

No. 2 | 2017

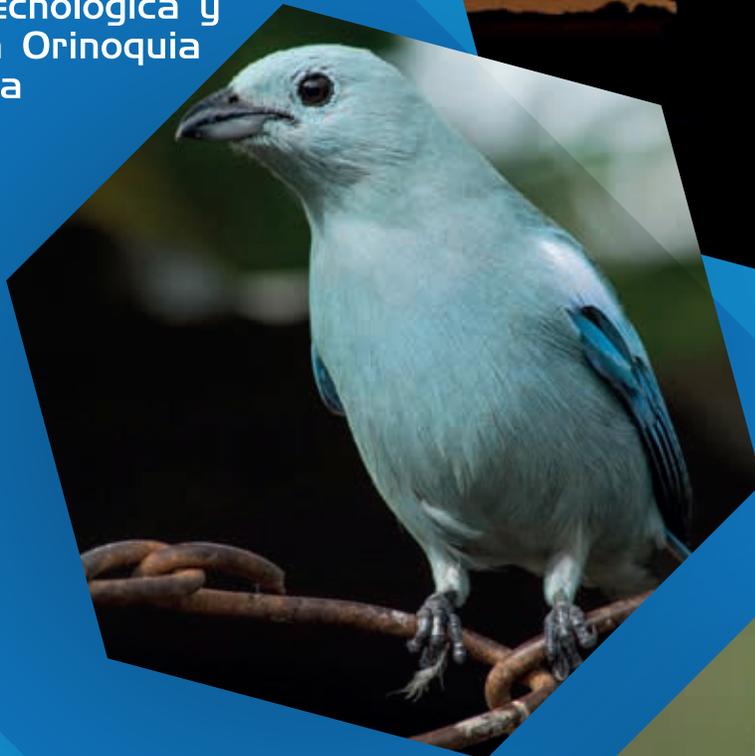
ISSN 2422-2917 Digital
2422-197X Impreso

REVISTA

ORINOQUIA

— CIENCIA Y SOCIEDAD —

Revista Científica, Tecnológica y
de Innovación de la Orinoquia
Colombiana



**Fundación Universitaria Internacional
del Trópico Americano, Unitrópico.**

Rector

PhD. Oriol Jiménez Silva

Director de Investigación

PhD. Oscar Andrés Rodríguez Fandiño

**Coordinador de Producción y
Divulgación de Investigación**

MSc. Jorge Enrique Chaparro Mesa.

Coordinador de Fomento de la investigación

PhD. José Alfredo Camargo Martínez

**Revista científica y tecnológica
“Orinoquia Ciencia y Sociedad”**

Volumen No 2. Enero de 2017

Editor General

MSc. Jorge Enrique Chaparro Mesa
*Coordinador de Producción y Divulgación
de Investigación, Unitrópico*

Comité Editorial

MSc. Jorge Enrique Chaparro Mesa.
*Coordinador de Producción y Divulgación de
Investigación, Unitrópico.*

MSc. Luz Teresa Ayala Castiblanco
Gobernación de Casanare.

MSc. Jairo Armando Riaño
*Docente Investigador Universidad Pedagógica
y Tecnológica de Colombia.*

PhD. Yimmy Yordany Ardila Muñoz.
*Docente Investigador Universidad Pedagógica
y Tecnológica de Colombia.*

Marcela Torres Chaparro
Jefe de Prensa y Comunicaciones, Unitrópico.

Comité Científico

PhD. Oscar Andrés Rodríguez Fandiño
Director de Investigación, Unitrópico.

PhD. José Alfredo Camargo Martínez
*Coordinador de Fomento de la
investigación, Unitrópico.*

PhD. Nelson Barrera Lombana
Docente Investigador UPTC

MSc. Lady Johana Correa Higuera
Docente Investigador Unitrópico.

MSc. Plutarco Urbano Tibaduiza
Docente Investigador Unitrópico.

Diseño y Diagramación

Magally Muñoz Gutiérrez
Profesional en Diseño Gráfico, Unitrópico

Edición de Contenido

Comité Editorial

Registro Fotográfico

Portada:

Gustavo Martinez
Fotógrafo
MSc. Plutarco Urbano
Unitrópico
PhD. Óscar Andrés Rodríguez
Unitrópico
MSc. Jorge Enrique Chaparro
Unitrópico

Agradecimientos

Departamento Administrativo de Ciencia
Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	3
EL HOSPEDERO, EL MICROBIOMA Y EL ALCOHOL UN TERCERO NO DESEADO.	5
LA FÍSICA TEÓRICA SE TOMA A UNITRÓPICO	9
PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS PROVENIENTES DE LAS PLANTAS.	12
¿POR QUÉ SE DICE QUE ENSEÑAR Y APRENDER MATEMÁTICAS ES DIFÍCIL?.	16
MARIPOSAS DIURNAS ASOCIADAS AL CAMPUS DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA INTERNACIONAL DEL TROPICO AMERICANO.	21
SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS BROADCASTING SOBRE PLATAFORMA SMS “PARA APLICACIONES PUBLICITARIAS EN TRANSPORTE PUBLICO”	26
LA CENIZA DE CASCARILLA DEL ARROZ COMO APORTE A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO.	33
PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN UNITRÓPICO.	39

EDITORIAL



Fotografía: *Gustavo Martínez*

El Departamento de Casanare, se da a conocer en el ámbito nacional e internacional a partir de la década de los 80, debido a la explotación de petróleo. Este fenómeno generó cambios sustanciales y un incremento considerable de la población; pero más que el aumento en números, se desencadenó una serie de efectos sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales; para los cuales las administraciones locales no estaban preparadas para atender.

El cambio en la estructura económica del departamento se dio de forma abrupta en poco tiempo, pasando de ser una región tradicionalmente agrícola y pecuaria a ser una de las mayores productoras de hidrocarburos del país. Este cambio en la composición del PIB aceleró considerablemente el crecimiento económico y modificó radicalmente las fuentes de empleo; relegando sectores menos significativos económicamente pero muy importantes para la región como el agropecuario, el comercio, la industria y el turismo.

Si bien el sector minero-energético ha sido el motor de desarrollo económico por más de una década, no se puede decir lo mismo del desarrollo científico y tecnológico de la región, contrariamente estos índices se encuentran dentro de los más bajos del país.

Con el nuevo Sistema General de Regalías (SGR),

establecido mediante el acto legislativo 05 de 2011, sumado a la actual crisis que atraviesa el sector petrolero, obliga al departamento a asumir un cambio de paradigma para adaptar su economía a esta nueva realidad, con el fin de proteger el bienestar de todos los casanareños.

Una forma de impulsar nuevamente la economía de esta región del país, es aprovechar las ventajas comparativas que se tienen, como es la gran biodiversidad, abundante presencia de aguas superficiales, existencia de recursos naturales no renovables como petróleo y gas, además de grandes extensiones de tierras, propicias para la agricultura y la ganadería; estas potencialidades pueden ser traducidas en producción científica y tecnológica, pero para lograrlo es necesario fortalecer el Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación CT+I. Sin embargo, la tarea es grande ya que la región de Orinoquia y Amazonia, presentan un rezago importante en su producción de conocimiento científico con respecto a las otras regiones del país. De los 4.638 grupos de investigación que se encuentran reconocidos, estas regiones que representan a diez departamentos, solo participan con 98 grupos, equivalentes a un 2,5% del total de grupos de investigación categorizados y de estos el 50% corresponden al Departamento del Meta, con 49 grupos, mientras que Casanare aporta 11 grupos de acuerdo con los datos arrojados por Colciencias.

Esta escasa producción científica y tecnológica se ve reflejada en los bajos índices de competitividad que presentan estos departamentos, según los estudios realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL en el año 2015.

Aumentar los índices de desarrollo científico y mejorar la competitividad, es un reto grande, si se tiene en cuenta que no existen universidades acreditadas de alta calidad en la región, que la capacidad instalada es muy baja y el talento humano de alto nivel para realizar procesos de investigación es muy escaso, sumado a la poca inversión en I+D; variables que son determinantes para el crecimiento científico y tecnológico de una región; por lo tanto aunque se han realizado ejercicios valiosos en los últimos cuatro años, no han sido suficientes para disminuir las brechas con otras regiones del país.

Este panorama puede mejorarse significativamente si se trabaja en equipo con todos los actores del sistema de CT+I; se crean consensos regionales, se vincula a las comunidades y se aprovecha al máximo los recursos de regalías para CT+I, teniendo en cuenta que este es un rubro significativo el cual se debe canalizar de tal forma que contribuya eficientemente para mejorar el sector productivo del departamento.

Todas estas acciones deben estar alineadas para reorganizar el camino y trazar la hoja de ruta, acorde a los lineamientos de políticas públicas regionales de CT+I, como el Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación PEDCTI y el Plan y Acuerdo Estratégico Departamental de Ciencia y Tecnología, PAED; los cuales están encaminados a mejorar las capacidades científicas y tecnológicas de la región.

A este panorama le aparecen nuevas variables como el posconflicto, el cual se debe ver como una oportunidad importante para el desarrollo regional, donde tendrán cabida todos los actores del sistema, especialmente la academia; si se tiene en cuenta que una vez inicie la implementación de los acuerdos de paz van a surgir una serie de necesidades, que desde la investigación, el emprendimiento y la innovación se les debe encontrar una solución; y áreas como las ciencias sociales, las ciencias básicas y las ingenierías, van a jugar un papel fundamental en el desarrollo del territorio.

Estas estrategias se deben acompañar de un sistema eficiente de ciencia, tecnología e innovación

que verdaderamente contribuya con el desarrollo de la región, en este sentido se deben mejorar los mecanismos y herramientas que existen actualmente para la aprobación y seguimiento de los proyectos de CT+I. Es necesario canalizar los recursos en proyectos que verdaderamente contribuyan al Sistema de Ciencia y Tecnología y que no solo sean iniciativas mediáticas donde prima más la decisión política que tecnológica, lo cual no contribuye eficientemente al desarrollo de procesos serios de investigación.

Regionalmente el organismo llamado para asesorar este proceso es el Consejo Departamental de Ciencia Tecnología e Innovación CODECTI, el cual deberá estar acompañado de unas veedurías ciudadanas especializadas, con profesionales que tengan la experticia en las diferentes líneas de investigación, con el fin de poder valorar eficazmente los productos resultados de los procesos investigativos y evaluar, si estos están aportando al mejoramiento de los índices de CT+I en el departamento.

Con la revista “Orinoquía Ciencia y Sociedad” se espera generar un espacio de divulgación de los procesos investigativos que se están desarrollando en esta región del país y así contribuir al fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación, con responsabilidad social y respeto por la biodiversidad. En esta edición se muestran algunos resultados de los procesos de investigación que se están llevando a cabo por parte de diferentes grupos de investigación del Departamento de Casanare, con aportes de grupos de otras instituciones nacionales e internacionales.

Jorge Enrique Chaparro Mesa

Magister en Tecnología Informática.

Coordinador de Divulgación de la Investigación,

Unitrópico

Editor General.

EL HOSPEDRO, EL MICROBIOMA Y EL ALCOHOL - UN TERCERO NO DESEADO

Por: Oscar Andrés Rodríguez¹ & Joselín Hernández Ruíz²

¹*Dirección de investigación, Fundación Universitaria–Unitrópico, Yopal-Colombia.*

²*Laboratorio de Hígado, Páncreas y Motilidad (HIPAM), Unidad de Investigación en Medicina Experimental, Facultad de Medicina-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Hospital General de México, Dr. Eduardo Liceaga, Mexico City-Mexico.*

Nunca estamos solos (además no debemos)

El ser humano, lejos de estar solo coexiste con una gran diversidad de especies que lo acompañan en todo momento y lugar. Desde su descubrimiento por Antoine Leeuwenhoek en el siglo XVII la investigación en el campo ha tenido diversos momentos de crecimiento, en especial cuando se descubrió que dichos microorganismos estaban asociados con la generación de enfermedades y más recientemente cuando se descubrió su importancia en una condición de salud.

Aunque es el tracto digestivo donde se encuentra una interrelación más intensa y profunda entre las bacterias y el hombre que las porta, las bacterias se encuentran colonizando todas las superficies expuestas en el cuerpo, desde el ambiente más ácido –como es el caso del epitelio estomacal, en concentraciones muy bajas–, hasta el colon, donde se encuentran en números realmente asombrosos; pero pueden ser halladas en la piel o en las diferentes mucosas. Estos trillones de células bacterianas a su vez cumplen un sinnúmero de funciones, y a pesar del imaginario de invasor y parásito, donde es necesario eliminar y limpiar, el papel cumplido por estas comunidades bacterianas es de un simbiote donde sus ausencias pueden desembocar, en diversas condiciones de malestar o enfermedad. Actualmente, una de las formas más reconocidas donde se afecta la composición de las comunidades bacterianas es la dieta, llegando a modificar el microbioma (comunidad bacteriana propia de los intestinos) y el estado de salud del individuo (Turnbaugh et al., 2006).

Es claro que la decisión de consumir un alimento específico o seguir una dieta es personal, más aún a la hora del consumo de bebidas alcohólicas. Esto conlleva una amplia gama de posibilidades y desenlaces; entre ellas, un consumo moderado

personas adultas (1 copa diaria en mujeres y 2 en hombres (US Department of Health Human Services, 2007) se ha relacionado con beneficios en la salud, como es el caso de reducción en el riesgo de sufrir un ataque por enfermedad coronaria (Reynolds et al., 2003), mientras que un consumo mayor (4 o más copas diarias en mujeres y 5 o más en hombres (National institute of Alcohol Abuse-Alcoholism, 2004) desemboca en un incremento considerable diferentes morbilidades y mayor mortalidad (Rehm et al., 2003), en especial involucrando el hígado como es el caso de la cirrosis hepática que lleva a hipertensión portal o falla hepática. Es de esperar que este órgano se vea afectado ante las alteraciones en los intestinos, ya que dicho órgano recibe de forma frontal todo aquello que proviene de los intestinos (alimentos), incluido el etanol y sus derivados.

En este punto consideramos evidente que el microbioma debe tener ciertas características propias en estados saludables, así como de enfermedad; donde por su parte los comportamientos humanos pueden llevar a su deterioro, igual que con otros órganos del cuerpo y por ende a estados de enfermedad. Por ello, en este ejercicio divulgativo nos centraremos en las relaciones y modificaciones emergentes en la relación microbioma-hospedero ante el consumo de alcohol.

El Microbioma, el órgano olvidado

Desde el nacimiento los microorganismos colonizan y recubren las diferentes superficies del cuerpo, gradualmente estableciéndose y asentándose de forma permanente y aunque con el paso de los años y el envejecimiento dichas comunidades van cambiando en diversidad y abundancia, siempre están presentes (Wilson, 2016). De las diferentes comunidades bacterianas, el Colon hospeda un número extraordinariamente

alto, por el orden de 10^{12} células bacterianas (Savage, 1977), una comunidad a su vez asombrosamente diversa con más de 1000 especies distintas, capaz de codificar 150 veces más genes que el humano que las porta (Qin et al., 2010) y aunque puede variar entre regiones geográficas y poblaciones humanas pueden considerarse relativamente constantes (Arumugam et al., 2011).

Desde la frontera...

La primera línea divisoria entre ambas partes – microbiota y hospedador–, la constituye la barrera intestinal, donde se regula la absorción de nutrientes, electrolitos y agua provenientes del lumen intestinal en dirección a la circulación sanguínea, y de forma paralela se previene la entrada de microorganismos patogénicos o sustancias tóxicas (Farhadi, Banan, Fields, & Keshavarzian, 2003).

Es de esperar que dicha regulación en el intercambio de moléculas de la luz del intestino y el hospedador, a través de la barrera intestinal, modifica e influencia el equilibrio inmunológico dando lugar a la tolerancia, así como el desarrollo de la respuesta inmune diferencial entre lo propio y lo foráneo (Fasano, 2011).

Estructuralmente esta frontera, sostiene sus funciones a partir de la capa de moco y la capa de células epiteliales interconectadas por fuertes uniones celulares (Madara, 1998). La capa de moco que recubre las células epiteliales posee moléculas antimicrobianas e Inmunoglobulina A, en su matriz de mucina (proteína que compone el gel del moco), lo que mantiene a distancia potenciales invasiones bacterianas, sin alterar los procesos de transporte a través de tracto gastrointestinal. De igual manera, las uniones celulares constituyen una barrera mecánica ante el potencial paso de fluidos y solutos de forma paracelular (Ivanov, Parkos, & Nusrat, 2010).

Es sensato pensar que esta frontera podría consolidar un ambiente estéril, libre de microorganismos y dejar de “preocuparse” por los posibles parásitos invasores, no obstante, esto no sucede.

Sin el microbioma, no somos nosotros mismos...

Es claro que la colonización bacteriana es en la vida real algo inevitable (además de necesario); no obstante, bajo condiciones de laboratorio en modelos murinos, se ha logrado explorar como sucede el proceso de desarrollo sin microorganismos. Los roedores “libres de microorganismos” (*germ-free*) presentan alteraciones anatómicas y fisiológicas tan

variadas (e.g. menor masa cardíaca, ausencia de células de la respuesta inmune en la lámina propia intestinal, entre muchos otros), que estos ratones no pueden considerarse organismos normales; sin embargo, muchas de estas alteraciones se revierten ante la inoculación de microbiota normal o incluso solo de moléculas bacterianas (Wilson, 2016).

Una de las alteraciones más llamativas presentes en los modelos de ratón mencionados, sucede en el epitelio intestinal, donde se presenta una reducción en la superficie de contacto del intestino con los productos que viajan por su luz (alimento). Esta transformación anatómica ilustra lo complejo de la condición de contacto entre los organismos, donde el hospedador debe mantener un balance muy específico de su microbiota, incluso para poder obtener un recurso alimentario adecuado.

Aunque las condiciones de ausencia de microorganismos son extraordinarias, en la vida real las alteraciones en el microbioma originadas por razones diversas, igualmente desembocan en diversas afectaciones en la salud.

Para este punto es evidente que el microbioma intestinal tiene una importancia central en el desarrollo y fisiología del hospedador. Tal es el nivel de participación y su contribución en un estado de salud, que en la actualidad se comprende al microbioma intestinal como un órgano más del cuerpo, y como tal, este órgano puede ser intervenido o incluso puede llegar a ser trasplantado (Blottière & Doré, 2016).

Modificaciones en el microbioma ante el consumo de alcohol

Como se puede inferir de lo anterior, el microbioma se constituye como un bosque o una selva, con cientos o miles de especies interrelacionándose, colaborándose o compitiendo entre ellas, y paralelamente estableciendo una simbiosis con el hospedador. Este ecosistema dentro del colon, presenta múltiples equilibrios dinámicos, no obstante, como cualquier sistema ecológico puede verse alterado o afectado, alejando a las poblaciones de las especies de ese equilibrio dinámico saludable para el hospedador. Estas modificaciones pueden ser cuantitativas (cambios en las abundancias de una o más especies) o cualitativas, cuyo desenlace se conoce como disbiosis intestinal.

En casos de consumo crónico de alcohol se han registrado algunos tipos de disbiosis, que involucran principalmente diferencias en

la abundancia (sobrecrecimiento intestinal bacteriano –*intestinal bacterial overgrowth*) o en la riqueza de las especies (diferencias a nivel de proporciones entre las especies). En particular, los registros se han centrado en aquellos pacientes que presentan una condición precaria de salud, como es la cirrosis hepática (potencialmente por alcohol). En estos pacientes, las modificaciones en las poblaciones microbianas son amplias y bien marcadas, ejemplo de ello, es la asociación de la gravedad de la enfermedad con la aparición de sobrecrecimiento bacteriano (Morencos et al., 1995); o más recientemente los hallazgos de Bajaj *et al.* (J. S. Bajaj et al., 2014) reportando un fenómeno complementario donde la progresión de la enfermedad, se acompaña de una transformación del microbioma; generando lo que denominaron proporción de disbiosis por cirrosis hepática (CDR sigla del inglés “*cirrhosis dysbiosis ratio*”). Dicho CDR evidencia en pacientes con cirrosis la reducción de grupos bacterianos potencialmente benéficos como Lachnospiraceae, Ruminococcaceae y Clostridiales XIV, a su vez que otros potencialmente patogénicos se incrementan, como Staphylococcaeae, Enterobacteriaceae y Enterococcaceae, y como dicha variación se asocia con el estado de gravedad de la enfermedad. Es de resaltar que Bajaj *et al.* registraron un comportamiento particular al controlar su estudio en pacientes con cirrosis por alcohol, donde adicionalmente se hallaron mayores niveles de Enterobacteriaceae (con la reconocida *Eschericia coli*) (J. S. Bajaj et al., 2014).

Como es de esperarse se han implementado intervenciones sobre las poblaciones bacterianas, e interesantemente la administración del probiótico *Lactobacillus rhamnosus* GG a pacientes cirróticos desembocó en un incremento en las abundancias de los grupos Lachnospiraceae y Clostridiales XIV, paralelamente a una disminución en Enterobacteriaceae, así como en una reducción en la endotoxemia y las concentraciones del Factor de necrosis tumoral (TNF)(J. Bajaj et al., 2014).

De forma interesante se observa cómo las bacterias del microbioma presentan estados reversibles, ejemplo de ello es la recuperación de diversas poblaciones bacterianas que son revertidos ante la abstención en el consumo de alcohol (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y Ruminococcaceae), aunque algunas alteraciones no se revierten (e.g. *Faecalibacterium prausnitzii*) (Leclercq et al., 2014). De forma igualmente interesante, los cambios en el microbioma se vieron asociados con una disminución significativa de la

permeabilidad intestinal, así como menores valores en las escalas de depresión, ansiedad y el síndrome de abstinencia, luego tres de semanas de abstinencia (Leclercq et al., 2014).

En resumen, el consumo de alcohol lleva al incremento de ciertas especies, que pueden ser consideradas “malas” para la salud en paralelo a la reducción de las bacterias “buenas”; sin embargo, buenas prácticas (reducción del consumo de alcohol), así como el uso de agentes alteradores del microbioma (anti-, pre-, sin- o probióticos), pueden revertir las alteraciones microbianas.

¿ Qué implicaciones tiene la disbiosis en los individuos?

Hasta el momento se ha visto cómo el alcohol altera las poblaciones bacterianas, no obstante, el cómo estas modificaciones en el microbioma a su vez afectan la condición de salud de hospedador, no es tan evidente.

