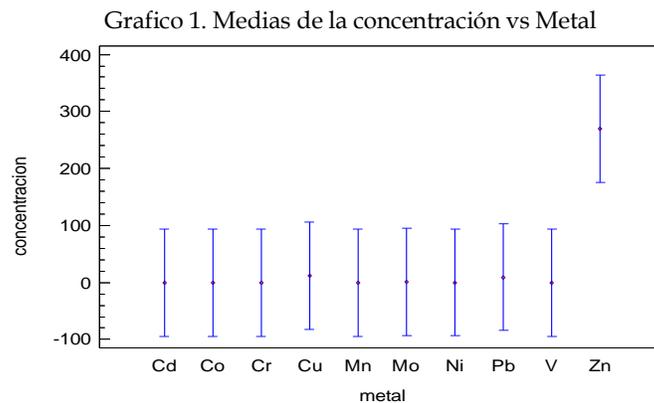
Tabla 2. Prueba de Kruskal-Wallis para concentracion por metal

<i>metal</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
Cd	4	13,5
Co	4	10,5
Cr	4	17,875
Cu	4	29,625
Mn	4	13,125
Mo	4	15,875
Ni	4	19,25
Pb	4	34,0
V	4	17,5
Zn	4	33,75

Estadístico = 22,8528 Valor-P = 0,00653558

La tabla 2. evalúa la hipótesis de que las medianas de concentración dentro de cada uno de los 10 niveles de metal son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

El mayor contenido de metales presentes en las muestras son Zn, Pb y Cu, son en promedio mayores para cada uno de los sistemas desarrollados.



En la grafica 1. Se observa la media de concentración para cada metal, siendo la del Zn la media más elevada entre las soluciones empleadas en la digestión de la muestra, mientras que la media de la concentración tiene un comportamiento uniforme.

### Discusión

Se observa que los sistemas de digestión son más eficientes debido a las temperaturas a las que son sometidas las muestras, los metales presentes en mayor concentración son Zn, Pb y Cu. Fue superior con ácido sulfúrico a 5 horas que los datos obtenidos con ácido sulfúrico a cuatro tiempos (Castro y Martins 2009).

La concentración de zinc es superior a la de cobre a diferencia de lo reportado en la literatura para tarjetas de circuitos impresos Barakat 1998, debido a las aleaciones que se presentan (Basolo 1980).

Se observa la ausencia de cobalto en la tarjeta del COMPAC PROCESSOR BOARD 1999 y el plomo se encuentra en mayor proporción con el hidróxido de potasio debido a la afinidad que tiene con este, presentando hidróxido de plomo.

Con cada uno de los solventes a 400°C y 5 horas de exposición se observa disolución completa de las muestras empleadas de tarjeta de circuito impreso (PCB). Se observa que los ácidos tienen más afinidad a extraer los metales con respecto a las bases. Se encontró una alta concentración de zinc y ausencia de cobalto, poco habitual en las tarjetas de circuito impreso.

### **Referencias**

CASTRO L. A. y MARTINS A. H. 2009. Recovery of tin and copper by recycling of printed circuit boards from obsolete computers. Brazilian journal of chemical engineering vol:26. 1-9.

KAMBEROVIĆ Ž., KORAC M., IVŠIĆ D., NIKOLIĆ V., RANITOVIĆ M. 2009. Hydrometallurgical process for extraction of metals from electronic waste-part i: material characterization and process option selection. Association of metallurgical engineers of serbia ames: 1-13.

BASOLO F. 1980. Química de los compuestos de coordinación: la química de los complejos metálicos. España. Revertè, s.a.

**Palabras Clave:** *extracción, digestión, metales, reciclaje.t arjetas de circuitos impresos*

ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS  
FAMILIAS CAUCHERAS AFILIADAS A LOS COMITÉS  
MUNICIPALES DE CAUCHEROS EN LA ZONA NORTE DEL  
DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ.

**Verenice Sánchez Castillo**

Docente Universidad de la Amazonia  
Miembro Principal Junta Directiva ASOHECA

**Resumen extendido**

**Problema.** De acuerdo con las estadísticas del Censo Nacional Cauchero, en el departamento del Caquetá se encuentran establecidas 4310 has de caucho, que están en manos de 910 familias entre productoras y cultivadoras.