Un primer escenario potencial, sucede ante el incremento de la permeabilidad intestinal asociada al consumo de alcohol; donde el paso de bacterias (potencialmente patogénicas) o moléculas bacterianas (e.g. lipopolisacáridos-LPS o peptidoglicanos-PGN) a través del epitelio intestinal, desemboca en condiciones patológicas (Hartmann, Seebauer, & Schnabl, 2015).

A pesar de que los mecanismos por los cuales la permeabilidad intestinal se ve alterada no están completamente dilucidados, en un modelo *in vitro* se asoció a la molécula acetaldehído (común en el metabolismo del etanol) con el incremento en la permeabilidad paracelular (Rao, 1998). No obstante, esta no es la única forma en la que el alcohol puede incrementar la permeabilidad intestinal, ya que el consumo de alcohol se ha asociado con el incremento en la concentración de moléculas proinflamatorias que a su vez incrementan la permeabilidad en la barrera intestinal (Chen, Stärkel, Turner, Ho, & Schnabl, 2015).

De igual manera, la disbiosis asociada con el consumo de alcohol dispara una respuesta inflamatoria intestinal, la cual se ve atenuada al combatir el sobrecrecimiento bacteriano por medio de antibióticos lumbales, que a la par de reducir el sobrecrecimiento bacteriano, disminuye la inflamación y la permeabilidad intestinal (Chen et al., 2015).

Es también muy interesante el patrón descrito por Leclercq *et al.* donde la subpoblación de pacientes con incremento en la permeabilidad presentan una composición microbiana alterada, con disminución en las poblaciones de *Bifidobacterium* spp, Clostridiales XIV *Incertae sedis* y Ruminococcaceae en comparación con los pacientes con una baja permeabilidad intestinal y los controles (Leclercq *et al.*, 2014). Estos hallazgos permiten inferir la existencia de otros factores, diferentes a la disbiosis, que deben inducir y afectar el incremento de la permeabilidad intestinal, como pueden ser una predisposición genética del hospedador sobre la composición del microbioma intestinal, así como el metabolismo del propio hospedero (Goodrich *et al.*, 2014), que finalmente retroalimentan y agravan la condición del individuo. Muy recientemente, Wang *et al.* adicionaron un factor crítico para la discusión de la enfermedad hepática por alcohol, al demostrar (en un modelo murino) que el consumo de etanol deteriora la respuesta antimicrobiana del hospedador, lo que desemboca en el paso de bacterias a través del intestino hacia el hígado y con ello exacerban la progresión de la enfermedad hepática (Wang *et al.*, 2016).

Adicionalmente, el consumo de etanol también llega a alterar los procesos de fermentación bacteriana, donde ciertos productos benéficos para la salud, como son los ácidos grasos de cadena corta (del inglés “*short-chain fatty acids*” -SCFA) se ven disminuidos, excepto por el ácido acético el cual se incrementa (Xie *et al.*, 2013). En este sentido, la suplementación del SCFA butirato mejoró la función de la barrera intestinal en ratones, mejorando la respuesta a la exposición con etanol, aunque no tuvo ningún efecto en la reducción de las patologías hepáticas en exposiciones crónicas de alcohol (Cresci, Bush, & Nagy, 2014).

En conclusión...

Se nota cómo el alcohol altera las poblaciones bacterianas y a su vez afecta la salud del consumidor, y a pesar de que los mecanismos son variados y en muchos casos desconocidos, a partir de las evidencias de la literatura parecen redundar, agotando las capacidades de recuperación y resiliencia del metaorganismo hospedero-microbioma. Sin embargo, a medida que se ha explorado el problema, se ha visto cómo aquellos mecanismos o procesos afectados por el alcohol han permitido la creación de estrategias de tratamiento, por lo tanto, es necesario seguir explorando los mecanismos involucrados. De igual manera es

fundamental explorar los mecanismos generados por el metaorganismo que logran mantener las condiciones normales o saludables; por ejemplo, los metabolitos bacterianos con capacidad citoprotectora, o de inmunoregulación, así como las diferentes acciones que puedan llevar a un control de las poblaciones de bacterias potencialmente patógenas y finalmente la integridad de la permeabilidad intestinal.

BIBLIOGRAFÍA

- National Institute of Alcohol Abuse-Alcoholism (2004). NIAAA council approves definition of binge drinking. NIAAA newsletter, 3(3).
- Arumugam, M., Raes, J., Pelletier, E., Le Paslier, D., Yamada, T., Mende, D. R., . . . Bork, P. (2011). Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature*, 473(7346), 174-180. doi: 10.1038/nature09944
- Bajaj, J., Heuman, D., Hylemon, P., Sanyal, A., Puri, P., Sterling, R., . . . Gillevet, P. (2014). Randomised clinical trial: Lactobacillus GG modulates gut microbiome, metabolome and endotoxaemia in patients with cirrhosis. *Aliment Pharmacol Ther*, 39, 1113-1125.
- Bajaj, J. S., Heuman, D. M., Hylemon, P. B., Sanyal, A. J., White, M. B., Monteith, P., . . . Fisher, A. R. (2014). Altered profile of human gut microbiome is associated with cirrhosis and its complications. *Journal of hepatology*, 60(5), 940-947.
- Blottière, H. M., & Doré, J. (2016). The gut microbiota: an integrated interactive system. *The Human Microbiota and Chronic Disease: Dysbiosis as a Cause of Human Pathology*, 55.
- Cresci, G. A., Bush, K., & Nagy, L. E. (2014). Tributyrin Supplementation Protects Mice from Acute Ethanol-Induced Gut Injury. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 38(6), 1489-1501.
- Chen, P., Stärkel, P., Turner, J. R., Ho, S. B., & Schnabl, B. (2015). Dysbiosis-induced intestinal inflammation activates tumor necrosis factor receptor 1 and mediates alcoholic liver disease in mice. *Hepatology*, 61(3), 883-894.
- Farhadi, A., Banan, A., Fields, J., & Keshavarzian, A. (2003). Intestinal barrier: an interface between health and disease. *J Gastroenterol Hepatol*, 18(5), 479-497.
- Fasano, A. (2011). Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiological reviews*, 91(1), 151-175.
- Goodrich, J. K., Waters, J. L., Poole, A. C., Sutter, J. L., Koren, O., Blekhan, R., . . . Bell, J. T. (2014). Human genetics shape the gut microbiome. *Cell*, 159(4), 789-799.
- Hartmann, P., Seebauer, C. T., & Schnabl, B. (2015). Alcoholic liver disease: the gut microbiome and liver cross-talk. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 39(5), 763-775.
- Ivanov, A. I., Parkos, C. A., & Nusrat, A. (2010). Cytoskeletal regulation of epithelial barrier function during inflammation. *Am J Pathol*, 177(2), 512-524.
- Leclercq, S., Matamoros, S., Cani, P. D., Neyrinck, A. M., Jamar, F., Stärkel, P., . . . Verbeke, K. (2014). Intestinal permeability, gut-bacterial dysbiosis, and behavioral markers of alcohol-dependence severity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42), E4485-E4493.
- Madara, J. L. (1998). Regulation of the movement of solutes across tight junctions. *Annu Rev Physiol*, 60(1), 143-159.
- Morencos, F. C., De las Heras Castano, G., Ramos, L. M., Arias, M. J. L., Ledesma, F., & Romero, F. P. (1995). Small bowel bacterial overgrowth in patients with alcoholic cirrhosis. *Dig Dis Sci*, 40(6), 1252-1256.
- Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Burgdorf, K. S., Manichanh, C., . . . Wang, J. (2010). A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*, 464(7285), 59-65. doi: 10.1038/nature0882
- Rao, R. (1998). Acetaldehyde-Induced Increase in Paracellular Permeability in Caco-2 Cell Monolayer. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 22(8), 1724-1730.
- Rehm, J., Rehn, N., Room, R., Monteiro, M., Gmel, G., Jernigan, D., & Frick, U. (2003). The global distribution of average volume of alcohol consumption and patterns of drinking. *European addiction research*, 9(4), 147-156.
- Reynolds, K., Lewis, B., Nolen, J. D. L., Kinney, G. L., Sathya, B., & He, J. (2003). Alcohol consumption and risk of stroke: a meta-analysis. *Jama*, 289(5), 579-588.
- Rehm, J., Rehn, N., Room, R., Monteiro, M., Gmel, G., Jernigan, D., & Frick, U. (2003). The global distribution of average volume of alcohol consumption and patterns of drinking. *European addiction research*, 9(4), 147-156.
- Reynolds, K., Lewis, B., Nolen, J. D. L., Kinney, G. L., Sathya, B., & He, J. (2003). Alcohol consumption and risk of stroke: a meta-analysis. *Jama*, 289(5), 579-588.
- Savage, D. C. (1977). Microbial ecology of the gastrointestinal tract. *Annu Rev Microbiol*, 31, 107-133. doi: 10.1146/annurev.mi.31.100177000543
- US Department of Health Human Services (2007). *Dietary Guidelines for Americans, 2005*. US Department of Agriculture (2005), Washington, DC: US Government Printing Office.
- Turnbaugh, P. J., Ley, R. E., Mahowald, M. A., Magrini, V., Mardis, E. R., & Gordon, J. I. (2006). An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*, 444(7122), 1027-1131.
- Wang, L., Fouts, D. E., Stärkel, P., Hartmann, P., Chen, P., Llorente, C., . . . Brenner, D. A. (2016). Intestinal REG3 Lectins Protect against Alcoholic Steatohepatitis by Reducing Mucosa-Associated Microbiota and Preventing Bacterial Translocation. *Cell host & microbe*, 19(2), 227-239.
- Wilson, M. (2016). The human microbiota: an historical perspective. *The Human Microbiota and Chronic Disease: Dysbiosis as a Cause of Human Pathology*, 1.
- Xie, G., Zheng, X., Li, Q., Qiu, Y., Li, H., . . . Jia, W. (2013). Chronic ethanol consumption alters mammalian gastrointestinal content metabolites. *Journal of proteome research*, 12(7), 3297-3306.

LA FÍSICA TEÓRICA SE TOMA A UNITRÓPICO

Por: José Alfredo Camargo Martínez / Físico M.Sc. Ph.D. / Coordinador de Fomento a la Investigación / Director grupo de investigación CIBAIN

*Rafael Baquero Parra / Físico M.Sc. Ph.D. / Investigador SNI III
Departamento de Física - CINVESTAV*

Las investigaciones desarrolladas en física teórica y experimental solo buscan, en la mayoría de los casos, la comprensión de las leyes fundamentales de la naturaleza. A primera vista estas actividades no proyectan beneficios económicos o sociales inmediatos, y llegan a ser interpretadas como procesos académicos sin mucho impacto, que únicamente generan la publicación de artículos en revistas científicas, que nunca son del conocimiento de la comunidad en general. Esta percepción está muy alejada de la realidad; todos los avances tecnológicos desarrollados se deben a la aplicación de resultados de las investigaciones en las ciencias básicas en general. Los físicos Bardeen, Brattain y Shockley crearon en 1947 el primer transistor, usando materiales semiconductores conocidos y comprendidos en ese entonces (investigaciones previas). Gracias a este simple dispositivo todos los avances tecnológicos de nuestra era, desde las supercomputadoras hasta los smartphones, fueron posibles. Por otro lado, el sistema GPS funciona con tanta precisión gracias a la teoría de la relatividad, la cual publicó Albert Einstein en 1905, sin buscar una aplicación práctica, solamente tratando de explicar los efectos gravitacionales como la deformación del espacio-tiempo. Dos simples ejemplos de todos los posibles.

En Unitrópico, el grupo de Investigación en Ciencias Básicas, Aplicación e Innovación - CIBAIN, en su línea de investigación en *Física del Estado sólido y cálculos ab-initio* con el apoyo del Grupo de Investigación de Estado Sólido del Departamento de Física del CINVESTAV-México, dirigido por el Dr. Rafael Baquero Parra, vienen desarrollando en conjunto actividades de investigación en el estudio de propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas en superficies, interfaces y heteroestructuras. De esta cooperación académica se han logrado publicaciones científicas en revistas indexadas.

Las investigaciones del grupo del Dr. Baquero están enfocadas principalmente en el estudio de la superconductividad, la cual se define en términos generales, como la pérdida total de la resistividad eléctrica de un material, por debajo su temperatura crítica, T_c (Baquero y Navarro, 2007). La existencia de la resistencia eléctrica genera pérdidas de energía y causa, por ejemplo, que en los dispositivos eléctricos y electrónicos se generen aumentos no deseados en la temperatura, lo que conlleva a fallas o daños en los mismos, por lo cual es necesario usar disipadores de calor, que generalmente ocupan espacios importantes en los equipos. La superconductividad a temperatura ambiente, sobre la cual actualmente se desarrollan un gran número de investigaciones, es potencialmente la semilla de la próxima revolución tecnológica; aplicaciones sorprendentes como supercomputadoras (computador cuántico), trenes de levitación magnética como los que actualmente existen en China y Japón que se desplazan a 500 Km/h, sistemas para la detección de campos magnéticos débiles con aplicaciones en medicina y astronomía, producción de campos magnéticos enormes para usos científicos y médicos, entre otros.

Un problema que llama la atención en el campo de la superconductividad es el comportamiento reentrante superconductor, el cual se entiende como la pérdida del estado superconductor de una muestra a temperaturas por debajo de su temperatura crítica, es decir pérdida de la superconductividad cuando esta debería existir (Gschneidner, Bünzli & Pecharsky, 2000; Siderenko et al., 2009; Garifullin et al., 2002). En la mayoría de los sistemas en los que se presenta este fenómeno se da una explicación vía comportamiento magnético, es decir, las propiedades magnéticas del material son las que destruyen el estado superconductor, bajo unas condiciones físicas específicas. Se cree entonces que la superconductividad y magnetismo no se llevan

muy bien (Müller et al., 1997; Crespo et al., 2009; Miclea et al., 2009). Resulta entonces muy interesante la existencia del comportamiento reentrante en sistemas que no revelan un carácter magnético, tal como se ha reportado en muestras cristalinas Bi2212/Bi2223 (Zhao et al., 1995) y el compuesto CdS/Bi2223 (Díaz-Valdés et al., 2010). Entendamos un compuesto como un material compuesto por dos o más materiales para obtener propiedades no existentes en sus componentes.

Veamos, el compuesto CdS/Bi2223 se conforma por la cerámica de $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ (Bi2223) embebida en micropartículas semiconductoras de Sulfuro de Cadmio (CdS). Experimentalmente se ha observado que la cerámica de Bi2223 sola, es superconductor a $T_c \simeq 99$ K (onset) y mantiene su estado superconductor por debajo de esta temperatura, mientras que el compuesto pasa al estado superconductor a una $T_c \simeq 65$ K (onset) y revela el comportamiento reentrante a $T \simeq 47$ K, retomando el comportamiento superconductor a $T \simeq 34$ K (ver Fig. 1) (Díaz-Valdés et al., 2010). Estas temperaturas son muy bajas, 99 K es equivalente a $-174,15$ °C, pero en superconductividad a temperaturas mayores a 77 K se les denomina altas temperaturas. Este compuesto no contiene átomos con propiedades magnéticas manifiestas. En cálculos preliminares no hemos encontrado evidencia de la presencia de un momento magnético significativo en sitio alguno de la estructura. La propuesta de un mecanismo, que no se base en una explicación vía magnetismo, para describir el comportamiento reentrante en este compuesto no existe en la literatura.

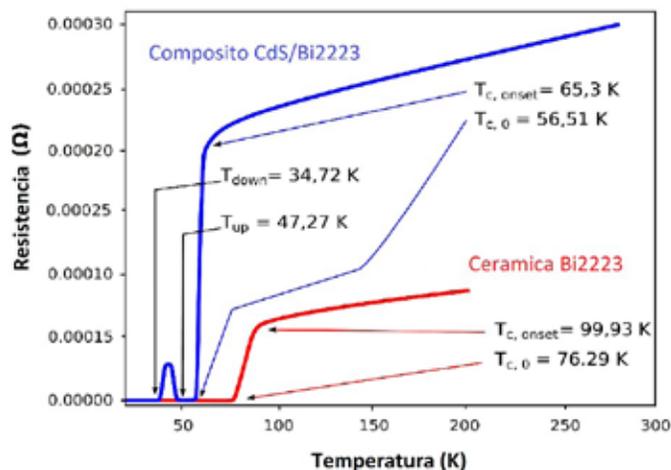


Figura 1. Esquema del comportamiento reentrante superconductor del compuesto CdS/Bi2223.

Nosotros proponemos un modelo, que pretende dar un acercamiento a la comprensión del comportamiento reentrante observado en el compuesto CdS/Bi2223. La cerámica Bi2223 sola es una muestra policristalina, en la cual la superconductividad aparece a través de tunelamiento Josephson¹ de un micro-policristal con otro, generando un camino de cero resistividad que convierte al policristal en un superconductor. Por esta razón la cerámica Bi2223 tiene una temperatura crítica superconductor muy similar a la de una muestra cristalina de Bi2223 ($T_c \simeq 110$ K). Dentro del compuesto se conforman interfaces cristalinas entre los micro-cristales de CdS y Bi2223. Una hipótesis de este tipo en una situación similar fue propuesta por Zhao et al. (1995). El compuesto muestra una temperatura crítica mucho menor, esto puede ser un efecto del semiconductor que actúa como una barrera a los pares de Cooper² (los cuales juegan un papel fundamental en la superconductividad), en este punto la muestra puede entenderse como un arreglo superconductor/semiconductor/superconductor, es decir interfaces de CdS/Bi2223 (ver Fig.2).

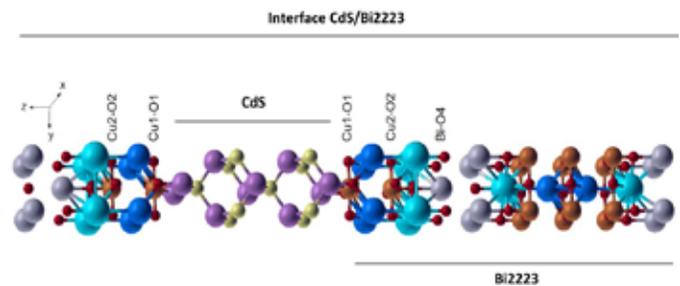


Figura 2. Modelo de interfaz Cds/Bi2223.

La brecha de energía prohibida del semiconductor (CdS) aumenta su valor a medida que la temperatura disminuye (Adachi, 2004). Entonces a una cierta temperatura, el semiconductor inhibe el tunelamiento de los pares de Cooper, en consecuencia el estado superconductor desaparece (comportamiento reentrante). En cálculos preliminares ($T = 0$ K) en la interfaz CdS/Bi2223 hemos encontrado que el primer plano atómico del semiconductor, en la interfaz, presenta un débil carácter metálico, carácter que puede aumentar (mayor densidad de estados) con el incremento de la temperatura. Así el efecto de proximidad y el efecto de barrera del CdS compiten en un rango de temperaturas.

¹ El tunelamiento Josephson es un efecto cuántico en el cual los electrones penetran y traspasan una barrera de energía (potencial), fluyendo de un superconductor a otro (Prieto & Lopera, 2001).

² Un par de Cooper está constituido por dos electrones que se «atraen» por efectos de la polarización de la red de iones en un cristal (Baquero, 2014).

El efecto de proximidad en la interface CdS/Bi2223 puede poblar la banda de conducción del semiconductor, anulando el efecto de barrera del CdS y el estado superconductor reaparece.

Así, el modelo propone que la brecha de energía prohibida del semiconductor (a cierta temperatura) inhibe el efecto del tunelamiento Josephson, mientras que el efecto de proximidad llena la banda de conducción del semiconductor y restaura el camino de resistividad-cero. Para que esto ocurra, el efecto de proximidad debería ser más eficaz a temperaturas más bajas.

Esta investigación se propone en un enfoque teórico, es decir cálculos de primeros principios, usando como herramientas la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), la cual es uno de métodos más eficientes para el cálculo de la estructura electrónica de bandas en sólidos, y el método *Surface (Interface) Green Function Matching* (SFGM) con funciones de Green a temperatura finita.

Si estás interesado en saber algo más sobre este interesante tema de la superconductividad, te invitamos a leer el libro del Dr. Baquero; *El fascinante mundo del estado sólido: La superconductividad*, publicado por el Fondo Editorial Unitrópico (Baquero, 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Adachi, S. (Ed.). (2004). *Handbook on Physical Properties of Semiconductors, Vol. II*. New York, United State of America: Kluwer Academic Publishers.
- Baquero, R. (2015). *El Fascinante Mundo Del Estado Sólido: La Superconductividad*. Yopal, Colombia: Fondo Editorial Unitrópico.
- Baquero, R. y Navarro, O. (2007). *Ideas Fundamentales de la Superconductividad*. México, Morelia: UNAM.
- Crespo, V., Rodrigo, J. G., Suderow, H., Vieira, S., Hinks, D. G., and Schuller, I. K. (2009). Evolution of the Local Superconducting Density of States in ErRh4B4 close to the ferromagnetic Transition, *Phys. Rev. Lett.*, 102, 237002.
- Díaz-Valdés, E., Contreras-Puente, G. S., Campos-Rivera, N., Falcony-Guajardo, C. and Baquero, R. (2010). Processing and study of the composite CdS/Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O, arXiv: 1101.0277 [cond-mat.supr-con].
- Garifullin I. A., Tikhonov D. A., Garif'yanov N. N., Lazar L., Goryunov Y. V., Khlebnikov S. Y., Tagirov L. R., Westerholt K., and Zabel H. (2002). Re-entrant superconductivity in the superconductor/ferromagnet V/Fe layered system, *Phys. Rev. B*, 66, 020505.
- Gschneidner, K. A., Bünzli, U. J. C. G. y Pecharsky, V.K. (Eds.). (2000). *Handbook on the physics and chemistry of rare earths* Vol. 38. Amsterdam, North Holland: Elsevier.
- Miclea, C. F., Nicklas, M., Jeevan, H. S., Kasinathan, D., Hossain, Z., Rosner, H., Gegenwart, P., Geibel, C. and Steglich, F. (2009). Evidence for a reentrant superconducting state in EuFe2As2 under pressure, *Phys. Rev. B*, 79, 212509.
- Müller, K.H., Kreyssig, A., Handstein, A., Fuchs, G., Ritter, C. and Loewenhaupt, M. (1997). Magnetic structure and superconductivity in (HoxY1-x)Ni2B2C, *J. Appl. Phys.*, 81, 4240.
- Prieto, P. y Lopera, W. (2001). Junturas Josephson basadas en superconductores de alta temperatura. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 25(96), 381-394.
- Sidorenko, A. S., Zdravkov, V., Kehrle, J., Morari, R., Obermeier, G., Gsell, S., Schreck, M., Müller, C., Ryazanov, V., Horn S. (2009). Double re-entrance of superconductivity in superconductor/ferromagnet bilayer. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 150, 052242.
- Zhao, Y., Gu G. D., Russell, G. J., Nakamura, N., Tajima, S., Wen, J. G., Uehara, K., and Koshizuka, N. (1995). Normal-state reentrant behavior in superconducting Bi₂Sr₂CaCu₂O₈ / Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ intergrowth single crystals, *Phys. Rev. B*, 51, 3134.

PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS PROVENIENTES DE LAS PLANTAS

Por: Lady Johana Correa Higuera – Departamento de Biotecnología – Centro de Desarrollo de Productos Bióticos CEPROBI-IPN – ladycorrea@unitropico.edu.co
Ana Carmela Ramos Valdivia – Departamento de Biotecnología y Bioingeniería – Centro de Investigación y de Estudios Avanzados CINVESTAV-IPN - aramos@cinvestav.mx

Las especies vegetales que en la actualidad conocemos, han sido las vencedoras de millones de años de evolución, su adaptabilidad y supervivencia se deben al organizado metabolismo celular que las distingue, el cual se compone de continuas reacciones químicas que ocurren en perfecta sincronía en cada uno de sus organelos.

Las plantas son capaces de transformar la luz solar en energía química, gracias al proceso de fotosíntesis, en este, los fotones que componen la luz rompen las moléculas de agua presentes en las membranas de la célula vegetal liberando protones, electrones y activando la producción de ATP y NADPH₂, que son formas de almacenamiento de energía. Al mismo tiempo usan el dióxido de carbono presente en la atmósfera para generar los carbohidratos como principales componentes de su arquitectura y liberan al ambiente el oxígeno que nos mantiene con vida.

Una de las características más sorprendentes de las plantas es su capacidad para producir compuestos químicos resultado de la interacción de procesos específicos al interior de la célula y que ocurren en respuesta a diferentes eventos en su entorno. Estos compuestos metabólicos de las plantas con elevada actividad biológica son de gran utilidad para el hombre. Podemos responder algunas preguntas y con ellas entender un poco mejor este mecanismo.

1. ¿CÓMO SE ACTIVAN LAS DEFENSAS EN LAS PLANTAS?

Dentro de un ecosistema las plantas podrían estar en desventaja frente a los animales, debido a su imposibilidad para moverse cuando se presenta una situación de riesgo, sin embargo, han desarrollado sistemas de defensa que

les permiten adaptarse a los cambios en su entorno tales como sequía, salinidad, pH del suelo, radiación, aireación; así como combatir el ataque de insectos, virus, hongos o bacterias.

Cuando la célula vegetal percibe alguno de estos eventos, se rompe el equilibrio natural u homeostasis y en consecuencia se generan unas moléculas conocidas como Especies Reactivas de Oxígeno (EROs), las cuales son responsables del deterioro de las principales biomoléculas (proteínas, lípidos y ácidos nucleicos), esta situación se conoce como **estrés oxidativo** (Demidchik, 2015). En estas condiciones se requiere de la activación de defensas antioxidantes adicionales. El peróxido de hidrógeno se produce así, en respuesta a una variedad de estímulos y media en la conversación cruzada entre diferentes moléculas de señalización de defensa sistémica y de aclimatación tales como los jasmonatos (JA) y salicilatos. El control de los niveles de oxidantes entonces se logra mediante la inducción de mecanismos antioxidantes de defensa que se componen de metabolitos como el ascorbato, el glutatión, el tocoferol, diversos metabolitos secundarios y los limpiadores enzimáticos de ROS como la superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y las peroxidasas (POX).

2. ¿QUÉ FACTORES INDUCEN LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS POR LAS PLANTAS?

Bajo condiciones de estrés se desencadenan una serie de señales que activan los genes encargados de la defensa, estos genes pueden dirigir la síntesis de proteínas relacionadas con actividad enzimática antioxidante para controlar la producción de EROs o pueden también activar la síntesis de compuestos

antioxidantes o de defensa contra patógenos, estas sustancias se conocen como **metabolitos secundarios**, los cuales no se consideran esenciales para la vida, pero desempeñan un papel muy importante en la interacción de la planta con su entorno, tanto en funciones de defensa frente a patógenos, como frente a factores ambientales adversos, en la figura 1 se esquematiza esta relación.

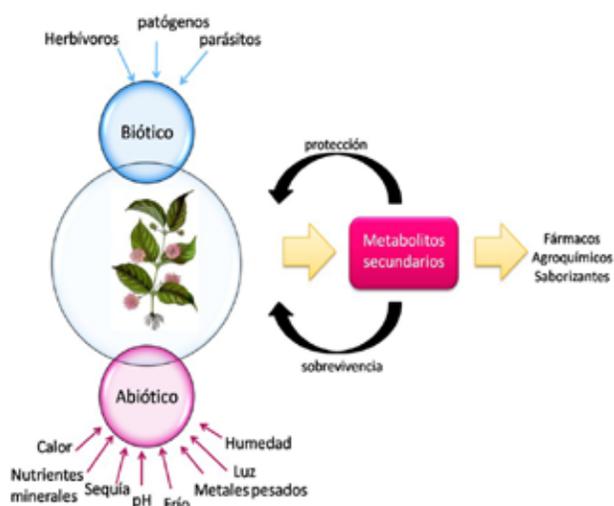


Figura 1. Factores de estrés que inducen la producción de metabolitos secundarios.

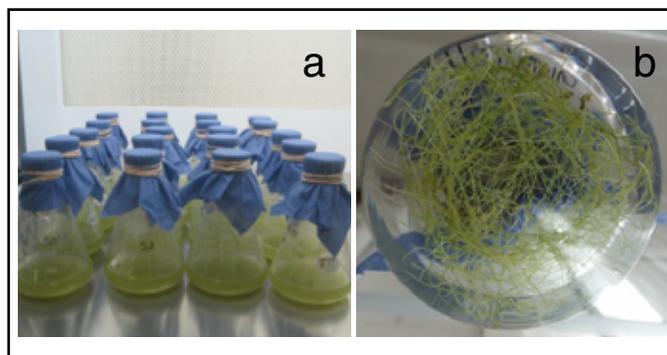
Durante la evolución en la mayoría de los linajes taxonómicos de las plantas, la formación de metabolitos secundarios ha ocurrido en respuesta a necesidades concretas; así, los aromas volátiles florales y pigmentos se han desarrollado para mejorar la fertilización ya que sirven para atraer a los insectos polinizadores. Los compuestos químicos tóxicos han permitido proteger las especies contra patógenos y herbívoros, o para suprimir el crecimiento desbordado de las plantas vecinas, otros han evolucionado para regular la expresión génica a nivel celular y servir como señales de alarma. Además, los compuestos encontrados en las frutas que les dan color, aroma y sabor, evitan su deterioro y actúan como señales de ayuda para dispersar sus semillas. Esta variedad de exigencias ha llevado a que las plantas acumulen una inmensa diversidad de metabolitos secundarios con diferente actividad biológica conociéndose más de ochenta mil (Verporte, 2000). Muchos de ellos son compuestos libres de nitrógeno (terpenos, policétidos, compuestos fenólicos, saponinas y poliacetilenos) mientras que otros son compuestos nitrogenados (alcaloides, aminas, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos).

Cabe destacar, que los metabolitos secundarios de las plantas han sido utilizados y comercializados como fármacos, fragancias, agroquímicos, insecticidas o saborizantes; pero solo menos del 10% de ellos han sido estudiados en su actividad biológica, por lo que las expectativas como fuente de desarrollo biotecnológico son amplias.

3. ¿POR QUÉ PODEMOS CULTIVAR PLANTAS IN-VITRO?

Otra característica impresionante de las plantas es que sus células son **totipotenciales**, esto quiere decir, que pueden dar origen a cualquier tejido o hasta a una planta completa. Es así que utilizando técnicas de micropropagación podemos obtener plantas genéticamente idénticas, llamadas clones, a partir de un trozo de una planta madre al que se le conoce como explante.

La totipotencialidad permite cultivar células o tejidos específicos, como raíces y regenerar a partir de ellos plantas completas, esta propagación se conoce como cultivo *in vitro* y se realiza en condiciones controladas de asepsia, donde cada sistema requiere de un medio de cultivo adecuado en nutrientes (sales, minerales, vitaminas, azúcares) y reguladores de crecimiento (hormonas). De igual manera se deben establecer los parámetros ambientales adecuados tales como intensidad de luz, temperatura y agitación o aireación. Estas condiciones son específicas para cada especie y tipo de tejido que se quiere propagar, ya sea que se formen callos cultivados en medios sólidos, células en suspensión en medio líquidos, embriones o se cultiven directamente raíces. Los cultivos en matraz se pueden llevar a tamaños mayores utilizando biorreactores, los cuales permiten manejar volúmenes altos de producción de biomasa y con esto mayor producción de metabolitos secundarios. En la figura 2 se observan los diferentes sistemas de cultivo *in vitro*, para *Uncaria tomentosa*.



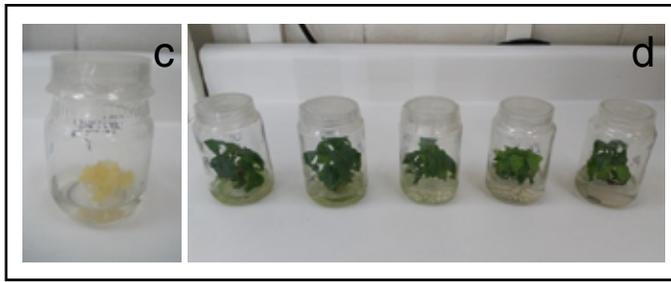


Figura 2. Sistemas de cultivo *in vitro* para *Uncaria tomentosa*.
a. Células en suspensión, b. Raíces, c. Callos, d. Plántulas regeneradas.

El cultivo masivo de células y tejidos vegetales, se ha propuesto como una alternativa biotecnológica para la producción de metabolitos secundarios de interés, ya que en dichos cultivos el uso de inductores o “elicitadores” del estrés biótico o abiótico pueden activar los sistemas de respuesta metabólica y así incrementar su producción (Zhao et al., 2005). Los cultivos de plántulas micropropagadas y de raíces *in vitro* son una excelente opción para la producción de compuestos de interés comercial, debido a que por su grado de especialización y organización celular pueden acumular, en un menor tiempo y sin presencia de reguladores de crecimiento, cantidades comparables a las de las plantas.

4. ¿SE PUEDE INDUCIR LA PRODUCCIÓN DE ALCALOIDES OXINDOL TERPÉNICOS BAJO ESTRÉS?

Seguramente en algunas ocasiones hemos escuchado nombrar algunos compuestos como por ejemplo los analgésicos morfina y codeína, los estimulantes cafeína y nicotina, así como medicamentos anticancerígenos vincristina y camptotecina, estas sustancias son de gran importancia para el hombre y pertenecen a la familia de los alcaloides, los cuales son metabolitos secundarios nitrogenados complejos, con actividad biológica que se encuentran de forma exclusiva en algunas familias de plantas donde actúan como fitoalexinas, en la defensa frente a los ataques de herbívoros y microorganismos patógenos y que han sido utilizados por el hombre por sus características medicinales o tóxicas. Su nombre hace referencia a que son sustancias alcalinas que a pH intracelulares como de 7 a 5, según sea el citosol o la vacuola, el átomo de nitrógeno se encuentra protonizado y generalmente cargado positivamente en forma de sales solubles.

Una de las especies con gran interés en la producción de alcaloides es la conocida “Uña de gato” (*Uncaria tomentosa*), planta originaria de la amazonia peruana y perteneciente a la familia de las Rubiáceas en el género *Uncaria*. Específicamente *U. tomentosa* produce alcaloides oxindol monoterpénicos AOM, tales como la pteropodina, mitrafilina, rincofilina y sus estereoisómeros (Figura 3), estos compuestos presentan una importante actividad farmacológica a nivel inmunoestimulante, antileucémico, antitumoral y antioxidante (Heitzman, 2005). La obtención de AOM se ha realizado por mucho tiempo a partir de la corteza de plantas de 8 a 10 años de edad, las cuales se encuentran en su ambiente natural distribuidas a razón de 5 individuos por hectárea, esto ha llevado a controlar la manera de recolección para evitar la disminución de su población por sobreexplotación comercial.

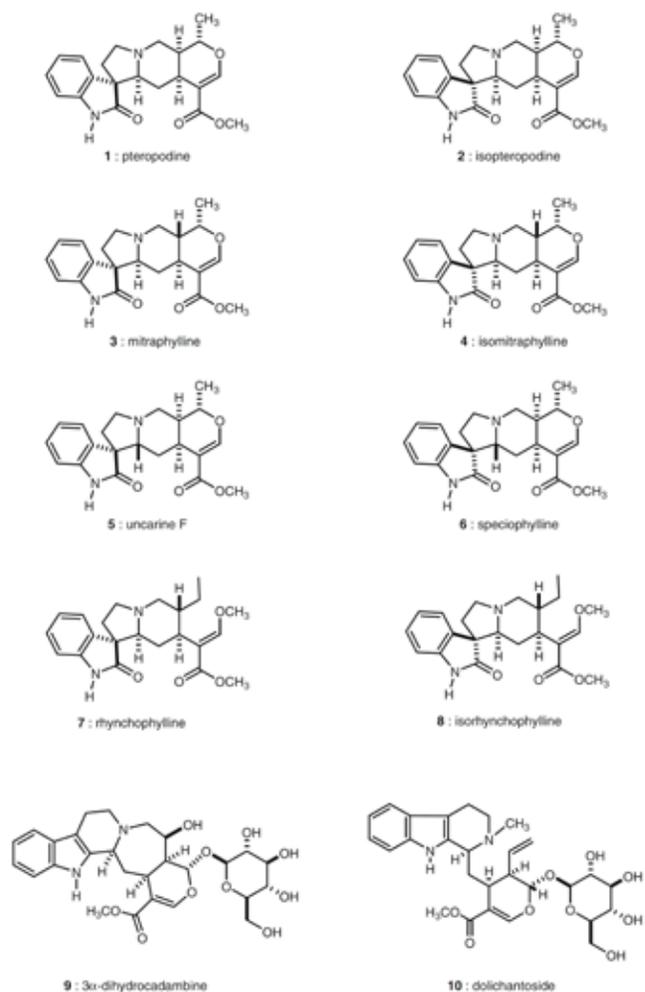


Figura 3. Alcaloides indolterpénicos presentes en *U. tomentosa*.

Debido al limitado número de especies que producen este tipo de alcaloides, el grupo de investigación en Biotecnología Vegetal del Cinvestav-México, liderado por la Doctora Ana Carmela Ramos Valdivia, ha venido estudiando los factores que estimulan la biosíntesis de AOM, sus interacciones y los mecanismos de señalización y regulación en *Uncaria tomentosa*. Para esto se han establecido sistemas de cultivo *in vitro* de células, raíces, callos y micro plantas.

De acuerdo a Luna Palencia y colaboradores (2013), los AOM tetracíclicos conducen a la formación de AOM pentacíclicos durante el desarrollo de la planta, estos compuestos se encuentran en las hojas, raíz y medio de cultivo lo que confirma su movilidad, mientras que los alcaloides glucosilados; Dolicantosido y 3- α -Dihidrocadambia se ubican específicamente en la raíz, en este trabajo se comprobó que la producción de estos compuestos en plántulas micropropagadas de *U. tomentosa*, fue mayor que en plantas cultivadas en condiciones de invernadero.

Las investigaciones realizadas con los cultivo *in vitro* de células, raíces y micro plántulas de *U. tomentosa*, han permitido establecer que bajo condiciones de estrés oxidativo (disponibilidad de oxígeno, estrés hidrodinámico en los cultivos en biorreactores, concentración de nutrientes y uso de elicitors) la síntesis de alcaloides oxindol monoterpénicos y de compuestos fenólicos totales se vio incrementada (Trejo-Tapia et al. 2007; Vera-Reyes et al 2013), al mismo tiempo que aumenta la actividad enzimática antioxidante SOD, POX, CAT y glutatión reductasa.

Así mismo se ha reportado que los cultivos de plántulas micropropagadas de *U. tomentosa* tratadas con ácido salicílico presentaron un notable aumento en el contenido de alcaloides oxindolterpénicos, así como de compuestos fenólicos (Sánchez-Rojo et al., 2015). De igual manera se ha podido comprobar que la producción de estos compuestos en cultivo de células y raíces utilizando como elicitors al peróxido de hidrógeno, ácido jasmónico, butionina sulfoxamina (BSO), permite el incremento en la biosíntesis tanto de AOM pentacíclicos como de AOM tetracíclicos. Este proceso sucede de manera simultánea al aumento en la actividad enzimática antioxidante conformado por SOD, CAT y POX (Huerta-Heredia et al., 2009; Vera-Reyes et al., 2013). La determinación del perfil proteómico de cultivos vegetales de esta especie demuestra la presencia de las enzimas Estrictosidina Sintasa

(STR) y Estrictosina β - Glucosidasa (SGD), las cuales están implicadas directamente en la biosíntesis de alcaloides oxindólicos (Vera-Reyes et al., 2013, 2015). El cultivo de células en biorreactores y raíces en condiciones aeróbicas, puede aumentar la síntesis de alcaloides indol monoterpénicos (Trejo-Tapia et al., 2007; Huerta-Heredia et al., 2009).

Hemos revisado una parte del universo que constituye la dinámica de las plantas en interacción con su entorno y la importancia de la producción compuestos químicos (metabolitos secundarios) de interés para el hombre, como respuesta específica a estas relaciones con el ambiente. Es así que el cultivo *in vitro* de células, raíces y plántulas de *Uncaria tomentosa* y la aplicación de estrategias biotecnológicas como elicitación y estrés oxidativo, permiten utilizar los mecanismos naturales de la célula vegetal para la inducción de la biosíntesis de alcaloides indol monoterpénicos, los cuales son de gran interés debido a sus propiedades farmacológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Demidchik, V. (2015). Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology. *Environmental and Experimental Botany*, 109, 212 - 228.
- Heitzman, M.E., Neto, C.C., Winiarz, E., Vaisberg, A.J., Hammond, G.B. (2005). Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Uncaria* (Rubiaceae). *Phytochemistry* 66: 5-29.
- Huerta-Heredia, A., Marín-López, R., Ponce-Noyola, T., Cerda-García, R., Trejo-Tapia, G., Ramos-Valdivia, A. (2009). Oxidative stress induces alkaloid production in *Uncaria tomentosa* root and cell cultures in bioreactors. *Engineering in Life Sciences*, 3, 211 - 221.
- Luna-Palencia, G., Huerta-Heredia, A., Cerda-García Rojas, C.M., Ramos-Valdivia, A.C. (2013). Differential alkaloid profile in *Uncaria tomentosa* micropropagated plantlets and root cultures. *Biotechnology Letters*, 35, 791 - 797.
- Sánchez Rojo, S., Cerda García Rojas, C. M., Esparza García, F., Plasencia, J., Poggi Valardo, H. M., Ponce Noyola, T., y Ramos Valdivia, A. C. (2015). Long-term response on growth, antioxidant enzymes, and secondary metabolites in salicylic acid pre-treated *Uncaria tomentosa* microplants. *Biotechnology Letters*, 37, 2489-2496.
- Trejo-Tapia, G., Sepúlveda-Jiménez, G., Trejo-Espino, J. L., Cerda-García, C. M., De la Torre, M., Rodríguez-Monroy, M., Ramos Valdivia, A.C. (2007). Hydrodynamic stress induces monoterpene oxindole alkaloid accumulation by *Uncaria tomentosa* (Willd) D. C. cell suspension cultures via oxidative burst. *Biotechnology and Bioengineering*, 98, 230 -238.
- Vera-Reyes, I., Huerta-Heredia, A., Ponce-Noyola, T., Flores-Sánchez, I., Esparza-García, F., Ramos Valdivia, A.C. (2013). Strictosidine-related enzymes involved in the alkaloid biosynthesis of *Uncaria tomentosa* root cultures grown under oxidative stress. *Biotechnology Progress*, 29, 621-630.
- Vera-Reyes, I., Huerta-Heredia, A. A., Ponce-Noyola, T., Cerda-García, C. M., Trejo-Tapia, G., Ramos Valdivia, A. C. (2015). Monoterpene indole alkaloids and phenols are required antioxidants in glutathione depleted *Uncaria tomentosa* root cultures. *Frontiers in Environmental Science*, 3, DOI: 10.3389/fenvs.2015.00027.
- Verpoorte, R. (2000). Plant secondary metabolism. In *Metabolic engineering of plant secondary metabolism*, Verpoorte, R. and Alfermann, A. Eds. Kluwer Academic Pub., Holanda pp1-29.
- Zhao, J., Davis, L.C., Verpoorte R. (2005). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 23: 283-333.

¿POR QUÉ SE DICE QUE **ENSEÑAR Y APRENDER MATEMÁTICAS** ES DIFÍCIL ?

Por: Francisco Cordero, Diana Medina, Johanna Mendoza, Cristina Mota, Claudio Opazo, Irene Pérez, Rosario Pérez y Julio Yerbes

*Departamento de Matemática Educativa - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México
fcordero@cinvestav.mx, diana.medina@cinvestav.mx, ejmendoza@cinvestav.mx, cristina.mota@cinvestav.mx, copazo@cinvestav.mx, iperezo@cinvestav.mx, rperezl@cinvestav.mx, jjyerbes@cinvestav.mx.*

Enseñar y aprender matemáticas es difícil en Chile, en Colombia y en México; pero también en el mundo, no importa el continente ni su condición social, económica y política. Su dimensión es tan grande que se ha convertido en un problema educativo primordial de las naciones. Comunidades enteras se han organizado para crear profesiones y prácticas que puedan dar respuestas cabales a las dificultades de enseñar y aprender matemáticas. Actualmente se ha logrado entender que la gente usa y genera usos del conocimiento acorde con lo que siente y vive. Una de las dificultades de la educación de la matemática es que, en general, a la matemática escolar se le ha sacado del entorno de la gente, por ende la docencia de la matemática es excluida de la misma. Habrá entonces que rescatar el entorno e incluir al docente. La matemática escolar se transformaría según los usos del conocimiento de la gente y aminoraría las dificultades de su enseñanza y aprendizaje.