Estas familias que han venido sembrando durante los últimos cuarenta años de vocación cauchera, están organizadas desde hace 15 en comités municipales de caucheros y cuyo aglutinador es la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá.

Desde 1996, ASOHECA ha venido liderando los procesos de fomento y sostenimiento del cultivo del caucho tanto en monocultivo como en agroforestería para ello se ha preocupado por formular y gestionar proyectos direccionados a ampliar áreas de siembra y mejorar la producción de caucho en cada una de las fincas de los productores, buscando para ellos beneficios económicos que le permitan el mejoramiento de sus condiciones de vida, en cumplimiento de su objetivo misional.

Finalizando el año 2010, ASOHECA convoca a sus afiliados y realiza una reflexión acerca de su quehacer gremial desde su fundación, evaluando lo bueno, lo malo, los aciertos, los desaciertos y las equivocaciones, en su accionar. Una de las mayores debilidades expresadas por los productores es que el interés del gremio siempre había girado entorno al cultivo del caucho lo cual había sido pertinente, sin embargo, se era consciente de que esta solo era una parte del objetivo misional de la Asociación, pues se había dejando de lado otros aspectos que a los productores preocuparon como lo es la parte alimentaria. Se buscaba pues que ASOHECA reflexionara más que en el cultivos del caucho en la unidad familiar que está alrededor del cultivo del caucho, de una manera integral.

La gestión de la asociación se había encaminado hacia el caucho como cultivo prioritario, descuidando el tema alimentario de las familias caucheras, lo cual se reflejaba a la vez en las fincas de las familias caucheras donde cada día la inseguridad alimentaria aumenta. Pues si bien, ASOHECA, en dos oportunidades había ejecutado proyectos RESA, para

caucheros, estos en la mayoría de los casos no perduraban más que el año y las experiencias no habían sido exitosas.

Surge pues la necesidad de hacer una revisión del tema de la seguridad e inseguridad alimentaria de las familias caucheras que permita tener elementos base, para diseñar una propuesta propia, que facilite la construcción de lineamientos claros para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de los caucheros del departamento.

El presente trabajo constituye los avances preliminares en este proceso participativo de desarrollo rural con comunidades campesinas.

**Objetivo.** Analizar la situación actual de seguridad alimentaria que viven las familias caucheras de las cuatro zonas de estudio del departamento, cuyo resultado se convierta en insumo base para la definición de lineamientos gremiales en política de seguridad y autonomía alimentaria.

### **Metodología**

**Población:** La población correspondiente al presente estudio, serán los 174 productores de caucho natural, que se encuentran afiliados a los comités municipales de caucheros de la zona norte del departamento del Caquetá. Es decir: San Vicente, Puerto Rico y Paujil.

**Unidad de análisis y aproximación:** La aproximación se inicia en el predio, luego a nivel el comité de caucheros y finalmente por tipo de sistema productivo identificado.

**El enfoque Metodológico:** La presente investigación comparte el paradigma de investigación crítico social en el cual el ser humano ha desarrollado una comprensión de la realidad, que es ocultada por un conjunto de estructuras que para él es importante revelar. Ellas implican relaciones de dominación y de poder entre las personas, estructuradas por el género, por la etnia, por los roles sociales, culturales y políticos.

**Técnicas e instrumentos:** La presente investigación fue carácter cualitativo, los instrumentos de recolección de la información empleados fueron talleres participativos, diálogos informales y entrevistas a grupos focales. Para el procesamiento de la información se emplearon plantillas de resumen y las memorias de los talleres, lo que permitió hacer más fácil la categorización y tipificación de las fincas participantes.

### **Método**

**Caracterización del funcionamiento del sistema finca:** Se revisaron y analizaron los resultados de los diagnósticos socioproductivos de cada comité que el equipo técnico y social de ASOHECA ha venido desarrollando. A través del diligenciamiento de matrices, se

conoció el funcionamiento del sistema socio productivo de cada uno de los hogares participantes en los talleres. Posteriormente se procesó la información categorizando y tipificando los predios encontrados. Se analizó las fincas en cuenta el marco teórico de la teoría general de sistemas.