LA MATEMÁTICA DE LA GENTE Y LA EDUCACIÓN

Quizá en la expresión “la matemática de la gente y la educación” está el verdadero problema de la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Esto no es difícil creerlo porque hasta ahora los modelos educativos se han empeñado en no considerar el conocimiento matemático propio de la niñez, de la adolescencia, así como el de la juventud universitaria. Por ejemplo, cualquier persona habla y escribe según sus formas de vida, según su región donde viven y según su sentir, pero también, en ese mismo sentido, usan su conocimiento matemático; este hecho es verdadero pero infortunadamente no es el marco de referencia para la educación matemática. Vamos a decir, las personas tienen una manera de vivir con su conocimiento matemático pero la matemática de la escuela se vale de reproducciones, en general malas copias, de las maneras de vivir de la matemática y de la ciencia, sin considerar

que hay personas o, en términos genéricos, hay educandos que no necesariamente quieren ser matemáticos o científicos. La educación no ha logrado normar las relaciones entre la matemática de los educandos (la gente) y la matemática disciplinar (la académica). El problema es entonces ¿cómo lograr que lo matemático y lo científico sea parte esencial de las vidas de los educandos?

Vamos a citar una metáfora para ganar precisión sobre nuestra aseveración en el párrafo anterior (Cordero, 2015): inventemos un lugar de la India, un elefante y unos niños invidentes (figura 1). Ellos tocan con sus manos al elefante para conocerlo, por diferentes partes de su cuerpo. Son niños que viven en aldeas rústicas, su habilidad consiste de abanicos, flechas, reptiles, muros de sus chozas, troncos de árboles, etc. Todos esos elementos de su habitación expresan su cotidiano, los tienen incorporados a su vida.

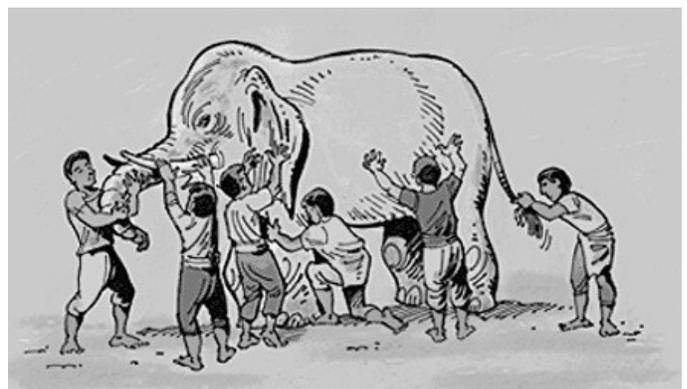


Figura 1. El elefante y los niños invidentes¹.

Con esos elementos conforman sus rutinas, viven y construyen conocimiento en el contexto de su realidad. Con su tacto sienten al elefante y lo interpretan (figura 2).

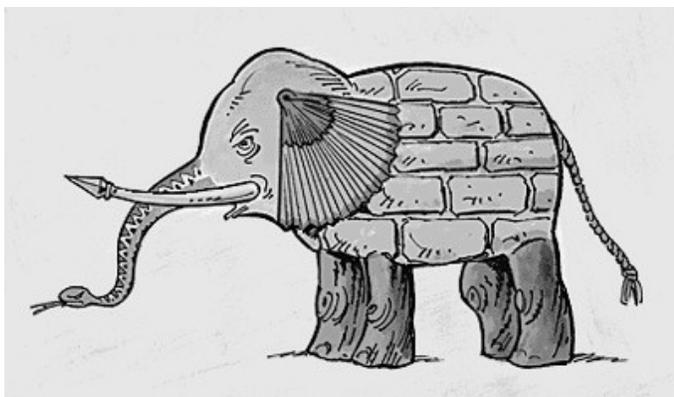


Figura 2. El elefante de los niños aldeanos.

En la medida que sus costumbres vayan evolucionando, seguramente interpretarán otro elefante.

En el mismo sentido de la metáfora si hablamos de cierto conocimiento X , pudiera ser que no vemos la X a priori sin embargo la interpretamos con ideas, con cosas que uno hace a la luz de la cultura, de las formas de conocer y de vivir. Por ejemplo las gráficas de las funciones es un conocimiento matemático, son expresiones que sistematizaron ciertos humanos, tienen su historia y se han desarrollado, han sido interpretadas permanentemente. Hoy en los cursos de matemáticas se habla de gráficas cartesianas sin entender su historia y su desarrollo. Pero más aún nuestro estudiantado tiene cierta vivencia, cierta cultura, cierto pensamiento de la vida; que seguramente expresa en sus gráficas. Hacen su propio conocimiento de las gráficas de las funciones. Pero probablemente ni les hacemos caso y peor aún les imponemos “lo que deben ser las gráficas de las funciones.” Hacemos un discurso unilateral de lo que es correcto y de lo que no lo es. La percepción de sus interpretaciones es tan insensible e insensata que provoca una *exclusión* del conocimiento matemático, y una *opacidad* de éste, pero también una *adherencia* a algo que no siente. Es algo así como no aceptar el elefante de los niños invidentes de la India y hacerles sentir que no pueden conocer un elefante porque no pueden ver (Cordero, 2015).

La metáfora nos ayuda entender un aspecto de la naturaleza de la problemática. Por un lado,

los niños invidentes generan un “conocimiento” del elefante y por otro lado los videntes generan otro “conocimiento” del elefante. El problema está cuando el vidente impone su “conocimiento” sin considerar el de los invidentes; y más aún determinan que lo deben aprender, sin permitir que los niños sientan al elefante. ¿Será posible, en esas condiciones, que logren un conocimiento del elefante? (Cordero, 2015).

Creemos sucede lo mismo con el aprendizaje de la matemática. La matemática escolar por sus programas, sus currículos y sus modelos educativos genera un discurso dominante, digamos así, el cual no considera, ni conoce el uso del conocimiento matemático de la gente, por ende ni de los estudiantes. En esas condiciones ¿Será posible que ellos generen un aprendizaje matemático?, ¿cuál es la problemática de fondo?, ¿es trivial, en esas condiciones, articular la matemática y el cotidiano? (Cordero, 2015).

El planteamiento anterior advierte cuál es el problema de la enseñanza y aprendizaje de la matemática. En resumen podemos decir: hay dos “conocimientos” que se ponen en juego en el ámbito escolar, uno somete al otro y en consecuencia la matemática escolar se torna difícil ensaíarla y aprenderla. Sin embargo, no quiere decir que la matemática sea un conocimiento difícil sino que los métodos escolares van en un sentido contrario a las formas de sentir y vivir de los educandos (Cordero, Gómez, Silva-Crocci y Soto, 2015)

LA MATEMÁTICA Y EL COTIDIANO

Las matemáticas y el cotidiano son dos conceptos que alcanzan grandes dimensiones, por una parte, no es trivial hablar del conocimiento matemático, un tanto por su obra y otro tanto por su aprendizaje. De alguna manera todos (como profesores) estamos inmersos en éste cuando enseñamos matemáticas y cuando el estudiante se somete a sus procesos de aprendizaje. Por otra parte está el cotidiano, y a pesar que todos lo vivimos, no es trivial concebirlo como conocimiento en la escuela, en el trabajo y en lo mundano. Pero más aún la complejidad se agudiza cuando queremos relacionar ambos conceptos; es decir ¿Qué entendemos por cotidiano y sobre todo qué significa que ahí se produzca un conocimiento matemático? El cuestionamiento mismo conlleva la discusión de lo que entendemos como conocimiento (Cordero et al., 2015)

¹ Metáfora expuesta por el Dr. Jaime Mena, de la PUCV, en el grupo de discusión: Modelación y Tecnología en las actividades de la Relme 22, en el 2008 en la ciudad de México, citado en Cordero (2015).

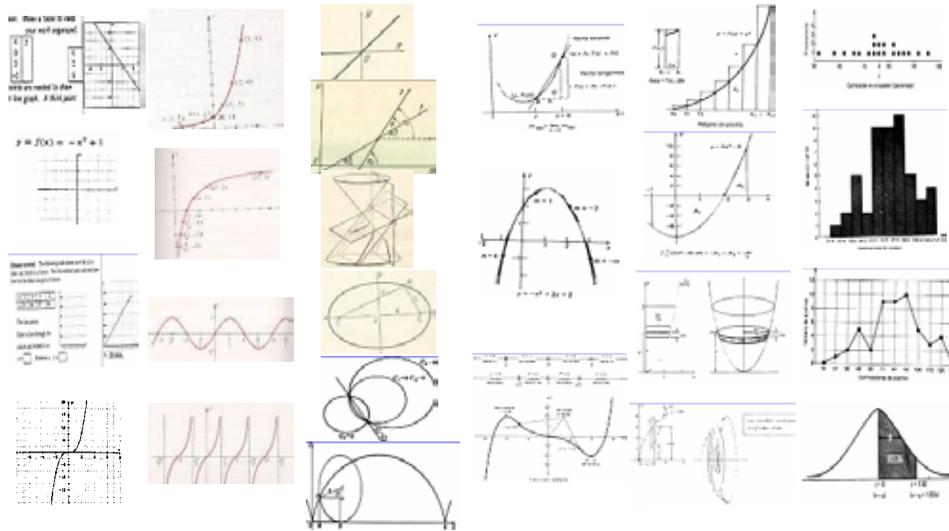


Figura 3. Las gráficas en los libros de matemáticas ².

En clases de matemáticas, en los diferentes sistemas educativos², si repasamos los programas de estudio por semestre, nos sorprenderá ver el universo amplio de gráficas de las funciones que supuestamente se genera en seis semestres (Cen, 2006), ver figura 3. Los estudiantes y los docentes de esos niveles educativos viven en un mundo inmerso de ese universo de gráficas. Ambos, en el mejor de los casos, van adquiriendo un dominio de este conocimiento. O en su defecto, nos cuestionamos lo poco que saben de las gráficas a pesar de la dimensión de ese universo (Cordero et al 2015).

Realmente la problemática de fondo es que el cotidiano está completamente excluido de lo que sucede en el aula y es con esas condiciones como deberán aprender matemáticas los estudiantes. Para dimensionar el hecho citamos un estudio que algunos años atrás se hizo en Brasil (Carragher, Carragher & Schliemann, 1991), el cual su difusión conmovió a Latinoamérica. Se tomó una muestra de niños de la calle y otra de niños de la escuela. Los primeros sabían resolver problemas de matemáticas de la calle y los segundos sabían resolver problemas de matemáticas de la escuela. La investigación consistió en intercambiar los problemas: el de la escuela a la calle y viceversa. El resultado fue que el niño de la calle no pudo resolver el problema de la escuela, pero también el niño de la escuela no pudo resolver el problema de la calle. El resultado en sí mismo es una crítica profunda a los modelos educativos.

Si hablamos de matemáticas, ¿para qué la

enseñamos? Se supone que la enseñamos para que el niño o joven mejore su cotidiano, pero lo que se le enseña en la escuela no responde a las situaciones del cotidiano, y peor aún el conocimiento del cotidiano no se parece nada al de la escuela (Cordero, et al., 2015).

En síntesis, como ya lo dijimos, existen dos “conocimientos”: el de la vida y el de la matemática escolar. No se conocen, ni mucho menos dialogan entre ellos, pero el conocimiento legitimado por la sociedad, en este contexto, es el de la escuela (Cordero, et al., 2015).

Para constituir el eslabón entre esos dos “conocimientos”, es necesario considerar varios aspectos que más tarde se convertirán en componentes y otros en ejes de un Programa de Investigación.

Por una parte está el conocimiento disciplinar y la institucionalización y por el otro está el humano en la vida. Todo esto quiere decir que existen organizaciones humanas que producen y garantizan la continuidad del conocimiento. Pero también existen humanos que viven el conocimiento desde su función, desde su utilidad, desde sus usos. Esta organización humana en general es implícita (Cordero et al., 2015).

² Colombia: Educación básica media y Educación media.
Chile: Enseñanza media.
México: Educación media superior

Entonces para afrontar el problema de la enseñanza y aprendizaje de la matemática, en todos los niveles educativos, se tiene que considerar tres conocimientos matemáticos: el de la obra, el de la escuela y el de la gente. Los primeros son sistematizados e institucionalizados, pero sus génesis son de naturaleza diferente, una pertenece a la científicidad y la otra a la humanización.

En la escuela participan seres humanos que construyen conocimiento y no a priori son científicos. Sus actitudes para conocer son distintas y por ende derivan en justificaciones también distintas: una razonada y otra funcional.

Los efectos de la justificación razonada llevaron a la obra matemática a fortalecerse y a desarrollarse. Se logró plasmar la obra autónoma de quien la hizo, es decir se universalizó. Este avance fue crucial para la evolución de la ciencia. Pero no fue lo mismo para la matemática escolar: se puede hablar de un teorema A o B y no a priori se pregunta ¿Quién lo hizo, por qué, cuándo y cómo lo hizo? Pareciera ser que en nuestros cursos de matemáticas esas preguntas sufren opacidad. Explicamos, si bien nos va, que P implica Q, pero no cuestionamos por qué P como una situación de aprendizaje. O bien no creamos una situación (funcional) donde los participantes con sus recursos humanos usen la proposición en un contexto específico. De alguna manera, en la matemática escolar, la justificación razonada soslayó la justificación funcional (Cordero et al., 2015).

EL DOCENTE DE MATEMÁTICAS

Es necesario formular un modelo educativo que rescate el papel insoslayable de dos elementos mutuamente relacionados: el cotidiano y lo funcional.

El entorno del docente de matemáticas consistirá de los usos del conocimiento matemático en otros dominios y en el cotidiano, donde los usos se desarrollarán al paso de la vivencia escolar, del trabajo y de la ciudad. En ese sentido el conocimiento matemático será un producto material social que tenemos que enseñar y aprender.

Así el entorno repercute directamente en las maneras de organizar el sistema educativo, seleccionar los modelos de enseñanza, diseñar el currículo escolar, formular episodios de aprendizaje, e inclusive, definir el “conocimiento” en el aula (Cordero, 2016)

El docente concebirá a ese “conocimiento” construyéndose a la par de la experiencia del humano, permitirá entender que el conocimiento se construye cuando es utilizado, cuando tiene una función específica situacional.

El planteamiento mismo obliga a reformular la enseñanza, por ende la formación del docente, de las matemáticas en los sistemas educativos del mundo. Cada vez es más imperioso transformar los modelos educativos que aluden a un aprendizaje terminal y utilitario por modelos de aprendizajes permanentes y funcionales (Cordero, 2016).

Lo funcional y lo cotidiano son elementos insoslayables puesto que expresan el conocimiento y el ambiente propio de la gente: la dialéctica entre el dominio científico y el cotidiano; algo así como distinguir el conocimiento del cotidiano del que no es.

En definitiva el episodio de aprendizaje del estudiante en el aula tendrá que ampliarse al cotidiano de la gente en la institución y en la sociedad como un referente educativo.

PROGRAMA PERMANENTE

Dado el contexto del planteamiento la naturaleza de la situación específica de aprendizaje corresponderá a una *categoría de conocimiento matemático* (Cordero, 2011). Misma que aportará elementos para caracterizar la matemática funcional de la gente.

Esa *categoría* es el uso del conocimiento matemático en una situación específica de acorde con lo que organizan los participantes: puede llevar a cabo múltiples realizaciones y hacer ajustes en su estructura para producir un patrón deseable. Lo que significa que es un medio que soporta el desarrollo del razonamiento y de la argumentación.

Tal *categoría* tendrá que desarrollarse en el sistema educativo. Será el marco de referencia que ayude a resignificar el conocimiento matemático en los diferentes niveles escolares. Esta formulación creará una nueva base de entendimientos y construcciones donde la fuente de abstracción se encuentra en un ámbito de las prácticas. Las categorías tendrán un carácter funcional del conocimiento matemático, de ahí la importancia del cotidiano. Esto es, una vez que se identifiquen las prácticas sociales, que dieron y dan cuenta del conocimiento matemático, requieren ser reinterpretadas

para ser integradas al sistema didáctico, pues requieren de la intencionalidad para que se desarrollen en las condiciones del sistema. Para ello, se construye la situación donde la práctica se transforma en el argumento, como el eje o núcleo para generar el conocimiento matemático que responda a la situación. Todo esto deberá ir acompañado de un *programa permanente*, donde se estudien aspectos, tales como: a) *Construir ambientes donde profesores y estudiantes revelen sus conocimientos matemáticos para distinguir los conocimientos de la experiencia permanentes que atañen a distintos ambientes en cada uno de los niveles educativos en México* (Pérez-Oxté y Cordero, 2016); b) *Establecer los factores que son propios de la función del docente de matemáticas en Chile para que transforme la matemática escolar en los usos del que aprende* (Opazo-Arellano y Cordero, 2016); c) *Diseñar situaciones de aprendizaje donde el conocimiento puesto en juego sean los usos de la matemática que vive el escolar* (Mota y Cordero, 2016); d) *Incluir a la docencia de secundaria colombiana en la construcción social del conocimiento matemático, por medio de situaciones de aprendizaje, en las que el núcleo será el uso de este conocimiento en un contexto específico, con el objetivo de articular la matemática escolar y el cotidiano de la gente* (Medina-Lara y Cordero, 2016); e) *Construir metodologías que cabalmente reconozcan el conocimiento matemático de la gente* (Yerbes, 2016); f) *Revelar el conocimiento matemático en uso de comunidades de ingenieros, para vincular la realidad del estudiante de ingeniería en su aprendizaje de la matemática* (Mendoza y Cordero, 2015); y g) *Formular marcos de referencia del desarrollo de usos de espacio y tiempo del conocimiento matemático en originarios: para distinguir el lugar, el cotidiano y las tradiciones de las comunidades de conocimiento* (Pérez, 2012).

El *Programa Permanente* debe hacer posible la incidencia y la reproducción de la visión anteriormente planteada en el seno de los cuerpos académicos o grupos de investigación y en la red de investigadores y docentes que el mismo grupo va conformando.

El *Programa* tiene como tarea, permanentemente, vigilar los siguientes aspectos: la coordinación de acciones de la red de investigadores y docentes; la posibilidad de generar un mecanismo de vinculación tanto transdisciplinaria como multidisciplinaria; la realización de proyectos en colaboración con otras instituciones del país o del extranjero; desarrollar

proyectos conjuntos en temas claves para el futuro del sistema educativo; y consolidar redes de investigadores y docentes de competencia internacional (Cordero, 2016 y Cordero et al., 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Carraher, T., Carraher, D. & Schliemann, A. (1991). *En la vida diez, en la escuela cero*. México: Editorial Melo S.A.
- Cen, C. (2006). *Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato*. Tesis de Maestría no publicada. Cinvestav-IPN, México, D.F.
- Cordero, F. (2016). *La función social del docente de matemáticas: Pluralidad, transversalidad y reciprocidad*. En: C. Silva (presidencia), *XX Jornadas Nacionales de Educación Matemática*. Conferencia llevada a cabo en la Sociedad Chilena de Educación Matemática Valparaíso, Chile.
- Cordero, F. (2015). *La ciencia desde el niño. Porque el conocimiento también se siente*. Primera Edición. Barcelona, España: Gedisa.
- Cordero, F., Gómez, K., Silva-Crocci, H., y Soto, D. (2015). *El Discurso Matemático Escolar: la Adherencia, la Exclusión y la Opacidad*. Barcelona, España: Gedisa.
- Cordero, F. (2011) *La modelación y la graficación en la matemática escolar*. En Luis Mauricio Rodríguez-Salazar, Ricardo Quintero-Zazueta, Abel Rubén Hernández Ulloa (Coords.). *Razonamiento Matemático. Epistemología de la Imaginación*. (Repensando el papel de la Epistemología en la Matemática Educativa. (pp. 377 – 399). ISBN: 978-607-8231-00-3 Editorial Gedisa, Barcelona y Cinvestav, México.
- Cordero, F. (2008). *El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica*. En R. Cantoral, O. Covián, R. M. Farfán, J. Lezama & A. Romo (Ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). México, D. F.: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.
- Cordero, F. (2001). *La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(2), pp. 103-128.
- Medina-Lara, D. y Cordero, F. (2016). *Desarrollo profesional docente en matemáticas y la inclusión en la construcción social del conocimiento*. Trabajo presentado en XXX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Monterrey, México.
- Mendoza, J. y Cordero, F. (2015). *Matemática funcional en una comunidad de conocimiento. El caso de la estabilidad*. 1-14. *Memorias del III Coloquio de Doctorado*. Departamento de Matemática Educativa. Cinvestav. México.
- Mota, C. y Cordero, F. (2016). *Elementos para la formación del docente en matemáticas*. Trabajo presentado en XXX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Monterrey, México.
- Opazo-Arellano, C. y Cordero, F. (enviado para su publicación). *El rol de la identidad disciplinar en la función social del docente de matemática. Formación de Profesores de Matemáticas en Chile*. Universidad de los Lagos.
- Pérez-Oxté, I. y Cordero, F. (2016). *Una variedad en el modelo de socialización del conocimiento matemático desde una situación de aprendizaje*. Trabajo presentado en XXX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Monterrey, México.
- Pérez, R. (2012). *Usos de la oralidad numérica Nuu Savi*. Tesis de Maestría no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Yerbes J. (2016). *El rol de los constructos Cotidiano y Matemática Funcional en la Matemática Educativa: sus diversidades ontológicas y epistemológicas*. Tesis de Maestría no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.

MARIPOSAS DIURNAS ASOCIADAS AL CAMPUS DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA INTERNACIONAL DEL TRÓPICO AMERICANO

*Por: Daniela Blanco, Enith Mesa, Paula Gaitán y Plutarco Urbano**

*Grupo de investigaciones biológicas de la Orinoquia, Programa de biología ambiental, Unitrópico Yopal-Casanare. *Autor correspondiente, plurbanus@gmail.com*

Resumen—Esta investigación permitió evidenciar una baja diversidad de especies en el sitio muestreado, además de registrar especies comunes de hábitats perturbados como *Hamadryas feronia*, *Phoebis sennae marcellina*, *Anartia amathea*, *Historis odius* y *Siproeta stelenes biplagiata*. Por otra parte, se resalta la mayor abundancia presentada por las subfamilias *Biblidinae* y *Pieridae* así como la baja representatividad de familias como *Papilionidae*, *Lycaenidae* y *Riodinidae*, lo cual puede estar relacionado con la poca disponibilidad de recursos de microhábitats y plantas hospederas lo cual disminuye la posibilidad de establecimiento de especies con requerimientos específicos.