**Identificación de las hortalizas locales , pan coger y especies pecuarias que actualmente usan y aprovechan las familias para su alimentación:** Esta actividad se trabajó a partir de encuestas y de talleres participativos, con cada comité municipal de caucheros involucrados en el estudio. La técnica a utilizar será la elaboración de matrices con los usos y aprovechamientos. Se definirán los elementos de la canasta alimentaria básica necesaria para una familia cauchera, se retomó el ejercicio de caracterización del funcionamiento y se analizó lo que se está produciendo actualmente para suplir esa necesidad, lo que se podría producir y lo que obligatoriamente se tendría comprar.

**Identificación de las hortalizas, variedades de pancoger y especies pecuarias con potencial de uso y aprovechamiento por las familias campesinas:** En el mismo taller participativo, aplicando la técnica de sondeo, se indagó acerca de cuáles son las especies de hortalizas, variedades locales de pancoger y especies pecuarias que las familias caucheras tenían en su finca, o conocían en la zona, que no se establecen en los arreglos o huertas caseras pero que les interesaría vincularlas en los futuros proyectos.

## **Resultados**

Se caracterizaron 60 predios caucheros de los municipios de San Vicente, Paujil y Puerto Rico, que se localizan en 8 diferentes tipos de fincas caucheras teniendo en cuenta variables como: productos que cultiva, principal fuente de ingresos y mano de obra que se emplea en el predio. Los tipos de fincas encontradas fueron:

Los sistemas fincas más predominantes son el ganadero con caucho en crecimiento y el jornalero pancoger con caucho en crecimiento.

El número de productos básicos para el consumo de las familias en las fincas, se halla en 5 que son: yuca, plátano, huevos, leche y gallinas. Los fincas con mayor inseguridad alimentaria fueron las sistema productivo caucho en producción, unidad productiva encargada, que en la mayoría de los casos solo llegó hasta los dos productos. No así con los sistemas fincas caucho en producción, unidad campesina que llegó hasta los 5 productos básicos.

Se halló una finca atípica de un cauchero polidiverso ganadería con caucho en crecimiento, que produce 35 especies para su consumo propio.

El sistema que más toma insumos del exterior y genera menos rentabilidad, es el agrícola con cacao y coca y presenta mayor dependencia de insumos externos.

En cuanto a lo que consumen versus lo que producen la familias para su alimentación se halló que una semana una familia generalmente se limita al consumo de 25 productos diferentes, de los cuales en la gran mayoría de los casos produce 4 de estos y lo que se podría producir de eso que consume son 16.

De igual forma al explorar los materiales locales que esporádicamente las familias producen o producían, o usan para el consumo y que consideran fácilmente incorporar en sus arreglos se hallaron 47 especies diferentes entre frutales, pancoger, pecuario que aportan proteína, azúcares y carbohidratos.

Se han identificado algunos lineamientos para el documento base para la política gremial en seguridad alimentaria en busca de la autonomía:

1. Condicionante para adelantar la intervención que en el predio sea una unidad productiva campesina.
2. Sin el ánimo de discriminar a los otros tipos de sistemas finca, resulta iniciar proceso de intervención piloto con sistemas fincas con caucho en crecimiento, pancoger y jornaleo, pues tienen mayor vocación agrícola.
3. Independiente del tipo sistema finca, las semillas de los materiales identificados son realmente muy pocas, por lo cual no se podría trabajar el esquema de intercambio de semillas.
4. Tendría que constituirse un ente encargado para la reproducción de dicho material vegetal a manera de un custodio de semillas locales que retorne y distribuya el material.
5. El tema de variabilidad climática aunado a la poca disponibilidad de suelos adecuados, son factores determinantes en el tema de adopción de producción de los alimentos de la canasta básica. De igual forma los elementos de disponibilidad de tiempo vs la costumbre de la compra local de los productos.

## CAPITULO 5 – MODELADO Y SIMULACIÓN

### DENSIDAD E ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE MEZCLAS BINARIAS DE SULFOLANO CON BENCENO: CORRELACIÓN Y PREDICCIÓN DEL VOLUMEN DE EXCESO MOLAR

Martinez, M., Amado, E.

Universidad de Pamplona

[mdoneym@gmail.com](mailto:mdoneym@gmail.com), avenida 5ta Oeste No. 4-113 Portada al Mar, Cali,  
Colombia.

#### Resumen extendido

##### Introducción

El sulfolano es un solvente industrial utilizado para extraer hidrocarburos aromáticos desde derivados del petróleo (Al-Dujaili *et al.* 2006); las propiedades de transporte del Sulfolano y sus mezclas son necesarias para cálculos en procesos de balance y transporte de masa en la industria petrolera (Gupta & Rawat 1998).

En los últimos años se han publicado densidades e índices de refracción de mezclas binarias en función de temperatura (Anouti *et al.* 2009, Calvar *et al.* 2010); aplicando la regla de mezclas (Piñeiro *et al.* 1999) es posible predecir el volumen de exceso molar desde índices de refracción (Iglesias *et al.* 2000).

En este trabajo se reportan densidad ( $\rho$ ) e índices de refracción ( $n_D$ ) para la mezcla sulfolano-benceno a (303.15, 308.15, 313.15 y 318.15) K en todo el rango de fracción molar. Con los valores experimentales de  $\rho$  e  $n_D$  se calculan volúmenes de exceso molar ( $V_M^E$ ) y cambios de índice de refracción ( $\delta n_D$ ) que son correlacionados con ecuaciones de Redlich-Kister (Redlich & Kister 1948).

Para la predicción del  $V_M^E$  desde  $n_D$  tres ecuaciones son estudiadas (Radovic *et al.* 2008): (ecuación I) basada en la refracción específica,  $f(n_D/\rho)$ , y la definición de  $V_M^E$ ; (ecuación II) considerando  $V_M^E$  como una función de  $n_D$ , típicas funciones  $f(n_D)$  son (Tasic *et al.* 1992) Lorentz-lorenz (L-L,  $(n_D^2 - 1)/(n_D^2 + 2)$ ), Dale-Gladstone (D-G,  $n_D - 1$ ), Eykman (Eyk,  $(n_D^2 - 1)/(n_D + 0.4)$ ), Arago-Biot (A-B,  $n_D$ ), Newton (New,  $n_D^2 - 1$ ) y Oster (Os,  $(n_D^2 - 1)(2n_D^2 + 1)/n_D^2$ ) y (ecuación III) para mezclas isorefractivas.

## Metodología

Las mezclas se preparan por masa utilizando una balanza Ohaus ( $\pm 0.0001$  g), la composición de las mezclas se calcula en fracción molar utilizando pesos atómicos (IUPAC, 1996); la precisión en fracción molar es  $\pm 0.0002$ .

La  $\rho$  de componentes puros y sus mezclas es medida en picnómetros capilares con bulbo de  $\sim 10$  mL, la marca en el capilar fue calibrada usando agua destilada. Las muestras se colocan en un baño de agua a la temperatura de trabajo durante 60 minutos; la temperatura del agua se controla con un termostato digital ( $\pm 0.01$  K). La incertidumbre en  $\rho$  es  $\pm 0.045$  % y la precisión en  $V_M^E$  es  $\pm 0.001$   $cm^3$   $mol^{-1}$ .

Los  $n_D$  son medidos usando un refractómetro termostatado y calibrado con un vidrio de  $n_D$  conocido y que hace parte del instrumento. Para la medida del  $n_D$ , el instrumento se calibra midiendo el  $n_D$  de agua destilada y etanol a diferentes temperaturas. Las medidas se hacen con agua circulando el refractómetro, la precisión en  $n_D$  es  $\pm 0.0001$  y el  $\delta n_D$  se reporta en  $\pm 0.0004$  unidades. La precisión en la temperatura es  $\pm 0.01$  K.