Palabras clave—*Hamadryas feronia*, *Phoebis sennae*, *Historis odius*, *Siproeta stelenes*, Unitrópico.

Introducción

Los diversos procesos de perturbación natural y antrópica están ocasionando progresivamente una disminución de los hábitats naturales, lo cual tiene un gran impacto sobre las poblaciones animales y vegetales en los diferentes ecosistemas (Ibrahim & Tobar, 2010). Dicho impacto se ha visto reflejado en el desplazamiento de comunidades de especies de animales a superficies efectivas de hábitats disponibles, como una estrategia de búsqueda de recursos para sostener la comunidad (Van Der Hammen & Andrade, 2003). No obstante, el desplazamiento de las especies en búsqueda de sus alimentos y agua, es limitado por la fragmentación de los ecosistemas dado que condiciona el potencial de dispersión y colonización (Mahecha-Jiménez & Dumar, 2011). En algunos grupos biológicos como los lepidópteros, las barreras o áreas descubiertas de vegetación impedirán la llegada de nuevas especies y el número de especies del fragmento disminuirá con el tiempo (Tinjero Rodríguez & Rodríguez Estrella,

2012). Esto se debe principalmente a que en estado de inmaduros no pueden cruzar de un fragmento a otro, por las diferentes características medio-ambientales que se generan en cada fragmento y por los requerimientos específicos de sus estadios (Brown, 1991), además son afectados por la variabilidad en los microhábitats y la posible exposición a nuevos depredadores. Esto genera la pérdida de la capacidad de mantener estable sus poblaciones presentes en estas zonas fragmentadas y en consecuencia la disminución de la diversidad genética y posibles extinciones locales o desplazamientos de sus especies (Kremen, Colwell, Erwin, Murphy, & Sanyajan, 1993).

Por otra parte, también se ha evidenciado que la fragmentación o perturbación puede afectar los lepidópteros dificultando la conectividad y el flujo genético entre las diferentes poblaciones, particularmente las especies que son especialistas o aquellas que requieren de condiciones de disponibilidad de recursos y microhábitats muy reducidos (Tobar-I, Rangel-ch, & Andrade-c, 2002). Si la perturbación es alta puede ocasionar fragmentación del hábitat, convirtiéndolo en un paisaje homogéneamente antrópico que puede llegar a producir un estrés fisiológico y restringir la presencia de algunas especies de plantas, que termina afectando de manera directa o indirecta muchos grupos de mariposas porque desaparecen las plantas hospederas en los diferentes microhábitats (Fagua, Amarillo, & Andrade-C, 1999), generando reemplazo de especies endémicas por especies exóticas o introducidas lo cual conlleva a la disminución de la diversidad y la distribución de las poblaciones naturales en un área particular (Urbano, Mahecha, & Hincapie, 2014). No obstante, si esta perturbación es baja, puede promover el aumento de la riqueza y diversidad de especies, manteniendo un remanente de la biota natural a través de un paisaje

heterogéneo con varios parches de hábitats primarios para aquellas especies oportunistas o euríticas (Mahecha Jimenez, Dumar Rodriguez, & Pycrz, 2011).

Por lo anterior y a pesar de las diversas investigaciones a nivel del país que registran alrededor del 61.9% de las especies reportadas para el Neotrópico (3219) (Lamas, 2014), es importante profundizar en los estudios acerca de la conservación de sus comunidades en las distintas zonas altitudinales y en distintos microhábitats naturales o antrópicos (Palacios & Constantino, 2006), lo cual permitirá generar los parámetros de intervención del territorio a tener en cuenta en los procesos de uso del territorio (Camero & Calderon, 2007). Para el departamento de Casanare se ha reportado que la diversidad de especies cambia significativamente entre sitios conservados y fragmentados aunque dichos hábitats presenten conectividad por corredores ecológicos o matrices de paisajes a escala ecosistémica (Yara Ortiz, Peña, & Urbano, 2011). En ese sentido nuestra investigación tiene el objeto de realizar un inventario de las especies de lepidópteros diurnos presentes en el campus de la universidad Unitrópico el cual representa un microhábitats altamente fragmentado.

Metodología

Área de estudio: Los muestreos se realizaron en el campus de la universidad Unitrópico, el cual comprende un área de 19 hectáreas, durante los días del 5 al 12 de septiembre de 2016. Esta área de estudio presentó un alto grado de intervención antrópica dado que corresponde a un área relictual de la expansión del casco urbano del municipio de Yopal. La cobertura vegetal del estrato inferior está predominada por especies de las familias Poaceae y Asteraceae y el estrato superior de la vegetación está compuesto por especies arbóreas de las Familias Fabaceae, Malvaceae y Boraginaceae.

Métodos: En el área de estudio se establecieron transectos de 400 m sobre el cual se realizaron las recolectas de los individuos mediante dos metodologías. En la primera, se instalaron 8 trampas Van Someren Rydon (VSR) a 50 m equidistantes y cebadas con fruta fermentada (Devries, Murray, & Lande, 1997), las trampas se revisaron diariamente por 8 días consecutivos y se les registró tanto el número de individuos como la morfoespecie recolectada. La segunda metodología empleada fue red entomológica (jama) en recorridos paralelos al transecto de la primera metodología,

con una intensidad de muestreo de 60 horas/hombre en los ocho días. La identificación de los ejemplares recolectados se realizó utilizando claves taxonómicas bajo criterios de morfología y caracteres fenotípicos (Le Crom, Constantino, & Salazar, 2002) (Lecrom, Constantino, & Salazar, 2004).

Análisis de datos: Utilizando el programa Biodiversity Pro versión 2 se estimó la diversidad encontrada mediante el índice de Shannon-Wiener (H') y se realizó una curva de acumulación de especies utilizando los estimadores Jackknife1 y Chao2, para ello se consideró los días de muestreo como variable independiente y las especies como variable dependiente. Las gráficas y demás análisis se realizaron con el software GraphPad Prims 5.0.

Resultados

En total se recolectaron 117 individuos pertenecientes a 27 géneros y 33 especies. Para **Lycaenidae:** Theclinae; *Ministrymon* sp. (Clench, 1961). Para **Nymphalidae:** Biblidinae; *Callicore pitheas* (Latreille, 1813), *Callicore cyllene* (Doubleday, 1847), *Catonephele numilia* (Cramer, 1775), *Hamadryas feronia* (Linnaeus, 1758), *Hamadryas laodamia* (Cramer, 1777), *Historis odius* (Fabricius, 1775). Charaxinae; *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758), *Consul fabius* (Cramer, 1776), *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775), *Hypna clytemnestra* (Cramer, 1777), *Memphis xenocles* (Westwood, 1850), *Prepona laertes* (Hübner, 1811), *Prepona pylene* (Hewitson, 1854), *Siderone galanthis* (Cramer, 1775), *Zaretis ellops* (Ménétriés, 1855). Danaiinae; *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758). Heliconiinae; *Dryas iulia* (Fabricius, 1775), *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758). Morphinae; *Caligo illioneus* (Cramer, 1775), *Opsiphanes quiteria* (Stoll, 1780). Nymphalinae; *Anartia jatrophae* (Linnaeus, 1763), *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), *Colobura dirce* (Linnaeus, 1758), *Historis odius* (Fabricius, 1775), *Historis acheronta* (Fabricius, 1775), *Siproeta stelenes biplagiata* (Fruhstorfer, 1907). Satyrinae; *Taygetis andromeda* (Butler, 1877). Para **Papilionidae:** Papilioninae; *Heraclides thoas* (Linnaeus, 1771). Para **Pieridae:** Coliadinae; *Eurema xanthochlora* (Kollar, 1850), *Phoebis philea* (Linnaeus, 1763), *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777) y para **Riodinidae:** Riodininae; *Ancyluris aulestes* (Cramer, 1777).

La representatividad de la familia Nymphalidae fue mayor tanto en número de especies

(82%) como en número de individuos (70%), seguida de la familia Pieridae con un 9% de las especies y un 24% de los individuos capturados. Las familias menos representativas fueron Lycaenidae, Pieridae y Riodinidae con un 3% cada una de la diversidad registrada (Figura 1).

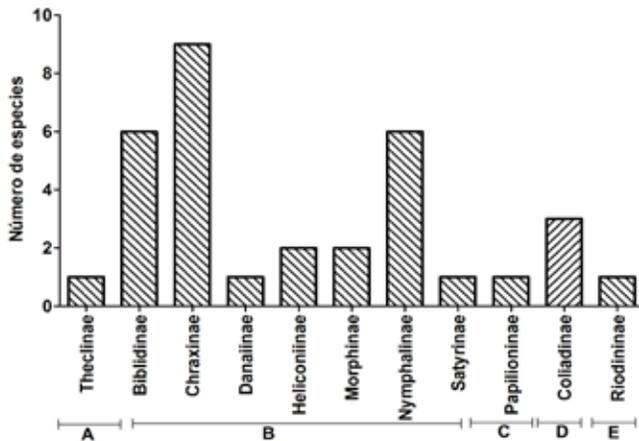


Figura 1. Diversidad de especies por familias de mariposas diurnas asociadas al campus de la universidad Unitrópico. **A)** Lycaenidae, **B)** Nymphalidae, **C)** Papilionidae, **D)** Pieridae y **E)** Riodinidae.

Las subfamilias más abundantes fueron Biblidinae y Coliadinae, seguidas de Charaxinae y Nymphalinae (Figura 2), las subfamilias menos abundantes fueron Danalinae y Satyrinae con un individuo cada una, seguidas de Theclinae y Riodinidae con dos individuos cada una, las cuales corresponden también a las subfamilias menos diversas.

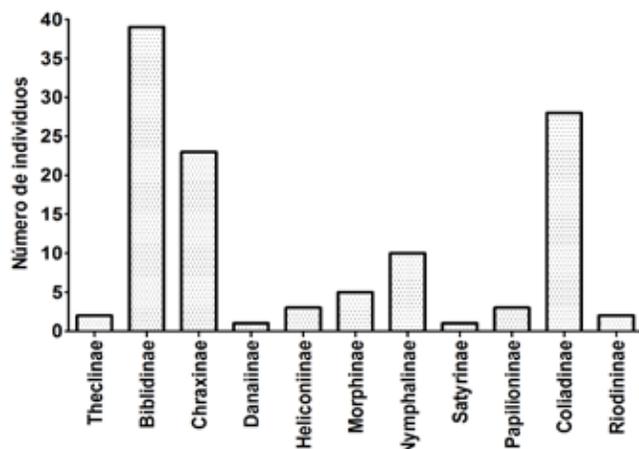


Figura 2. Abundancias de las subfamilias de mariposas diurnas asociadas al campus de la universidad Unitrópico.

Se observó una baja diversidad según Índice de Shannon-Wiener (1.1) y según la curva de acumulación de especies se observa que el esfuerzo o representatividad del muestreo estuvo entre el 52 y el 76%, lo cual se corrobora con los valores de los estimadores no paramétricos de diversidad de Chao 2 y Jackknife 1 (Figura 3). A pesar de que según la curva de acumulación de especies el esfuerzo de muestreo no fue el óptimo, se observó una relativa consistencia en el muestreo dada la alta frecuencia a lo largo los días de captura tanto de las especies que se presentan como únicas (*singletons*) como de aquellas que se presentan por duplicado (*doubletons*) (Figura 3).

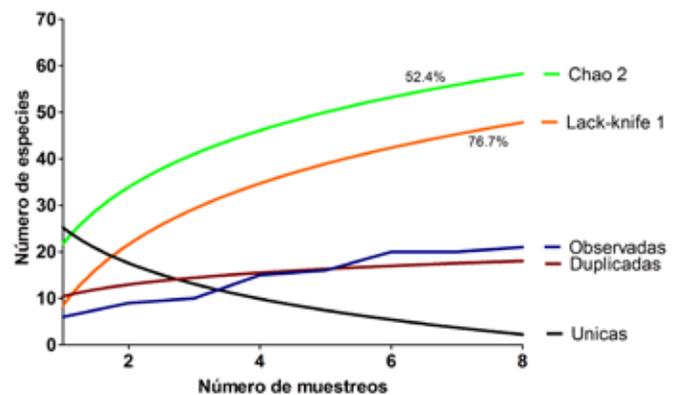


Figura 3. Curva de acumulación de especies de mariposas diurnas asociadas al campus de la universidad Unitrópico.

Discusión

La baja diversidad encontrada en esta investigación (Figura 1), puede explicarse por la estructura vegetal presente en el sitio, ya que la baja diversidad de plantas afecta la diversidad de mariposas presentes en un sitio dado la condición de herbivoría obligada y la especificidad de los estadios inmaduros en su alimentación (Brown & Freitas, 2002). Adicionalmente, el alto grado de fragmentación observado en el sitio estaría influenciando una baja diversidad de especies debido a que las comunidades de mariposas diurnas se ven afectadas en sus patrones poblacionales y de comunidades por la intervención antrópica en sus hábitats (Brown, 1991). Sin embargo, el número de especies encontrado (33) es similar al reportado por (Urbano, Mahecha, & Hincapie, 2014) en sitios de sabana inundable e intervenidos en el departamento de Casanare, lo cual corrobora la disminución de la diversidad de especies en hábitats

fragmentados frente a sitios conservados en una misma zona geográfica (Ibrahim & Tobar, 2010).

Otro factor que podría estar influenciando la baja diversidad de especies encontradas es la ubicación del sitio de muestreo, ya que no presenta conectividad por paisajes naturales con áreas adyacentes y por lo tanto la variabilidad de las condiciones bióticas y abióticas estaría influenciando la baja riqueza del sitio (Figura 3), además de estar limitando la presencia de especies que son especialistas en cuanto a sus requerimientos de hábitats y alimentación (Gonzales Valdivia, y otros, 2011). En ese sentido, las especies encontradas están generalmente reportadas como oportunistas y presentan alto grado de adaptación a ambientes

de áreas abiertas, como ecotono y pastizales, lo cual podría explicar la alta densidad de algunas subfamilias como Biblidinae y Coliadinae (Figura 2). Algunas especies de la subfamilia Biblidinae como *Hamadryas feronia* (Figura 4A) presentan poca especificidad de hábitats por lo que se pueden encontrar tanto en ecosistemas conservados como fragmentados y otras especies como *Phoebis sennae marcellina* (Figura 4B) de la subfamilia Coliadinae la cual presenta mayor preferencia por sitios abiertos donde pueda tener mayor oportunidad de alimentación, hechos que podrían explicar la mayor abundancia encontrada para estas dos subfamilias (Brown & Freitas, 2002) (Mahecha Jimenez, Dumar Rodriguez, & Pyrcz, 2011).

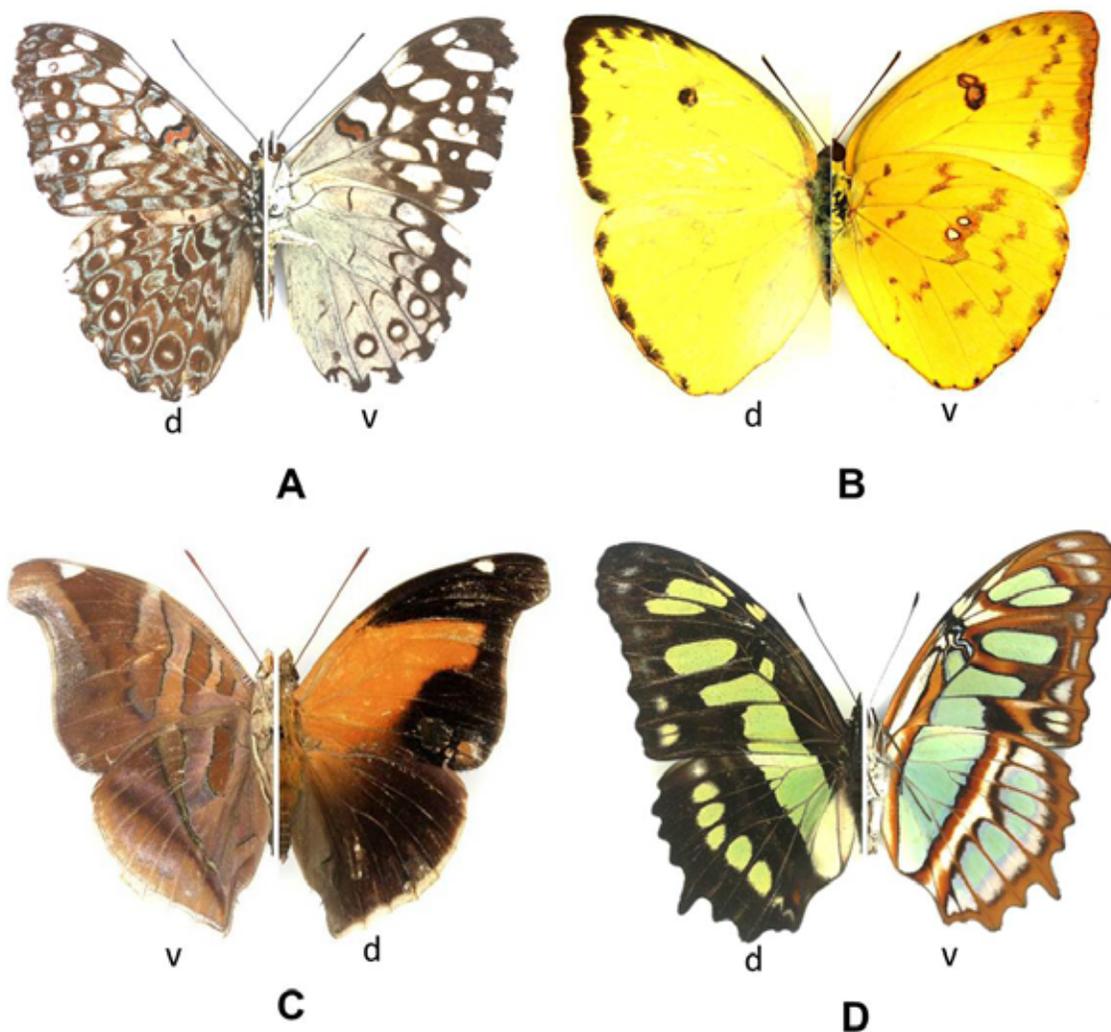


Figura 4. Especies representativas de áreas perturbadas encontradas en el muestreo. **A)** *Hamadryas feronia*, **B)** *Phoebis sennae marcellina*, **C)** *Historis odius*, **D)** *Siproeta stelenes biplagiata* / **d)** Vista dorsal, **v)** vista ventral.

Por otra parte, el registro de especies muy comunes de hábitats perturbados como *Anartia amathea*, *Historis odius* y *Siproeta stelenes biplagiata* (Figura 4C-D), junto a la baja densidad de familias como Lycaenidae, Papilionidae y Riodinidae, nos indica el alto grado de afectación a las interacciones planta animal en el sitio de muestreo (Fagua, Amarillo, & Andrade-C, 1999), lo cual generó además una pérdida o desplazamiento de especies estenotípicas hacia otras zonas, ya que estas familias solo presentaron una especie cada una y son reportadas altamente diversas en sitios conservados dadas sus requerimientos alimenticios tanto en estados inmaduros como de adulto (Palacios & Constantino, 2006). Sin embargo, cabe resaltar la importancia de ésta investigación en la generación de conocimiento de la diversidad de mariposas presentes en el departamento de Casanare y su preferencia de hábitats.