El  $V_M^E$  y el  $\delta n_D$  son calculados con (Orge et al 1999):

$$V_M^E = \sum_{i=1}^2 x_i M_i (\rho^{-1} - \rho_i^{-1})$$

$$\delta n_D = n_D - \sum_{i=1}^2 x_i n_{Di}$$

donde,  $x_i$  ( $i = 1,2$ ) es fracción molar,  $\rho$  y  $n_D$  son densidad e índices de refracción de mezcla;  $\rho_i$ ,  $n_{Di}$  y  $M_i$  ( $i = 1,2$ ) son densidad, índice de refracción y masa molar de los componentes puros.

## Resultados

La  $\rho$  e  $n_D$  experimental se ajustan con una ecuación polinomial usando el programa "DataFit" (Iglesias et al. 2008):

$$S = \sum_{i=0}^m B_i x_i$$

donde  $B_i = \sum_{j=0}^m B_{ij} T^j$  (T en K), S es el  $\rho$  o  $n_D$ ,  $x_i$  es fracción molar y  $B_{ij}$  son los parámetros de ajuste. En la figura 1 se muestra variación de  $\rho$  e  $n_D$  en función de fracción molar y temperatura para el binario benceno(1)+sulfolano(2).

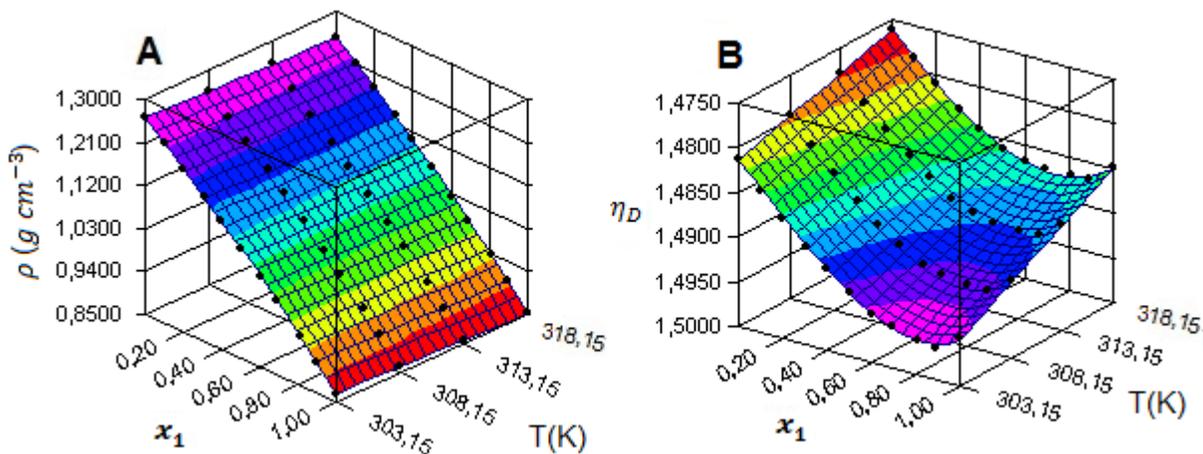


Figura 1. Variación de  $\rho$ (A) e  $n_D$ (B), mezcla benceno(1)+sulfolano(2) en función de fracción molar y temperatura

El  $V_M^E$  y el  $\delta n_D$  son ajustados isotérmicamente con una ecuación polinomial de Redlich - Kister:

$$\delta_M = x_1 x_2 \sum_{p=0}^m B_p (x_1 - x_2)^p$$

donde,  $\delta_M$  es ( $V_M^E$  o  $\delta n_D$ ),  $x_1$  y  $x_2$  son la fracción molar,  $m = 4$  es el grado de expansión polinomial y  $B_p$  son los parámetros de ajuste; en la figura 2 se muestra el  $V_M^E$  y el  $\delta n_D$  para la mezcla benceno(1)+sulfolano(2).