Conclusión

Según las especies y número de individuos registrados el sitio presenta baja diversidad y abundancia, con excepción de algunas especies que son indicadoras de hábitats perturbados y por lo tanto presentaron mayor densidad poblacional. Los hábitats fragmentados presentan menor disponibilidad de recursos alimenticios para especies con requerimientos específicos por lo tanto el listado de especies encontrado está principalmente compuesto por aquellas que son comunes de áreas perturbadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown. (1991). *Conversation of insects and their Habitats*. (N. Collins, & T. J.A, Edits.) London.
- Brown, J. K., & Freitas, A. (2002). *Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, Sao Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation*. *Journal of Insect Conservation*, 6, 217-231.
- Camero, E., & Calderon, A. (2007). *Comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente altitudinal del cañon del río Combeima-Tolima, Colombia*. *Acta biológica Colombiana*, 2(12), 95-109.
- Devries, P., Murray, D., & Lande, R. (1997). *Species diversity in vertical, horizontal, and temoral dimensions of a fruit-feeding burteffly community in and Ecuadorian rainforest*. *Biological Journal of the Linnean Society*(62), 343-364.
- Fagua, G., Amarillo, A., & Andrade-C, M. G. (1999). *Mariposas (Lepidoptera) como bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá)*. (M. Andrade, G. Amat, & F. Fernandez, Edits.) Bogotá: Academia de ciencias exactas, físicas y naturales.
- Gonzales Valdivia, N., Ochoa Gaoná, S., Pozo, C., Ferguson, F., Rangel Ruiz, L., Arraiga Weiss, S., Kampichler, C. (2011). *Indicadores ecologicos de habitat y biodiversidad en un paisaje Neotropical: perspectiva multi-taxonomica*. *Revista Biologica Tropical*, 59(3), 1433-1451.
- Ibrahim, M., & Tobar, D. (2010). *Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios*. *Biología Tropical*, 1(58), 447-463.
- Kremen, C., Colwell, R., Erwin, T., Murphy, D., & Sanyajan, M. (1993). *Terrestrial arthropod assemblages: their use in conversation planning*. *Conservation Biology*, 4(7), 796-808.
- Lamas, G. (2014). *Atlas of Neotropical Lepidoptera, Checklist*. Scientific Publishers.
- Le Crom, J., Constantino, L., & Salazar, J. (2002). *Papilionidae. En Mariposas de Colombia* (pág. 119). Colombia: Carlec Ltda.
- Lecrom, J., Constantino, L., & Salazar, J. (2004). *Pieridae. En Mariposas de Colombia* (pág. 113). Colombia: Carlec Ltda.
- Mahecha Jimenez, O., Dumar Rodriguez, J., & Pyrcz, W. (2011). *Efecto de la fragmentación del habitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae)*. *SHILAP, Revista de Lepidopterología*, 39;153, 117-126.
- Mahecha-Jiménez, O., & Dumar, J. R. (2011). *Efecto de la fragmentación del hábitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae)*. *SHILAP, Revista de Lepidopterología*, 39(143), 117-126.
- Palacios, M., & Constantino, L. (2006). *Diversidad de lepidopteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la reserva natural el Pagan, Nariño, Colombia (Vol. 10)*. Nariño: Museo de historia natural.
- Tinjero Rodriguez, R., & Rodriguez Estrella, R. (2012). *Efectos de la fragmentación del matorral desértico sobre poblaciones del aguajilla colaraja y el cernicalo americano en Baja California Sur, Mexico*. *Acta Zoológica Mexicana*, 2(28), 427-446.
- Tobar-I, D., Rangel-ch, J., & Andrade-c, M. (2002). *Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río el roble (Quindío-Colombia)*. *Caldasia*, 2(24), 393-409.
- Urbano, P., Mahecha, J. O., & Hincapié, E. (2014). *Diversidad y estructura de las comunidades de Lepidoptera en la zona de ecotono entre el piedemonte llanero y sabana inundable en Casanare-Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea)*. *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 167(42), 433-437.
- Van Der Hammen, T., & Andrade, G. (2003). *Estructura Ecológica Principal de Colombia (primera aproximación)*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente e Ideam.
- Yara Ortiz, C., Peña, J., & Urbano, P. (2011). *Hormigas y mariposas de Casanare. En J. Usma, & F. Trujillo (Edits.), Biodiversidad del Casanare: ecosistemas estrategicos del departamento* (pág. 286). Bogotá D.C: Gobernacion de Casanare-WWF Colombia.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS BROADCASTING SOBRE PLATAFORMAS SMS "PARA APLICACIONES PUBLICITARIAS EN TRANSPORTE PÚBLICO"

Por: Fredy Alonso Leon, Grupo de Investigación NetworkTIC., sasetcolombia@gmail.com. Jorge Enrique Chaparro Mesa, Grupo de Investigación TICTROPICO, jorgechaparro@unitropico.edu.co. Nelson Barrera Lombana. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, U.P.T.C. Nelson.barrera@uptc.edu.co

Resumen—Este proyecto surge de la necesidad de generar nuevos sistemas de información publicitaria, que permita a los establecimientos comerciales del Municipio de Yopal, promocionar sus productos y servicios de forma efectiva y económica; así mismo generar una herramienta que transmita información de interés general a la comunidad, de manera ágil y oportuna. En este sentido se desarrolló una plataforma para transmisión de mensajes publicitarios, utilizando protocolos SMS Broadcast; esta es una manera rápida, económica y simple de enviar mensajes masivos a una lista grande de destinatarios (abonados móviles de la red GSM, Global System Mobile), los cuales pueden ser visualizados en pantallas y/o carteles LED, ubicadas en vehículos de transporte de pasajeros.

PalabrasClave— Protocolo SMS, Microcontrolador, Pantallas LED, Visual Basic, comandos AT, publicidad electrónica.

1. INTRODUCCION

Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de divulgar información de interés general y de promocionar los productos y servicios ofertados en el municipio de Yopal de forma rápida, económica e innovadora. En este sentido se desarrolló una plataforma de transmisión y visualización de mensajes, que pueden ser vistos en pantallas y/o carteles LED, ubicados en vehículos de transporte de pasajeros.

Este desarrollo consiste en un sistema de comunicación Full dúplex (Tripathy & Vellore Institute of Technology, 2016), está compuesto por un emisor encargado de proveer los mensajes publicitarios

y noticias de interés; un receptor compuesto por una pantalla LED dedicada a la visualización de información, y un protocolo de comunicación en este caso "Short Message Service" SMS, que es un servicio disponible en los teléfonos móviles y permite el envío de mensajes cortos, conocidos como mensajes de texto, entre dispositivos móviles (Maiti & Tripathy, 2011).

Referente al emisor, se desarrolló una plataforma software programada en lenguaje Visual Basic, la cual se encarga de gestionar y almacenar en una base de datos Access, la información relacionada con los mensajes y noticias susceptibles a publicitar. Respecto al instrumento para realizar el enlace con la red GSM, se desarrolló una tarjeta basada en el modem WISMO 228, la cual se conecta al equipo de cómputo donde se encuentra instalada la aplicación.

En cuanto al receptor del sistema de comunicación, se desarrollaron dos módulos hardware, (*control y visualización*), los cuales se interconectan a través de protocolos RS232 (Javvin Technologies, 2007). El sistema de control, se encarga de la configuración de la tarjeta WISMO 228, así mismo gestiona y responde a los comandos enviados desde la fuente de información, transmite alarmas cuando el sistema de seguridad está activado y comunica al módulo de visualización los mensajes a mostrar. Por otra parte, el sistema de visualización consta de una pantalla LED de 8 filas por 100 columnas, que permite representar hasta 16 caracteres simultáneos, y es la encargada de recibir y mostrar los mensajes transmitidos por el módulo de control.

2. ESTADO DEL ARTE

El SMS Broadcast proporciona una manera rápida y simple de enviar mensajes masivos a una lista grande de destinatarios (abonados móviles de la red GSM). El SMS Broadcast permite configurar eficientemente diversos tipos de campañas publicitarias, con acceso a horarios de activación y control de capacidad de envío. Las campañas de transmisión o broadcasting son cargadas en una plataforma a través de la interface de usuario, y pueden calendarizarse para ser entregadas a los usuarios móviles. Este tipo de tecnología está siendo utilizada para campañas publicitarias gracias a los bajos costos de los mensajes.

Plataformas de este tipo están siendo utilizadas para facilitar la comunicación entre profesores y estudiantes, por ejemplo en Costa Rica se implementó un módulo de mensajería SMS (Short Message Service) para hacer llegar mensajes masivos a los estudiantes (Céspedes & Rivas, 2012). Por otra parte en Brasil se desarrolló una plataforma que le permite a los usuarios por medio de mapas y Sistema de Información Geográfica, obtener información en tiempo real sobre la posición de los autobuses; el aplicativo fue desarrollado para dispositivos móviles, funciona en la plataforma Android y le permiten a los usuarios en tiempo real conocer las rutas y los buses que se desplazan por estas (da Mata, Ferreira, Holanda, Lamar, & Teixeira, 2014). De igual manera en la INDIA se utilizan los sistemas SMS Broadcast, para la seguridad de la industria y oficinas, haciendo uso de técnicas de control automático y por medio de sensores que perciben información de presencia de cosas sensibles como humo, fuego, vibración de puertas, presencia de óxido de carbono, monóxido, etc; esta información es procesada y de acuerdo a la prioridad, se transmite por medio de un módem GSM, quien a su vez envía un mensaje al titular del dispositivo, o a los proveedores de servicios de emergencia como bomberos, policía, etc. (Dubey, 2012). De modo semejante en España se desarrolló una plataforma que funciona para la asistencia en la comunicación con dispositivos móviles; esta permite a los usuarios registrar los medios de comunicación de los que disponen y configurar preferencias de diversos tipos sobre ellos; posteriormente, haciendo uso de esta información, la plataforma es capaz de sugerir a los usuarios finales qué medio emplear cuando desean establecer comunicación con sus contactos (Zabaleta, Curiel, & Lago, 2013).

3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Teniendo en cuenta que el sistema contempla la construcción de hardware y software, fue necesario utilizar una metodología de diseño de sistemas embebidos, adaptable a las condiciones del proyecto; por tal motivo se analizaron diferentes ciclos del desarrollo ágil, (Agile Software Development Cycle o SLDC) (Kruchten, 2013); que si bien estas metodologías surgen y son utilizadas en el desarrollo de software, gran parte de las técnicas ágiles pueden ser utilizadas para el desarrollo de sistemas embebidos (Dams, 2013).

Una vez revisado el estado del arte referente a metodologías de desarrollo de sistemas embebidos, se encontró que la gran mayoría de estas, están orientadas a la construcción del software, pero no se halló una metodología ampliamente aceptada para el desarrollo integral de sistemas embebidos, por tal motivo se utilizó una metodología ágil que recoge aspectos de las más populares y que consta de las siguientes etapas de desarrollo.

1. *Definición de especificaciones.*
2. *Diseño general del Sistema.*
3. *Fase de Construcción.*
4. *Fase de Integración.*
5. *Test operacional del sistema*

Cabe aclarar que esta metodología se utilizó de forma global, sin embargo, en la construcción específica del software se fundamentó en la metodología RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones), la cual hace parte de las Metodologías Ágiles.

4. RESULTADOS DEL PROYECTO

4.1 Definición de especificaciones:

En esta fase se definieron y documentaron los diferentes requisitos del sistema, identificando las tecnologías existentes en el mercado; posteriormente se llevó a cabo una planificación de acuerdo a las necesidades del proyecto y se dividió el equipo de trabajo en dos grupos, uno para el desarrollo de hardware y otro para el desarrollo del software. Una vez definidos los grupos de trabajo se distribuyeron tareas, haciendo énfasis en la arquitectura general del sistema, en los dispositivos de acceso como sensores, en el software de control y gestión del módulo, en el protocolo de comunicación, en el coste, tiempo, modularidad y confiabilidad del sistema.

Referente al software se definieron los requerimientos del sistema, respecto a almacenamiento de información, tipo y presentación de datos, presentación de gráficas, protocolo de comunicación y funcionalidades, entre otras.

4.2 Diseño y construcción del sistema:

El sistema consiste básicamente en un módulo transmisor, y otro que cumple las veces de receptor visualizador

Sistemas de recepción y visualización. comprendido por la tarjeta WISMO 228, y la tarjeta de control.

La tarjeta WISMO 228 tiene como corazón del sistema, el circuito integrado WISMO228 cuyo nombre viene de combinar las letras iniciales de: Wireless Standard Modem; este circuito integrado hace parte de una familia de componentes de la empresa Sierra-Wireless con funcionalidad GSM/GPRS para aplicaciones M2M (Machine to Machine) (Electrónica, 2016). Esta tarjeta es un dispositivo de alta calidad, fácil uso, disponibilidad en el mercado, económico y tiene la posibilidad de comunicación intercontinental siempre que haya disponibilidad de Roaming internacional; está especialmente diseñada para uso con batería; opera en las bandas de 850, 900, 1800 o 1900 Mhz, que son las que usualmente tienen concesionadas las empresas de telefonía celular; tiene un procesador interno ARM926, memoria volátil y no volátil interna; 11 entradas-salidas digitales de uso general, 2 salidas PWM configurables; posibilidad de conexión SPI, puerto UART, puerto ADC; interface para parlantes y micrófono con soporte para DTMF, con intérprete de comandos AT. En la figura 01 se puede apreciar físicamente el aspecto del dispositivo descrito.



Figura 1. Figura 01: Aspecto físico de circuito integrado WISMO228.

Fuente: www.m2mconnectivity.com

Para la puesta en funcionamiento del circuito integrado WISMO228, se diseñó un sistema que permite al módulo interactuar con dispositivos externos como parlantes, micrófonos, puerto para recepción de comandos AT, conexión con SIM-CARD (Subscriber Identity Module) y suministro de energía mediante dispositivos reguladores de voltaje, a continuación se muestra en la figura 02 un diagrama general del sistema.

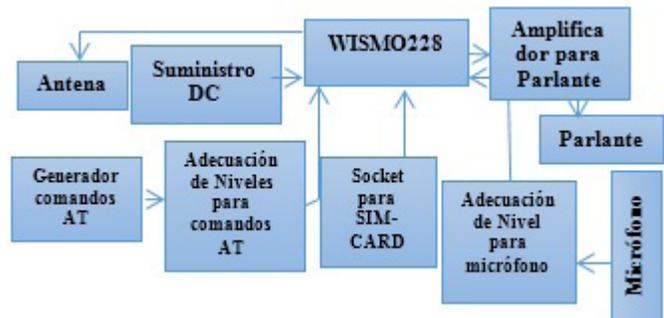


Figura 2. Diagrama de bloques de tarjeta diseñada.

Como se aprecia en la figura 02, el sistema cuenta con un socket que permite conectar el WISMO a una SIM-CARD de cualquier operador que tenga cobertura en el lugar geográfico en que se encuentre la tarjeta; existe un bloque de adecuación de señales analógicas que permite usar la tarjeta como un dispositivo de comunicación convencional de voz; para marcar un número celular específico o contestar una llamada, existe la posibilidad de realizar la operación mediante comandos AT que pueden ser creados mediante un dispositivo generador de comandos AT, que en este caso puede ser un micro controlador o simplemente un Hyperterminal desde un PC convencional. Una de las funcionalidades más relevantes de la tarjeta es la posibilidad de envío de SMS (Short Message Service) dando posibilidad de establecer puentes M2M, hacer telemetría o automatizar procesos a distancia; de esta forma, la interfaz de audio es poco relevante aunque brinda posibilidad adicional de control y telemetría mediante tonos DTMF. En la figura 03 se aprecia la tarjeta desarrollada y la identificación de cada uno de sus puertos.

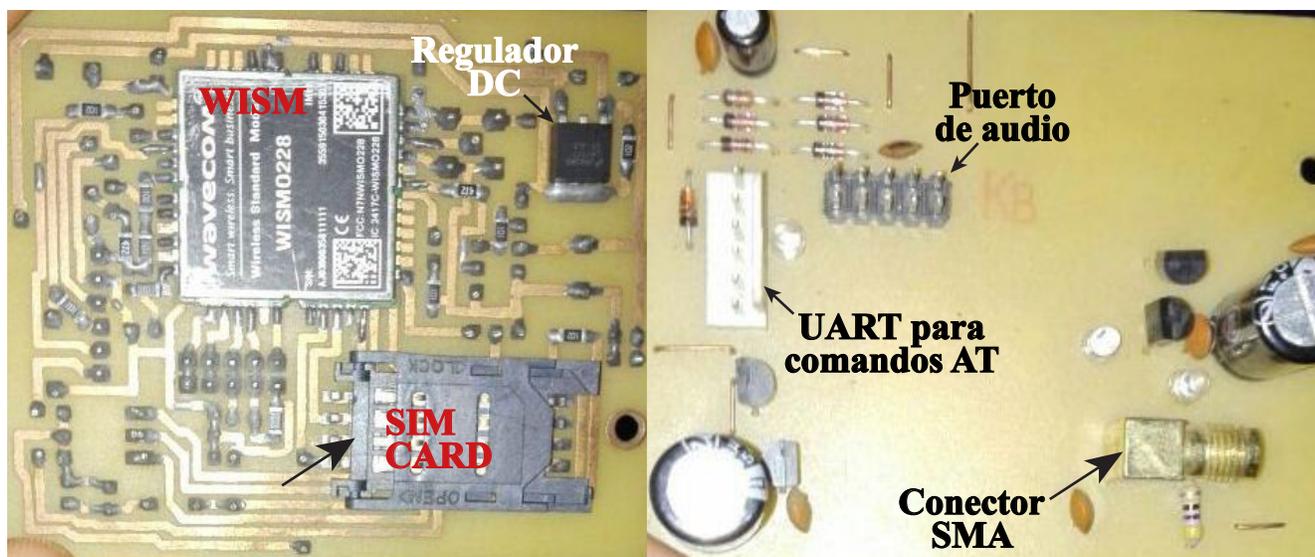


Figura 3. Imagen superior e inferior de tarjeta diseñada.
Fuente: Autores

Tarjeta de Control, Sistema de Recepción: encargada de la configuración del WISM0228, gestiona y responde a los comandos enviados desde el sistema de transmisión, envía señales de alarmas SMS de acuerdo a la configuración del sistema; transmite al módulo de visualización los mensajes a mostrar y cada vez que el sistema de visualización realiza una petición de un nuevo mensaje publicitario, el módulo se encargará de determinar qué tipo de mensaje se enviará y según el ciclo de visualización, lee la posición de memoria de mensajes en el WISM0228, lo decodifica y envía en forma serial para su visualización.

La tarjeta incluye un sistema de alarma activable

desde el módulo de transmisión o por el usuario. Al activarse una entrada y según la configuración establecida, el sistema realiza una llamada de voz o envía un mensaje de texto avisando a dos números celulares (*Propietario y Conductor*) y a la central de transmisión. Los sensores utilizados fueron del tipo *Reedswitch* y se implementaron en las dos puertas (*Izq. y Der*) de cada vehículo.

El módulo cuenta con 6 entradas digitales para conexión de sensores y 4 salidas por relé, para la carga del móvil, conexión/desconexión del visualizador, sirena y una auxiliar para multipropósito como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Tarjeta de Control Sistema de Recepción

Sistema de visualización: comprendido por tarjeta de Control, módulos LED de 8 filas x 20 columnas, tarjetas para control de encendido de columnas.

a) Tarjeta de Control del Sistema de Visualización.

Cada Visualizador es comandado por una tarjeta de control (Figura 5), basada en un PIC16F877A, que suministra la corriente necesaria para el encendido de las filas, controla el ingreso de datos binarios a las tarjetas de control de encendido de columnas y suministra la alimentación a cada uno de los módulos LED de 8 filas x 20 columnas. Esta tarjeta se conecta al módulo de recepción mediante comunicación RS232, para solicitar y recibir un nuevo mensaje a visualizar.

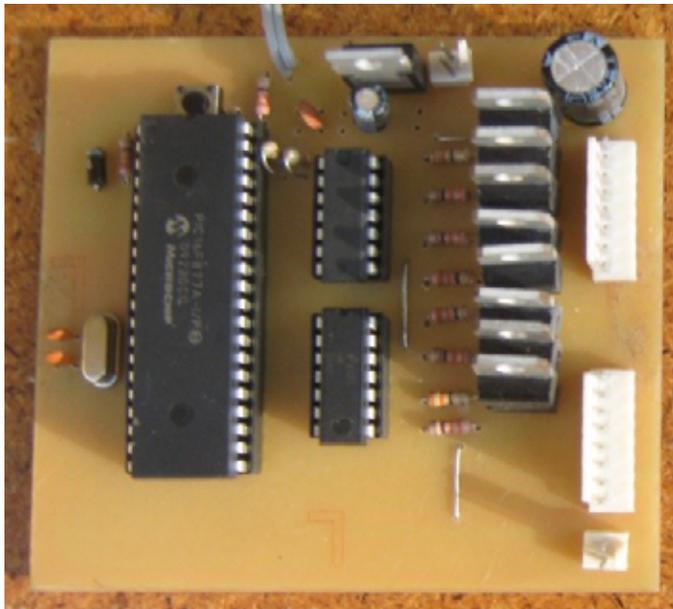


Figura 5. Tarjeta de control Sistema de Visualización

Para efectos de la visualización de publicidad es posible el almacenamiento de 70 mensajes de 160 caracteres, para esto se aprovechó la memoria interna de la tarjeta WISMO, capaz de almacenar 11200 caracteres. Teniendo en cuenta esta capacidad, se maneja un promedio de 30 mensajes por dispositivo, ya que se trata de un sistema publicitario cuyo principal objetivo es lograr que los receptores visuales tengan una mayor retentiva de la publicidad y el usuario tenga un mayor tiempo de visualización de sus productos y servicios ofrecidos.

4.3 Pruebas del sistema:

Para probar el sistema se implementaron dos

dispositivos en dos buses de transporte urbano del municipio de Yopal, los cuales se instalaron en la parte delantera de los vehículos como se aprecia en la figura 06.

El sistema instalado, está compuesto por dos módulos comunicados por protocolo RS232: Un módulo de control y un módulo de visualización. El módulo de control, se encarga de la configuración de la tarjeta WISMO 228, de gestionar y responder a los comandos enviados desde la central de transmisión, de transmitir alarmas cuando el sistema de seguridad está activado. Adicionalmente, recibir peticiones del módulo de visualización para mensajes a mostrar.



Figura 6. Módulo instalado en bus de transporte público

El tiempo de pruebas de los dispositivos fue de dos meses y los intervalos de permanencia de cada mensaje se calculó de la siguiente forma:

Cálculo de tiempo para publicidad del usuario durante el día.

Para lograr mayor efectividad en las pruebas se trabajó con 2 dispositivos, para un número máximo de 20 mensajes; sin embargo, para efectos de cálculo se tomó un promedio del 50%, es decir 10 mensajes.

Si el tiempo de visualización de la totalidad del mensaje (mensaje de máximo 153 Caracteres) es 30

segundos, y el recorrido de un vehículo, tarda aproximadamente una hora entonces:

$$1 \text{ hora} = 3600 \text{ seg}$$

$$\frac{3600 \text{ seg}}{30 \text{ seg}} = 120 \text{ veces posibles / hora}$$

Si se divide el número de veces posibles/hora en la cantidad promedio de mensaje se obtiene cuantas veces se puede observar el mensaje de un usuario en una hora, entonces,

$$\frac{120}{10} = 12 \text{ veces}$$

Luego en una hora es posible visualizar 12 veces el mensaje de un usuario.

Un bus realiza 13 recorridos diarios, por lo tanto, el número de veces por día es:

$$13 * 12 = 156 \text{ veces / día}$$

Como se disponen 2 dispositivos para cada mensaje, se calcula el total de veces diarias.

$$2 * 156 = 312 \text{ veces / canal}$$

Con base en esta información se programó el transmisor encargado de hacer llegar los mensajes al sistema de visualización.

Para realizar esta tarea se implementó una consulta automática en la base de datos que permite determinar los mensajes publicitarios que han cumplido el tiempo de visualización y de esta manera evitar realizar esta tarea en forma manual.

El sistema informa visualmente el código de los mensajes, mostrando las opciones de eliminar de forma automática o manual dichos mensajes publicitarios, tal como se muestra en la figura 07.

Id	CODIGO	VEHICULO	FECHA
3	0011	353,423,211	15/05/2008
4	0001	423,353,211	26/05/2008

Figura 7. Formulario de mensajes publicitarios.

5. Conclusiones

Según los estudios realizados al sistema de transporte de Yopal, durante una vuelta del turno de un bus de transporte urbano, se moviliza un promedio de 30 personas aproximadamente y cada buseta realiza 13 viajes diarios, con base en estos datos se puede concluir que aproximadamente 1560 personas visualizan los mensajes diariamente.

El sistema implementado, permite una comunicación bidireccional entre la central de transmisión y los dispositivos de visualización; así mismo permite gestionar las diferentes funcionalidades del módulo de recepción, tales como alertas de seguridad vía SMS o llamadas de voz y activación de salidas de relé en forma remota, siempre y cuando exista cobertura de la red GSM.