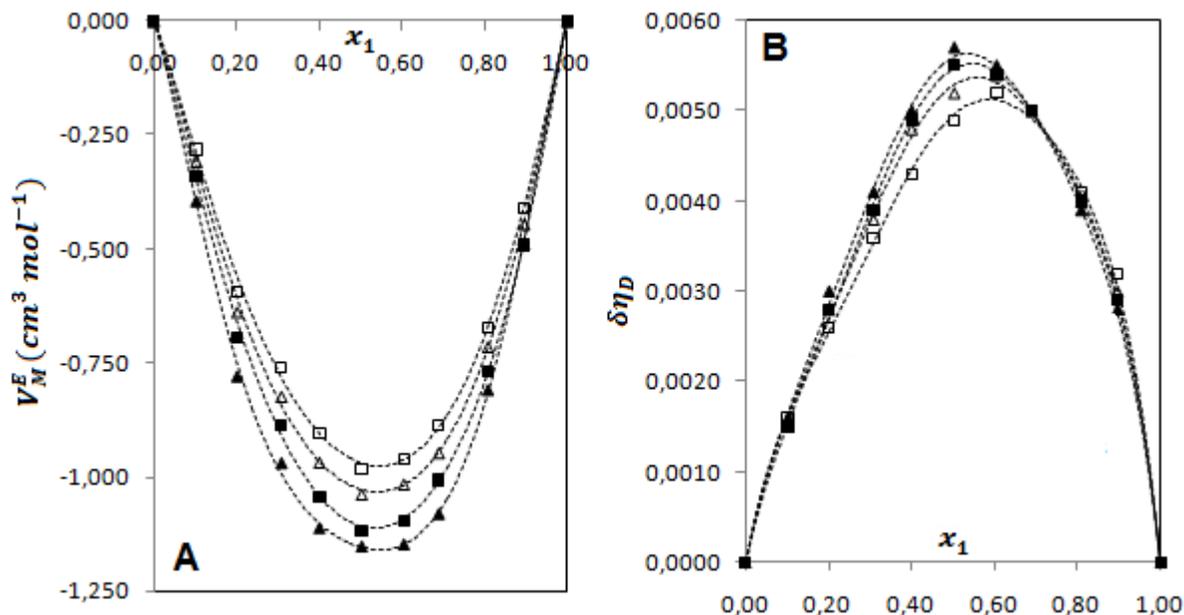


Figura 2. (A)  $V_M^E$  y (B)  $\delta n_D$ , mezcla benceno(1)+sulfolano(2) a  $\square$ : 303.15 K,  $\Delta$ : 308.15 K,  $\blacksquare$ : 313.15 K y  $\blacktriangle$ : 318.15 K. ----- ajuste polinomial Redlich-Kister.

### Discusión

En la figura 1 se observa que la  $\rho$  e  $n_D$  de las mezclas dependen de fracción molar y temperatura; la  $\rho$  disminuye cuando se aumenta la fracción en benceno; en contraste, el índice de refracción aumenta con el incremento de  $x_1$ . En la figura 2 se reportan  $V_M^E$  negativos en todo el rango de fracción molar; esto indica que las fuerzas intermoleculares benceno-sulfolano son mayores que las fuerzas intermoleculares de los componentes puros;  $\delta n_D$  es positivo en todo el rango de fracción molar y se hace más positivo con el incremento de temperatura; el  $V_M^E$  se hace más negativo cuando la temperatura aumenta.

La calidad de predicción del  $V_M^E$  desde valores de  $n_D$  con las ecuaciones I, II y III utilizando  $f(n_D)$  se calcula con:

$$\sigma_{Pred} = \left( \frac{\sum_i^{nDAT} (V_{Exp,i}^E - V_{Pred,i}^E)^2}{nDAT} \right)^{1/2}$$

donde  $\sigma_{Pred}$  es desviación de predicción,  $V_{Exp,i}^E$  es  $V_M^E$  experimental,  $V_{Pred,i}^E$  es  $V_M^E$  calculado con ecuaciones (I, II y III) y nDAT es el número de datos experimentales; la figura 3 muestra la predicción del  $V_M^E$  a 303.15 K con la ecuación II y las funciones

$f(n_D)$ , las mejores predicciones se reportan con D-G y Eyk, la predicción más deficiente se obtiene con A-B; los valores de  $\sigma_{Pred}$  para estas funciones son 0.083, 0.077 y 0.451 respectivamente; la función A-B considera las mezclas binarias como mezclas ideales, lo que contrasta con el  $V_M^E$  encontrado experimentalmente.

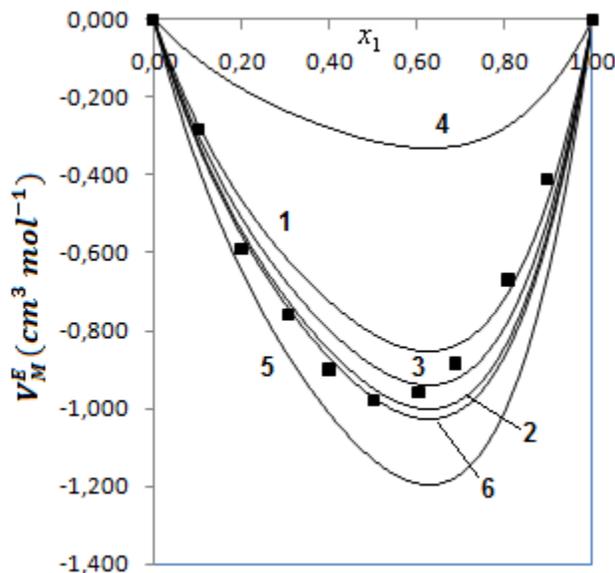


FIGURA 3.  $V_M^E$  a 303.15 K, mezcla benceno(1)+sulfolano(2), ■: datos experimentales y líneas de predicción con la ecuación II: (línea 1: L-L, 2: D-G, 3: Eyk, 4: A-B, 5: New y 6: Os)

### Conclusión

En la mezcla benceno-sulfolano el  $V_M^E$  es negativo y el  $\delta n_D$  es positivo en todo el rango de fracción molar a (303.15, 308.15, 313.15 y 318.15) K.

A menos que se requiera de una alta precisión, la función D-G y Eyk son útiles para predecir el volumen de exceso molar de mezclas binarias de benceno con sulfolano, ya que el procedimiento para medir índices de refracción de líquidos es más simple y en muchos casos más económico que los métodos para determinar densidades.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Pamplona (proyecto No 191-2010) por el soporte financiero y logístico a este proyecto de investigación.

### Referencias

Al-Dujaili, A., A. Awwad, H. Essa, A. Al-Haidri. 2006. Liquid-Liquid Equilibria for Sulfolane + 1-Alkanol (C1 to C5) + Octane + Toluene at 293.15 K. J. Chem. Eng. Data 51: 352-354.

Anouti, M., M. Caillon-Caravanier, Y. Dridi, J. Jacquemin, C. Hardacre, D. Lemordant. 2009. Liquid densities, heat capacities, refractive index and excess quantities for {protic ionic liquids + water} binary system. *J. Chem. Thermodynamics* 41: 799–808.

Calvar, N., E. Gómez, B. González, A. Domínguez, Experimental densities, refractive indices, and speeds of sound of 12 binary mixtures containing alkanes and aromatic compounds at  $T = 313.15$  K. *J. Chem. Thermodynamics* 41: 939–944.

Gupta, S. & B. Rawat. 1998. Isobaric Vapor-Liquid Equilibria for Ternary Mixtures: Saturated Hydrocarbons, Xylenes, and Ethylbenzene with Sulfolane at 101.325 kPa. *J. Chem. Eng. Data* 43: 396–399.

Iglesias, T., J. Legido, S. Pereira, B. de Cominges, M. Andrade. 2000. Relative permittivities and refractive indices on mixing for (n hexane + 1-pentanol, or 1-hexanol, or 1-heptanol) at  $T=298.15$  K. *J. Chem. Thermodynamics* 32: 923–930.

Iglesias M, A. Torres, R. Gonzalez-Olmos, D. Salvatierra. 2008. Effect of temperature on mixing thermodynamics of a new ionic liquid: {2-Hydroxy ethylammonium formate (2-HEAF) + short hydroxylic solvents. *J. Chem. Thermodyn* 40: 119–133.

IUPAC. 1996. Atomic Weights Of The Elements 1995 (Technical Report), *Pure & Appl. Chem* 68: 2339–2359.