La pantalla LED implementada, permite representar hasta 16 caracteres simultáneos, esto debido a que está compuesta por 20 matrices de LED de ocho filas por cinco columnas.

Utilizando la codificación PDU, es posible enviar a los dispositivos de visualización, mensajes hasta de 160 caracteres; de los cuales 7 se utilizan como comandos de control y los 153 restantes contienen

la información a visualizar como mensajes publicitarios, noticias, deportes, entretenimiento, clasificados etc.

Este dispositivo electrónico, aparte de informar a los usuarios del transporte de pasajeros, facilita muchos procedimientos a los conductores y dueños de vehículos, ya que puede generar reportes automáticos de ocurrencias de alarmas, gracias al almacenamiento de información en las bases de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Céspedes, J. S., & Rivas, M. C. (2012). *Hacia la implementación de un sistema de mensajería corta en un entorno de e-learning. CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) Proceedings*, 372-377.
- da Mata, D. Q., Ferreira, F. G. N., Holanda, M., Lamar, M. V., & Teixeira, G. L. (2014). *SIUT - Um Sistema de Informação Geográfica Móvel para Usuários de Transporte Público Urbano. SIUT - A Mobile Geographic Information System for Users of Urban Public Transportation.*, 2, 270-275.
- Dams, R. D. S. (2013). *Estado del arte del desarrollo de sistemas embebidos desde una perspectiva integrada entre el hardware y software. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2(22).
- Dubey, A. (2012). *Design & Development of ARM7TDMI-S based GSM Mobile for Home Automation & Security. e-Journal of Science & Technology*, 7(4), 67-74.
- Electrónica, I. D. (2016). *Tarjeta Wismo 228. Javvin Technologies, I. (2007). Radio Frequency Communication (pp. 399-399): Javvin Technologies, Inc.*
- Kruchten, P. (2013). *Contextualizing agile software development. Journal of Software: Evolution & Process*, 25(4), 351-361. doi:10.1002/smr.572
- Maiti, A., & Tripathy, B. K. (2011). *Applications of Short Message Service and WAP in Operating Remotely Triggered Laboratories. International Journal of Online Engineering*, 7(4), 20-25.
- Tripathy, A. M. a. B. K., & Vellore Institute of Technology, V., India. (2016). *Sign up to MXT - SMS Gateway - Web SMS, Email SMS & SMS APIs -*.
- Zabaleta, K., Curiel, P., & Lago, A. B. (2013). *Plataforma para la asistencia en la comunicación con dispositivos móviles sensible al contexto. Context-aware platform for mobile device-based communication assistance.*, 1, 371-377.

LA CENIZA DE CASCARILLA DEL ARROZ COMO APOORTE A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO

Por: Nelson Ricardo Camargo Pérez

Especialista en Infraestructura Vial / ingricardocamargo@yahoo.es

Resumen—La ceniza de cascarilla del arroz tiene un alto contenido de sílice que también está presente en el cemento, por lo tanto, esta investigación analiza el comportamiento mecánico, físico y químico de una mezcla de concreto hidráulico modificada con ceniza obtenida por la incineración de la cascarilla del arroz. La metodología utilizada fue un diseño experimental con una muestra patrón con resistencia a la compresión de 27.57 MPa y resistencia a la flexión de 3.8 MPa. La modificación se realizó sustituyendo cemento por ceniza en proporciones del 5%, 15% y 30%. Los resultados muestran disminución de la resistencia para los diferentes porcentajes de sustitución.

Palabras Clave—Cascarilla de arroz, ceniza, concreto hidráulico.

1. INTRODUCCIÓN

El cemento es una de las materias primas en la construcción de pavimentos rígidos en el mundo, pero su producción es considerada uno de los procesos más contaminantes que existen en nuestro planeta [1], especialmente para la vegetación que se encuentra en áreas cercanas a las fábricas de cemento [2], de aquí la importancia de encontrar nuevas materias primas que reemplacen parcial o totalmente el cemento en las mezclas de concreto hidráulico sin que se pierdan las propiedades mecánicas de la misma.

De acuerdo al DANE el Departamento de Casanare está dentro de los 5 departamentos productores de arroz en Colombia con 423359 toneladas en el segundo semestre del año 2014 y de esta producción el 20% es cascarilla del arroz [1] la cual no tiene una disposición final definida y se convierte en un desecho que no se puede almacenar por su alto volumen, por lo tanto, con esta investigación se pretende dar una solución para su disposición final y

un valor agregado a la misma.

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada fue un diseño experimental compuesto por 5 etapas:

- Selección fuente de material
- Caracterización de materiales
- Diseño de mezcla y fabricación de especímenes
- Ensayos de resistencia
- Análisis estadístico de datos y resultados

Los materiales seleccionados en esta investigación fueron cascarilla de arroz proveniente de la planta procesadora de arroz DiCorp, agregados pétreos (arena y grava) provenientes de Crasurca S.A. y cemento Holcim tipo T1 de uso comercial.

3. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Se caracterizó la ceniza de la cascarilla del arroz, el cemento portland y los agregados pétreos para conocer sus propiedades físicas y químicas.

3.1.1 Caracterización de la ceniza de la cascarilla del arroz

Se realizó una caracterización mineralógica y química de la ceniza por medio de análisis de difracción de rayos X (DRX) y microscopio electrónico de barrido (MEB) encontrándose los resultados consignados en la tabla 1, esta ceniza se obtuvo del proceso de incineración de la cascarilla del arroz a una temperatura controlada de 800°C +/- 20°C durante una hora, obteniéndose una sílice de alta reactividad.

Tabla 1. Caracterización química de la ceniza.

Análisis Químico (%)	
Descripción	Ceniza cascarilla del arroz
SiO ₂	90
Al ₂ O ₃	0.62
Fe ₂ O ₃	0.5
CaO	1.23
MgO	0.34
Na ₂ O	< 0.32
K ₂ O	2.07
TiO ₂	0.03
Pérdida al fuego	0.5

El análisis de DRX determinó que en la ceniza están presentes óxidos de silicio tipo cristobalita, cuarzo y un silicato tipo illita, óxidos de magnesio tipo brucita y carbonatos de calcio tipo calcita y el análisis de MEB determinó que tiene una forma laminar con alta presencia de sílice (figura 1).

Fuente. INCITEMA

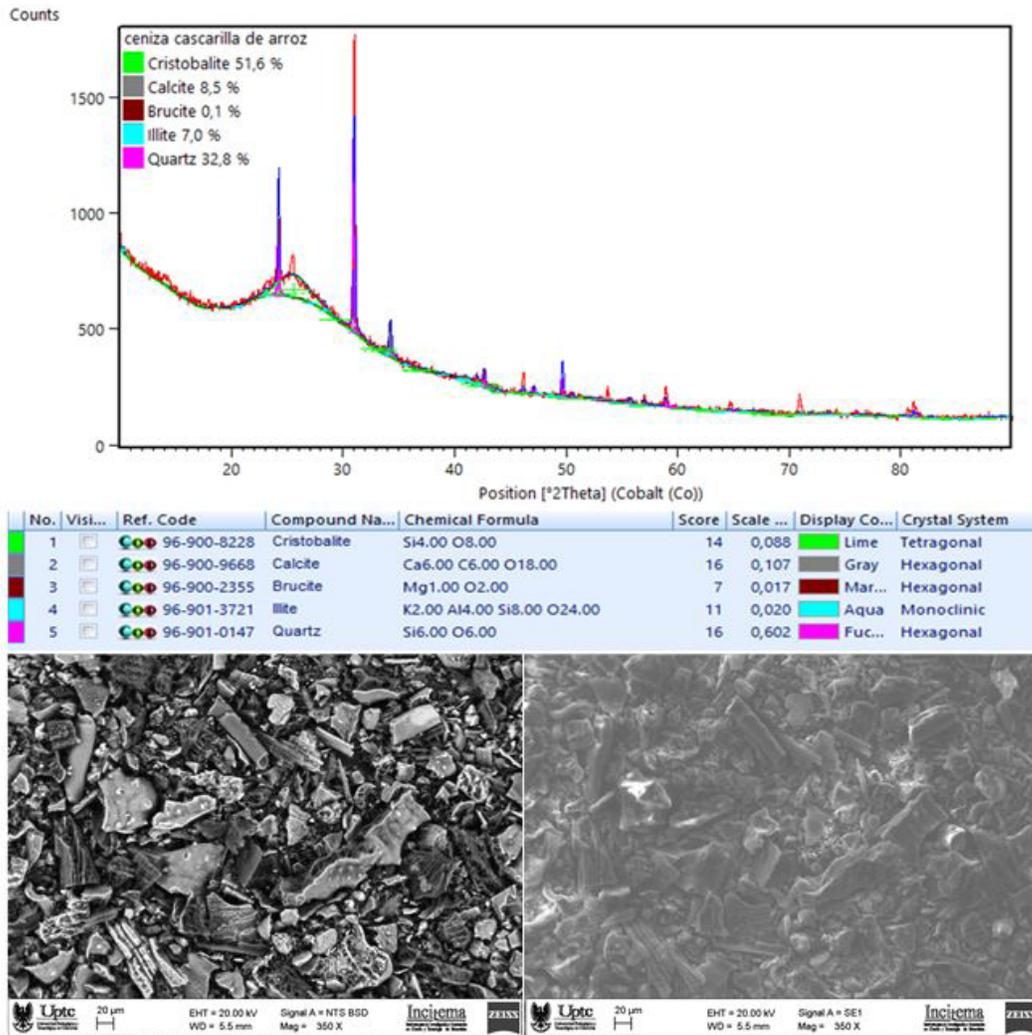


Figura 1 Caracterización mineralógica de la ceniza DRX y MEB. Fuente: INCITEMA

3.1.2 Caracterización del cemento

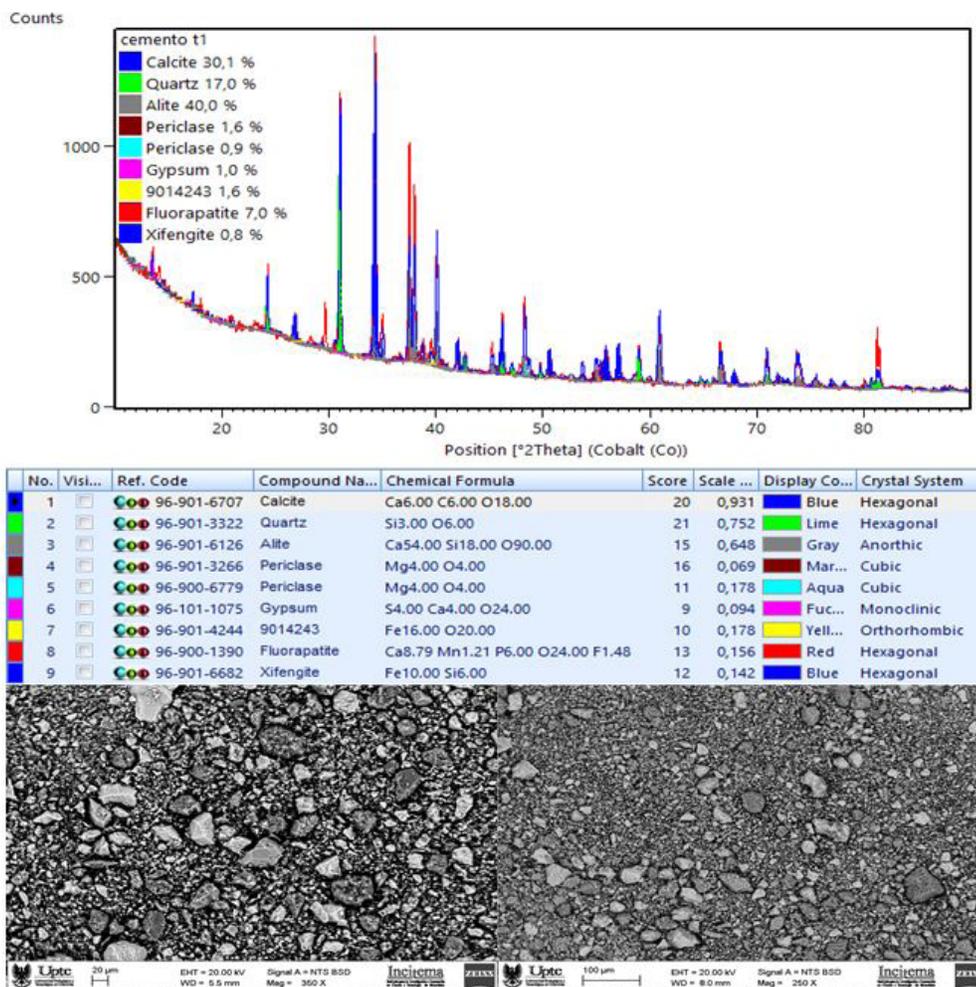
El cemento utilizado en la investigación fue portland tipo 1, que es el cemento comercial más usado en la

construcción de pavimentos rígidos, en la tabla 2 se encuentra la composición química.

Tabla 2. Caracterización química del cemento

Análisis Químico (%)	
Descripción	Ceniza cascarilla del arroz
SiO ₂	40.5
Al ₂ O ₃	5.8
Fe ₂ O ₃	2.48
CaO	40.9
MgO	0.6
P.I.	6.9
Na ₂ O	0.10
K ₂ O	0.77
TiO ₂	0.32
P ₂ O ₅	0.24
Cl	0.030

Fuente. Holcim (Colombia) S.A. Planta Nobsa



Al cemento se le realizó análisis mineralógico por medio del DRX y MEB encontrándose presencia de silicatos de calcio, carbonatos de calcio y minerales de tipo óxido, tiene una morfología laminar (figura 2).

Figura 2. Caracterización mineralógica del cemento DRX y MEB.
Fuente. INCITEMA

3.1.3 Caracterización de los agregados

Los agregados fino y grueso se caracterizaron de acuerdo a los ensayos de laboratorio descritos en el artículo 500 tabla 500-1 de las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS-2013, los agregados cumplen con la gradación requerida.

Una vez realizada la caracterización de los materiales se realizó el diseño de mezcla del concreto hidráulico [3] para una resistencia a la compresión de 27.57 MPa y módulo de rotura de 3.8MPa.

De acuerdo al diseño experimental se utilizaron 3 porcentajes de sustitución de cemento por ceniza, 5%, 15% y 30% respectivamente para ser comparados con la muestra patrón, se elaboraron

60 especímenes para ser fallados a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, tracción indirecta y flexión a los 28 días de curado; cada ensayo tuvo 3 repeticiones.

En las pruebas de resistencia a la compresión se encontró que las muestras con sustitución de ceniza por cemento presentaron menor resistencia con referencia de la muestra patrón (figura 3 (a)), con la relación que a mayor porcentaje de sustitución menor resistencia.

En las pruebas de resistencia a la tracción indirecta se encontró la misma relación que en las pruebas de resistencia a la compresión, que a mayor porcentaje de sustitución menor resistencia (figura 3 (b)), sin embargo, los valores de las muestras con sustitución del 5% están cercanos a los de las muestras patrón.

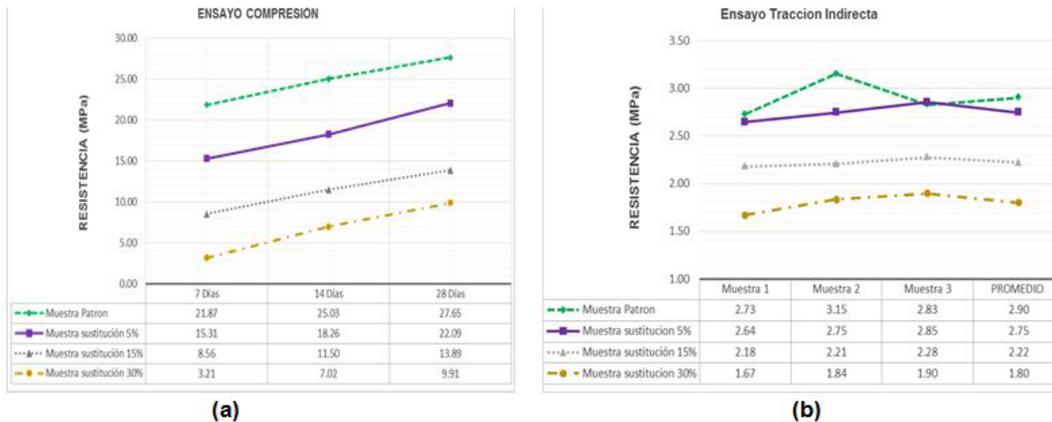


Figura 3. (a) Ensayo a compresión (b) Ensayo tracción indirecta muestra patrón y sustituciones Fuente. Elaboración propia



Figura 4. Ensayo flexión muestra patrón y sustituciones Fuente. Elaboración propia

En las pruebas de resistencia a la flexión (módulo de rotura) se encontró que las muestras patrón cumple con la resistencia teórica de diseño de 3.8 MPa y los valores de las muestras con sustitución del 5% están cercanos a la resistencia teórica, sin embargo, las muestras con sustituciones del 15% y 30% presentan valores inferiores (figura 4).

Se realizó un análisis estadístico a todos los datos de los diferentes ensayos, sin embargo para los concretos hidráulicos el ensayo más representativo es el de flexión, por lo tanto se prueban 3 viguetas

del tipo de cemento TI (1), las concentraciones al 0%, 5%, 15% y 30% (4) a los 28 días (1). $(3 \times 1 \times 4 \times 1) = 12$, con estos datos se realiza el análisis de varianza (tabla 3).

Tabla 3. Análisis de Varianza para Módulo de rotura (MPa) TI - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Concentracion T1	18,0876	3	6,02919	488,85	0,0000
RESIDUOS	0,0986667	8	0,0123333		
TOTAL (CORREGIDO)	18,1862	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Fuente: Elaboración propia

La tabla ANOVA (tabla 3) descompone la variabilidad de Módulo de rotura (MPa) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Módulo de rotura (MPa) TI con un 95,0% de nivel de confianza.

- Contraste de Hipótesis Tipo de cemento (TI)

La concentración de ceniza en el concreto no influye los valores de Módulo de rotura (MPa):

I. Se plantea la hipótesis nula y una hipótesis alternativa:

- $H_0 = \text{Modulo de Rotura}_{0\%} = \text{Modulo de Rotura}_{5\%} = \text{Modulo de Rotura}_{15\%} = \text{Modulo de Rotura}_{30\%}$
- $H_a = \text{Modulo de Rotura es distinto}$

II. El nivel de significancia del análisis es del 95% : $\alpha = 0,05$

Se establece estadístico de prueba

$$F_A = \frac{\hat{S}_A^2}{\hat{S}_R^2} = \frac{mj \sum_{i=1}^I (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})^2}{\hat{S}_R^2} - 1 \rightarrow F_{I-1;IJ(M-1)}$$

$$F_A > F_{0,95,3,8}, F_A = 488.85 > F_{0,95,3,8} = 4.066$$

se rechaza H_0 con una confianza del 95%, entonces se rechaza la Hipótesis que los módulos de rotura son similares.

4 DISCUSIÓN

La ceniza de la cascarilla del arroz presenta un alto contenido de sílice (91.4%) lo cual es coherente con otras investigaciones relacionadas con el tema [4-6], se esperaba tener un aumento en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico teniendo en cuenta que la ceniza de la cascarilla del arroz es un material puzolánico y altamente reactivo que al mezclarse con el cemento afectan las reacciones químicas en la fase de hidratación mejorando la resistencia del concreto[4,7], sin embargo no se presentó.

La cascarilla del arroz no se sometió a ningún tratamiento químico de limpieza antes de ser incinerada [8] lo cual puede incidir en la calidad de la ceniza, teniendo en cuenta los productos químicos que se deben aplicar durante la cosecha del arroz. Adicionalmente no se aplicó ningún plastificante a la mezcla para mejorar su manejabilidad [6,8] lo cual también puede incidir en la resistencia final de la mezcla.

Los análisis de DRX y MEB realizados a las mezclas con sustituciones del 5%, 15% y 30%

revelan un aumento en los silicatos de calcio lo cual es favorable, sin embargo, se deben realizar análisis más profundos a nivel molecular y conocer qué estructuras internas se están formando para saber por qué la resistencia a la flexión no aumenta.

5 CONCLUSIONES

La ceniza de la cascarilla del arroz fue obtenida a una temperatura de +/- 800°C durante un periodo de 1 hora presentando un alto contenido de sílice lo cual corrobora los datos obtenidos en investigaciones similares.

La resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión para las muestras con sustituciones del 5%, 15% y 30% estuvo por debajo de los valores de diseño, por lo tanto, no es muy factible su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos, sin embargo, los valores de la resistencia a la flexión de las muestras con sustitución del 5% estuvieron cercanos a las de diseño, por lo cual se puede realizar un análisis más profundo entre un rango de sustitución de 0% - 5%.

Los resultados no fueron los esperados, sin embargo teniendo en cuenta que el diseño de mezcla es para un concreto hidráulico de resistencia a la compresión de 27.57 MPa, se pueden generar nuevas investigaciones para concretos de menor desempeño, como los utilizados para andenes, cimentaciones y concretos estructurales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rendón, D., Ospina, M., & Mejía, R. (2009). Evaluación de la sílice obtenida de un subproducto industrial en pastas y morteros de cemento portland. *Revista informador técnico*, pp. 20-26.
- [2] Siqueira, A., Pereira, E., Modolo, V., Lemos, J., & Sousa, E. (2016). Impact of cement dust pollution on *Cedreia fissilis* Vell. (Meliaceae): A potential bioindicator species. *Chemosphere*, 158, pp. 56-65. doi:org/10.1016/j.chemosphere.2016.05.047
- [3] Rivera, G. (2013) Concreto simple. Civilgeeks. En: <http://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-//>
- [4] Águila, I. & Sosa, M. (2008). Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos, *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23, pp. 55-66.
- [5] Jamil, M., Kaihsentes, A., Raman, S. & Zain, M. (2013). Pozzolanic contribution of rice husk ash in cementitious system. *Construction and Building Materials*, 47, pp. 388-593. doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.05.088
- [6] Chao-Lung, H., Anh-Tuan, B. & Chun-Tsun, C. (2011). Effect of rice husk ash on the strength and durability characteristics of concrete. *Construction and Building Materials*, 25, pp. 3768-3772. doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.04.009
- [7] Mejía, J., Mejía de Gutiérrez, R., & Puertas, F. (2013). Rice husk ash as a source of silica in alkali-activated fly ash and granulated blast furnace slag systems. *Materiales de Construcción*, 63, pp. 61-375. doi:10.3989/mc.2013.04712
- [8] Salas, A., Mejía, R., & Delvasto, S. (2013). Developing high-performance concrete incorporating highly-reactive rice husk ash. *Ingeniería e Investigación*, 33, pp. 49-55

PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN UNITRÓPICO

La investigación en Unitrópico es uno de sus ejes misionales; consiste en una actividad académica, sistematizada y creativa, orientada a la generación y a la aplicación del conocimiento de carácter inter y transdisciplinario. La investigación sustenta la docencia y la proyección social mediante la integración de productos a la oferta educativa, así mismo incrementa el patrimonio científico y cultural de la sociedad con el fin de contribuir a construir en ésta, un orden más humano y justo.

Actualmente, la Dirección de Investigación de Unitrópico se encuentra bajo dirección del PhD. Oscar Andrés Rodríguez Fandiño, con el apoyo de la Coordinación de Producción y Divulgación, a cargo del MSc. Jorge Enrique Chaparro Mesa y la Coordinación de Fomento a la investigación, en cabeza del PhD. José Alfredo Camargo Martínez.



Este equipo de trabajo es el encargado de liderar, apoyar y evaluar los procesos de investigación de la institución, desarrollados por los docentes investigadores en cada uno de los diferentes grupos de investigación. A continuación, se presentan los resultados de los diferentes procesos investigativos desde 2014 hasta la fecha (diciembre 2016) en la institución:

I. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Proyectos a escala interna.

Los ejercicios de investigación presentan diversas escalas, todas igual de importantes entre sí. El primer acercamiento a la investigación fomentado por la Dirección de Investigación es aquel involucrado al interior de la institución, que busca promover las capacidades de los investigadores a un corto o inmediato plazo. Este ejercicio denominado convocatoria interna de investigación, ha logrado la compilación de cerca de 20 proyectos originales, de los cuales hasta el momento se han financiado cuatro (4) y se está en proceso de financiamiento seis (6) más. En resumen, los docentes con asignación en investigación plantean una actividad de corto aliento, cuya financiación requiera una inversión igualmente pequeña, pero que sus alcances sean considerablemente altos en la relación costo-beneficio. Hasta el momento las investigaciones financiadas han abarcado diversos temas, desde las ciencias exactas hasta las humanas que podemos dividir así: I) investigación básica, que abarca la exploración de la física del estado sólido; la diversidad biológica de grupos prácticamente desconocidos para la región (hemoparásitos de especies de vida silvestre); así como potencialmente se espera hacer investigación en ecología de biomarcadores (e.g. lepidóptera) y procesos químicos que pueden optimizar procesos de manejo de residuos sólidos (cascarilla de arroz); II) investigación aplicada como son las aproximaciones desde la agroforestería para el aprovechamiento de especies arbóreas y potencialmente animales de uso no convencional (apicultura); y finalmente a la luz de las III) Ciencias

sociales, como son el estudio del patrimonio inmaterial de la región y en tiempo reciente en los procesos de enseñanza-aprendizaje ya sea desde el estudio de los procesos per se, como de la utilización técnicas de la información y las comunicaciones para dichas actividades. Hasta el momento se ha logrado terminar con absoluto éxito un proceso, donde el docente llegó al culmen de la actividad con la publicación de un artículo científico en revista indexada internacional. Sin embargo, se espera que los demás procesos en desarrollo completen sus respectivas experiencias exitosas.

Proyectos a escala externa.

De igual manera, los grupos de investigación han implementado acciones para lograr ampliar su escala de acción a un nivel regional, que permiten posicionar a la institución y sus investigadores a un nivel mayor, y a su vez alimentar económicamente los procesos de investigación y con ello incrementar la viabilidad de los objetivos investigativos. En ese contexto se resaltan diversas acciones, como es la participación en convocatorias externas, y el establecimiento de convenios de participación con múltiples instituciones.

• **Convenio interinstitucional entre la Fundación Universitaria Unitrópico y PAREX RESOURCES.**

Este convenio interinstitucional busca complementar y dar continuidad a acciones de conservación del galápago sabanero en el municipio de Paz de Ariporo, lo cual posiciona a la institución como agente activo en el manejo de los recursos naturales, así como la transformación de la sociedad. De igual manera se han establecido convenios con instituciones como la Universidad Nacional de Colombia o instituciones fronteras afuera que nos han permitido generar nuevos conocimientos para la región o la ciencia.

• **Convocatoria para semilleros de investigación.**

Esta convocatoria fue abierta por la Secretaría de Educación del Departamento de Casanare, bajo la responsabilidad de la Corporación Unificada de Educación Superior CUN, dentro del Convenio Especial de Cooperación No. 020 de 2013, suscrito entre la Gobernación de Casanare y la CUN.

En dicha convocatoria le fueron aprobados 10 proyectos de investigación a grupos y semilleros de Unitrópico, sin embargo, debido a los diferentes tropiezos que ha tenido este convenio para la

asignación de recursos; tres proyectos de los ganadores fueron retirados debido a que los estudiantes coautores de algunas de las propuestas, ya se encuentran graduados, quedando los siguientes siete proyectos en proceso de ejecución.

Semillero	Nombre del proyecto	Grupo de investigación
Fungicultura	Evaluación de factores que influyen en la producción de sábila (Aloe Vera) en el departamento de Casanare	FUNGICULTURA
Siicut	Evaluación preliminar del comportamiento del caudal en la cuenca media del Río Cravo Sur, en los últimos cuarenta años.	GEIICO
Inteligencia artificial	Tecnología informática como herramienta de apoyo a los procesos agrícolas	TICTROPICO
Viglas del patrimonio	Letra viva, cantos de trabajo de llano.	DIVERSOS
Inteligencia artificial	Desarrollo tecnológico mediante técnicas de realidad aumentada para dispositivos móviles y plataforma web para la promoción del turismo en el departamento de Casanare.	TICTROPICO
Inteligencia artificial	Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, una herramienta para mejorar la calidad de la educación superior en Casanare"	TICTROPICO
Sifloras	Evaluación de la Calidad de Semilla y Crecimiento del Caracaro (<i>enterolobium cyclocarpum</i>) en el Campus Universitario de Unitrópico.	G5IAS

• **Semana Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014 en el Departamento de Casanare.**

Proyecto cofinanciado por COLCIENCIAS, dentro de la Convocatoria 641-2013 para la realización de la SEMANA NACIONAL CTel. Programa APROPIACIÓN SOCIAL. Este proyecto fue presentado por Unitrópico con el apoyo del Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, CODECTI de Casanare. El objetivo de este proyecto fue desarrollar, implementar y evaluar estrategias que permitan la apropiación social del conocimiento, mediante la participación e interacción de la sociedad civil, la comunidad académica y científica, el sector productivo y los entes gubernamentales, con el fin de fortalecer los procesos de diálogo y toma de decisiones respecto al uso y conservación de fuentes no convencionales de energía y eficiencia energética. Dicho proyecto se ejecutó con la realización de más de 30 actividades de investigación con el propósito de apropiar la Ciencia y la Tecnología a lo largo del Departamento de Casanare.

II. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE UNITRÓPICO.

Tres grupos de investigación de Unitrópico fueron categorizados en el reconocimiento de grupos 2015, realizado por COLCIENCIAS y publicado en el mes de abril de 2016.

Grupo de investigaciones biológicas de la Orinoquia - **GINBIO**, dirigido por el PhD. Oscar Andrés, Rodríguez.



CATEGORIA C.

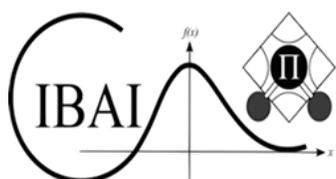
OBJETIVO. Desarrollar investigación científica que contribuya a la caracterización de especies asociadas a los ecosistemas de piedemonte y sabana inundable presentes en el departamento

de Casanare y la región de la Orinoquia, incluyendo aspectos de su ecología, biología y distribución geográfica. Adicionalmente tenemos como objeto desarrollar investigación en las áreas de parasitología e inmunología de vertebrados asociados a ecosistemas presentes en la Orinoquia Colombiana.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. Botánica y etnobotánica; parasitología e inmunología; dinámica poblacional y distribución de insectos neo tropicales.

INTEGRANTES. PhD. Oscar Andrés Rodríguez Fandiño. MSc. Plutarco María Urbano. Esp. Luz Elena Suárez Jiménez.

Grupo de investigación en Ciencias Básicas, Aplicación de Innovación "CIBAIN" dirigido por el PhD. José Alfredo Camargo.



Grupo de Investigación en Ciencias Básicas Aplicación e Innovación

CATEGORIA C.

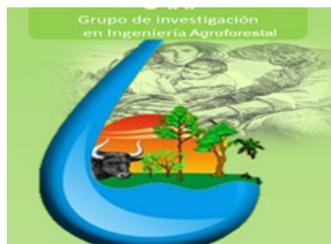
OBJETIVO. Consolidar investigaciones en el área de ciencias básicas e ingeniería, desde una mirada interdisciplinaria

para generar conocimiento y nuevas alternativas de desarrollo científico-tecnológico en la región y el país.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. Fotoquímica y bioprospección; ingeniería de procesos agroindustriales; física del estado sólido y cálculos ab-initio; construcción y/o aplicación de modelos matemáticos y estadísticos.

INTEGRANTES. PhD. José Alfredo Camargo Martínez; M.Sc. Lady Johana Correa Higuera; Doc. Dairo Díaz Tovar; MSc. Fernando A. Trujillo Suárez.

Grupo de investigación de Ingeniería Agroforestal "G5IAF" dirigido por el M.Sc. Ildelfonso Narváez Ortiz.



CATEGORIA D.

OBJETIVO. Desarrollar y ejecutar proyectos de investigación relacionados con las interacciones biofísicas,

producción y manejo agropecuario y forestal y la conservación de la biodiversidad.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. Restauración ecológica, recuperación y rehabilitación de áreas degradadas; geomántica, teledetección y sistemas agroforestales; productos maderables y no maderables de los ecosistemas boscosos del departamento del Casanare; silvicultura y aprovechamiento agroforestal; sistemas agroforestales y sanidad vegetal.

INTEGRANTES. MSc Ildelfonso Narváez Ortiz; MSc. Luis Fernando Moreno; MSc. Rocío Ortiz Paz. Ing. Edwin Leonardo Ramos.

Adicionalmente, la institución cuenta con cuatro grupos de investigación más, los cuales se encuentran desarrollando acciones de investigación a fin de lograr la categorización de Colciencias en la próxima convocatoria.

• Grupo de investigación "TICTROPICO"

Misión: Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en la región del llano, a través de herramientas informáticas que potencialicen la productividad y contribuyan al desarrollo de la ciencia y la tecnología mediante la exploración de temas relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la bioinformática, la robótica, la cibernética, la biónica y la inteligencia artificial.

Director: M.Sc. Jorge Enrique Chaparro Mesa.

• Grupo de investigación "GEILCO"

Misión: Estudiar los elementos Agua, Suelo en la Orinoquia Colombiana, enfocado al análisis, caracterización y generación de herramientas, para la planeación, proyección y ejecución de proyectos de ingeniería Civil. **Director:** Esp. William Rojas Vergara.

- **Grupo de investigación “EDUTROPICO”**

Misión: Adelantar procesos de investigación sobre los factores asociados a la calidad de la educación, generando estrategias que conlleven a la deconstrucción, construcción y transformación del conocimiento, dando respuesta a los requerimientos que la sociedad exige en materia educativa. **Director:** Licenciado. Libardo Roa

- **Grupo de investigación “CEAT”**

Misión: Fortalecer y direccionar los programas de investigación a nivel empresarial y turístico a partir de la formulación de unas líneas y programas de investigación propios acordes con las líneas de investigación institucional, pero que permitan a los docentes y estudiantes de la facultad de ciencias económicas y administrativas participar en el mismo, mediante el trabajo en red; así mismo, reproducir la capacidad investigativa y ampliar el capital intelectual en el campo del turismo y en el campo empresarial. **Director:** MSc. Otty Sarmiento Barrios.

III. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN UNITRÓPICO

Las publicaciones científicas, es decir artículos en revistas indexadas, libros y capítulos de libros, son el mecanismo para la divulgación de los resultados de actividades de investigación desarrollados por los investigadores. Dichas publicaciones permiten la interacción académica con la comunidad científica. La investigación que no se publica, no existe.

La producción científica en Unitrópico se debe al esfuerzo de los integrantes de los grupos de investigación, investigadores unitropistas, en la mayoría de los casos, gracias a importantes alianzas con otras instituciones académicas e investigadores. A continuación, se presenta un listado de los artículos científicos en revistas indexadas nacionales e internacionales (16) y capítulos de libro (4) publicados desde 2014 hasta fecha (dic. 2016) por los diferentes grupos de investigación unitropistas.

GRUPO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DE LA ORINOQUÍA - GINBIO

1. **Muñoz-Cruz, G.** et al. (2014). Trypanosome species in neo-tropical bats: Biological, evolutionary and epidemiological implications. *Infection, Genetics and Evolution* 22, 250–256.

2. **Suárez Jiménez, L. H.** et al. (2014). New approaches to pre-Columbian raised-field agriculture: ecology of seasonally flooded savannas, and living raised fields in Africa, as windows on the past and the future. En Rostain S., Amazonía. Memorias de las Conferencias Magistrales del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica (pp. 55-69). Quito, Ecuador: EIAA.

3. **Urbano, P.** et al. (2014). Diversidad y estructura de las comunidades de Lepidóptera en la zona del ecotono entre el piedemonte llanero y sabana inundable en Casanare-Colombia (Lepidóptera: Papilionoidea). *Shilap. Revista de Lepidopterología* 42, 433-447.

4. **Rodríguez-Fandiño, O. A.**, et al. (2014). Description of *Leucocytozoon quynzae* sp. nov. (Haemosporida, Leucocytozoidae) from hummingbirds, with remarks on distribution and possible vectors of leucocytozoids in South America, *Parasitology Research* 113, 457–468.

5. **Urbano P., Poveda, C. and Molina, J.** (2015). Effect of the physiognomy of *Attalea butyracea* (Arecaceae) on population density and age distribution of *Rhodnius prolixus* (Triatominae), *Parasites & Vectors* 8, 199.

6. **Suarez Jiménez, L.E.** (2016). The Surales, Self-Organized Earth-Mound Landscapes Made by Earthworms in a Seasonal Tropical Wetland, *PLoS ONE* 11(5), e0154269.

7. **Núñez, L. A. y Carreño, J.** (2016). Análisis espacial de los visitantes florales y polinizadores del moriche (*Mauritia flexuosa*: Arecaceae) en Colombia. En Lasso, C. A., Colonnello, G. y Moraes, M. (Eds). Serie Recursos Hidrobiológicos Y Pesqueros Continentales De Colombia. XIV. Morichales, Cananguchales Y Otros Palmares Inundables De Suramérica Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina (p.p. 131-155), Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

8. **Núñez, L. A. y Carreño, J.** (2016). Las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) visitantes florales de palmas (arecaceae) en Colombia, y su papel en la polinización. En Nates Parra, G. (Ed.). Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Capítulo Abejas (p.p. 213-235), Bogotá,

Colombia: Universidad Nacional de Colombia

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS, APLICACIÓN DE INNOVACIÓN – “CIBAIN”

1. **Camargo-Martínez, J. A.**, Espitia, D. and Baquero, R. (2014). First-principles study of electronic structure of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$, *Revista Mexicana de Física* 60, 39–45.

2. **Camargo-Martínez, J. A., Correa-Higuera, L. J.** and Baquero, R. (2014). Analysis of the Performance of the mBJLDA Potential Considering Pressure, *Revista Ciencia en Desarrollo* 5(2), 117-124.

3. **Trujillo Suárez, F. A.** et al. (2015). Determinación de acrilamida en el procesamiento de la panela por cromatografía líquida. *Revista Ciencia en Desarrollo* 5(2), 99-106.

4. **Camargo-Martínez, J. A.**, Espitia, D. and Baquero, R. (2015). Atomic displacements effects on the electronic properties of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$, *Revista Mexicana de Física* 61, 88–95.

5. **Camargo-Martínez, J. A.** and Baquero R. (2016). Effects of Pb doping on structural and electronics properties of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$, *Physica C: Superconductivity and its Applications* 521–522, 22–28.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERIA AGROFORESTAL – “G5IAF”

1. **Ortíz-Paz, R. A.**, Guzmán-Piedrahita, O. A. y Leguizamón-Caycedo, J. (2015). Manejo integrado del nematodo del nudo radical [Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood y Meloidogyne mayaguensis Rammh & Hirschmann] en almácigos de guayabo (*Psidium guajava* Linneo), variedad Palmira ICA-1, *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* 19(2), 104-138.

2. **Ortíz-Paz, R. A.**, Guzmán-Piedrahita, O. A. y Leguizamón-Caycedo, J. (2015). In vitro effect of *Purpureocillium lilacinum* (Thom) LuangsaArd et al. AND *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (Kamyschko ex Barron & Onions) Zare & Gams on the root-knot nematodes [Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood AND Meloidogyne nemayaguensis Rammh & Hirschmann], *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* 19(2), 154-172.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN DE UNITROPICO – EDUTROPICO

1. **Roa, L. y Centeno, J.** (2015). Centro de producción textual Unitropista. En Molina-Natera V. (Ed.). *Panorama de los Centros y Programas de Escritura en Latinoamérica*. Santiago de Cali, Colombia: Sello editorial Javeriano.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE INNOVACION EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES – “TICTRÓPICO”

1. Barrera Lombana, N., **Chaparro-Mesa, J. E.**, y León Socha F. A. (2016). Módulo de agrometría basado en plataforma Android y Bluetooth RN42, “AgroApp”. *Revista Gerencia Tecnológica Informática* 15(41), 17-41.

Artículos aceptados para próximas publicaciones:

1. **Rodríguez-Fandiño, O. A.**, et al. (2016). Maturation phenotype of peripheral blood monocyte/macrophage after stimulation with LPS in irritable bowel syndrome. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*. Fecha de aceptación: septiembre 2016. Grupo GINBIO.

2. Rodríguez-Gutiérrez, J. L., **Alvarado-Camacho, A. E., Chaparro-Pesca, J. A. y Correa-Higuera, L. J.** Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de *Copaifera pubiflora* (Benth), sobre la germinación de *Mimosa pudica* (Lineo). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN)*. Fecha de aceptación: octubre 2016. Grupo CIBAIN.

3. González, L. A. y **Sarmiento-Barrios O.** Determinación de indicadores pertinentes a utilizar dentro de un sistema de gestión de información turística para el departamento de Casanare. *Revista Turismo y Sociedad*. Fecha de aceptación: noviembre 2016. Grupo SEAT.

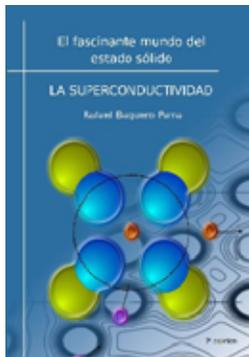
EL Fondo Editorial Unitrópico



La Dirección de Investigación apoyó la creación Fondo Editorial Unitrópico con el objetivo de Incentivar, fomentar y difundir la producción intelectual y académica

de Unitrópico y la región. Dicho Fondo se pone en marcha en 2015 con la apertura a las publicaciones de la serie “Cuadernos Orinocenses” con su primera Superconductividad” del Dr. Rafael Baquero Parra, reconocido investigador del CINVESTAV-México.

Baquero R. (2015). El fascinante mundo del estado sólido: La superconductividad. Yopal, Colombia: Fondo Editorial Unitrópico.



IV. GESTIÓN MOVILIDAD ACADÉMICA

Como parte de una estrategia para generar, aumentar y mejorar la producción científica y académica de nuestra institución, desde la Coordinación Fomento a la Investigación, bajo la dirección del Dr. José A. Camargo M., en 2015 se generó la gestión para la movilidad académica de tres (3) docentes unitropistas, para realizar estudios de Doctorado en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados – Cinvestav y el Instituto Politécnico Nacional – IPN en México. Además de ser aceptados por sus respectivos programas, reciben actualmente una beca por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Conacyt de México. Nuestros docentes y sus ubicaciones son:

- Lady Johanna Correa Higuera en el Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos en el Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del IPN.
- Diana María Lara Medina en el Doctorado en Matemática Educativa en el Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav.
- Jairo Hernández Niño en el Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad del Cinvestav.

Esta movilidad docente, que cuenta con el apoyo de los estamentos administrativos de



Docentes unitropistas, Diana Medina y Lady Correa en Cinvestav-IPN México

la institución, tendrá un gran impacto futuro en la academia e investigación unitropista.

V. CAPACITACIONES

De igual manera, para la dirección de investigación los procesos de capacitación o formación son centrales para un óptimo desarrollo de los potenciales involucrados. En ese tenor la Dirección de Investigación ha desarrollado dos ejercicios (en 2014 y en 2016) de capacitación, que pretendieron mejorar las condiciones investigativas de los docentes. Ambas experiencias tuvieron su centro de actividades a la luz de la coordinación de fomento de la investigación, con el apoyo constante de la dirección en pleno.

En un primer momento, se desarrolló a partir de una interacción con el cuerpo docente de tiempo completo una revisión general de los elementos involucrados con los procesos de investigación, centrado principalmente en la construcción y formulación de proyectos, con el fin de consolidar procesos de consecución de recursos. Este primer

ejercicio, aunque obtuvo resultados, no alcanzó los estándares en productividad esperados evidenciados en aumento en proyectos financiados por entidades externas, como se espera a partir de dicha actividad. No obstante, esta experiencia permitió obtener un diagnóstico más acertado de las condiciones de los docentes en el campo investigativo.

Más recientemente, la dirección de investigación luego de revisar las condiciones actuales de los docentes, realizó un pequeño pero efectivo ejercicio de actualización. La mencionada actualización se centró en la importante actividad de revisión bibliográfica. Es así como se realizó una actualización en los avances involucrados con índices de evaluación bibliográfica, bases de datos, búsqueda efectiva de documentos, y finalmente una breve actividad de disección de documentos.



REVISTA
ORINOQUIA
— CIENCIA Y SOCIEDAD —