Orge, B., A. Rodriguez, J. Canosa, G. Marino, M. Iglesias, J. Tojo. 1999. Variation of Densities, Refractive Indices, and Speeds of Sound with Temperature of Methanol or Ethanol with Hexane, Heptane, and Octane. *J. Chem. Eng. Data* 44: 1041–1047.

Piñeiro, A., P. Brocos, A. Amigo, M. Pintos, R. Bravo. 1999. Surface tensions and refractive indices of (tetrahydrofuran + n-alkanes) at  $T=298.15$  K. *J. Chem. Thermodynamics* 31: 931–942.

Radovic, I., M. Kijevčanin, M. Gabrijel, S. Šerbanovic, B. Djordjevi. 2008. Prediction of excess molar volumes of binary mixtures of organic compounds from refractive indices. *Chemical Papers* 62 (3): 302–312.

Redlich, O. & A. Kister. 1948. Algebraic representation of thermodynamic properties and the classification of solutions. *Ind. Eng. Chem* 40: 345–348.

Tasic, A., B. Djordjevic, D. Grozdanic. 1992. Use of mixing rules in predicting refractive indices and specific refractivities for some binary liquid mixtures. *J. Chem. Eng. Data*. 1992. 37: 310–313.

**Palabras clave:** Correlación, índices de refracción, predicción, sulfolano, volumen de exceso molar.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA EL PROCEDIMIENTO DE TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA ÁCIDO - BASE

Dubier Andrés Pamo Leal<sup>1</sup>, Ermes Guarnizo Motta<sup>1</sup>, Luis Gabriel Marín<sup>1</sup>, Lis  
Manrique Losada<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación GIECOM. Autor para correspondencia  
[dubierpamo@hotmail.com](mailto:dubierpamo@hotmail.com)

<sup>2</sup> Grupo de Investigación CAPREA.  
Universidad de la Amazonia

### Resumen

Surge con el propósito de ofrecer una alternativa de solución a los trabajos repetitivos y tediosos en la realización de una prueba de titulación ácido - base. Siendo el sistema de control difuso una alternativa de solución desde el punto de vista económico, versátil, confiable y de fácil manejo por los estudiantes e investigadores de la Universidad de la Amazonia.

Para la construcción del sistema de control difuso fue necesario construir una Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) y un dosificador volumétrico. Donde la TAD fue validada teniendo en cuenta la NTC-ISO/IEC 17025 que establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o de calibraciones. Se aplicó el procedimiento de calibración QU-003 y la prueba de Bartlett para conocer la homogeneidad de las varianzas entre los resultados obtenidos del sistema prototipo y un pH-metro HANNA Instruments con certificación ISO 9001. Finalmente se logró un sistema prototipo para la medida de pH, con un nivel de confianza del 95% con incertidumbre expandida de 0,09576 pH.

El diseño del modelo computacional del sistema de control difuso está basado en la metodología del experto, por lo que fue de gran ayuda en la definición de las variables de entrada, variables de salida, la base de reglas, el método de fusificación y defusificación y el tipo de operadores utilizados. Posteriormente se presenta la implementación del modelo computacional en la herramienta FIS de Matlab®, por ser un modelo computacional que

se ajusta a esta herramienta. Para la implementación del sistema en JAVA fue necesario realizar un diseño software mediante diagramas UML.

Desarrollado el sistema de control difuso en JAVA se presenta un plan de pruebas con el fin de evaluar el desempeño y funcionalidad del sistema de control difuso para el procedimiento de titulación potenciométrica ácido - base, conocidas como: pruebas de recuperación del sistema ante perturbaciones, prueba de integración, de rendimiento, de validación computacional para 400 datos de entrada y 400 datos de salida para cada sistema difuso obteniendo un Error cuadrático medio de 0.0033, un Error absoluto medio de 0.0016 y un error porcentual menor al 2%, se realizaron pruebas experimentales con sustancias previamente estandarizadas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema difuso y finaliza con un análisis de costos del sistema desarrollado.

**Palabras clave:** control difuso, titulación potenciométrica, pH.