

# Observador del Conocimiento

Revista Científica



LAGO DE VALENCIA, ESTADOS ARAGUA Y CARABOBO 30-12-2012





# Observador del Conocimiento

---

Vol. 2 Nº 1

Espacio abierto para los  
**Saberes en Ciencia, Tecnología e Innovación**

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

# EDITORIAL

Llegó el año 2014, el inicio de este volumen corresponde al penúltimo año para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), estamos a menos de 350 días de la fecha tope para alcanzar las metas e indicadores especificados en los Retos del Milenio, en el año 2015. Tomando en cuenta los ODM concentraremos nuestra atención en el agua potable como recurso fundamental para la vida en el Planeta Tierra. La meta del ODM relativa al agua potable se ha alcanzado cinco años antes de lo previsto, a pesar de un crecimiento significativo de la población. Siendo la República Bolivariana de Venezuela uno de los primeros países del mundo en alcanzar este objetivo, con una política de Estado de inclusión ha logrado ser un modelo de paradigma para los demás países, en aras de alcanzar las metas en relación al acceso del agua potable por la mayor cantidad de personas de comunidades rurales, urbanas y zonas semiáridas y el saneamiento de aguas servidas.

El agua es el recurso imprescindible para el desarrollo sustentable de un país, radica en la disponibilidad, uso y manejo adecuado del recurso hídrico, de éste depende la vida, el establecimiento de los sistemas de producción y la calidad de los ecosistemas. En este sentido, el Gobierno Bolivariano ha establecido como objetivos estratégicos en el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013, Primer Plan Socialista, y en el Segundo Plan Socialista 2013-2019, la gestión del agua como prioridad absoluta en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida de la población venezolana y de la universalización del servicio de agua potable para todos por igual.

En el marco de la ejecución de proyectos de cooperación técnica, el Estado ha participado en la ejecución de los mismos como es el caso del proyecto “Mejora de la Gestión de las masas de aguas que están contaminadas con metales”, parte del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnologías Nucleares en América Latina y El Caribe, conocido como Proyecto ARCAL RLA 010, en el año 2007.

Otra iniciativa de la Revolución Bolivariana fue la declaración de Caracas, en Noviembre de 2011, donde los integrantes del Parlamento Latinoamericano, Capítulo Venezuela y el Pueblo que participó en el Foro Internacional “El Derecho Humano al Agua que nos une: perspectivas sociopolíticas contemporáneas”, acuerda entre otros aspectos que “el derecho al agua es un derecho fundamental e inalienable, inherente a la vida, integridad y dignidad humana, toda vez que el agua es un bien común universal de carácter natural, tangible y vital para la supervivencia de la diversidad biológica en el Planeta”. Debemos tomar conciencia sobre la importancia del agua para contribuir con la salvación de la vida en este Planeta y la supervivencia de la especie humana que está amenazada en el mediano plazo”. Asumamos el reto, y contando con el Talento Humano Venezolano, ejército de mujeres y hombres, en sus diferentes roles, que ejecutan investigaciones conjuntas para que nuestras cuencas, algunas degradadas, otras totalmente preservadas, todas potencial recurso hídrico de nuestro país, logren el desafío que representa para nosotros las ciudadanas y ciudadanos de esta Patria, el gran compromiso de ver nuestros espacios otra vez hermosos y como fuente de vida, desarrollo sustentable y calidad ambiental.

Año de la Juventud Bicentenaria.

“No podemos optar entre vencer o morir. Necesario es vencer”

JOSÉ LUIS BERROTERÁN



**MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

**Ministro**

Manuel Ángel Fernández

**Viceministro de Formación para la Ciencia y el Trabajo**

Alberto José Quintero

**Viceministro para el Fortalecimiento de la Ciencia y la Tecnología**

Francisco Antonio Durán

**Viceministro para las Telecomunicaciones, Tecnologías de Información y Servicios Postales**

Carlos Figueira

**CRÉDITOS DE LA REVISTA**

***“Observador del Conocimiento”***

**Editor Jefe**

José Luis Berroterán

**Director**

Nelson Díaz

**Consejo Editor**

Marleny Suárez

Janett Ugarte

Nelson Díaz

Santiago Ramos

Manuel López

**Asistente Consejo Editor**

Zulma Hernández

**Corrección**

Alessio Chinellato

Eduardo Lettmann

Nicolás Serratto

Sonia Rodríguez

**Concepto Gráfico y Diagramación**

Riednollys García

**Diseño de Cubierta**

Riednollys García

**Imagen de Cubierta**

Santiago Ramos

Idania Briceño

Nicolás Serratto

**Colaboradores de este número**

Neyla Mendoza, Martín Moreno, Karl Pticer, Lizmaybell Torres, Sol Arcay, José Palacios, Doris Villaroel,  
Juan Carlos Santander, Felgris Araca, Luis Enrique González

**Depósito Legal: pp201402DC4456 ISSN: 2343-6212**

“Observador del Conocimiento” es una revista científica arbitrada que cuenta con un Consejo Técnico de Evaluación conformado por un Cuerpo de Árbitros en diferentes disciplinas y áreas de conocimiento con vasta formación académica, experticia técnica y calidad profesional, es editada por el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti), órgano adscrito al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación (Mppci).

# CONTENIDO

---

## AMBIENTE

- 9 Anidación de *Dermochelys Coriacea* en el pn médanos de Coro e iniciativa de conservación en la bocaína, Paraguaná, estado Falcón  
**Rondón María**

- 15 Estudio ambiental del lago de Valencia  
**Suárez Marleny**

- 27 Homogeneidad morfológica de series de suelos, altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela  
**Jaimes E., Pineda N., Larreal M.**

## CIENCIAS DE LA TIERRA

- 37 Caracterización granulométrica de sedimentos superficiales del lago de Valencia  
**Suárez Marleny**

## EDUCACIÓN

- 51 Diagnóstico de las competencias digitales en docentes y estudiantes universitarios  
**Zambrano Jean, Izarra Jenny, Londero Anthony, Araque Yarelis, Calderón Jesús**

- 61 Diseño de cuentos multimedia para fomentar la lectura en niños con discapacidad visual  
**Fernández Luisenia**

- 71 Estudio de las oclusivas sordas /p, t, k/ en el habla espontánea de Maracay aproximaciones acústicas  
**Rossell Omar**

- 83 Importancia del aprendizaje 2.0 a través de la web 2.0  
**Chipia Joan, León Francisco, Ortiz Germán, León Juan**

- 91 Lineamientos estratégicos para el desarrollo del sector financiero venezolano basados en el ciclo de la inteligencia de negocios  
**Roo A., Boscán N.,**

- 101 Modelo de mejoramiento continuo para la gestión de los procesos académico - administrativo del departamento de construcción civil del IUTAG.  
**Ferrer Danny**

## INNOVACIÓN

- 115 El aprendizaje de la química a través del lenguaje de señas venezolano  
**Colmenares P., Vizcaya T.**

- 123 Prototipo inalámbrico de electromiografía para el análisis clínico de la marcha de pacientes hemipléjicos  
**Ubaldo R., Padilla L.**

## SALUD COLECTIVA

- 135 Caracterización inmunológica de péptidos sintéticos representando secuencias naturales de *Leishmania spp*  
**Télles-Quintero Senobia, Latorre Lisette, Velasquez Zamira**

- 
- 145 Comparación del efecto analgésico perioperatorio de clorhidrato de morfina peridural y endovenoso en perras sometidas a ovariohisterectomía electiva**  
*Chávez Víctor E., Mogollón Laura V., Montes Freiban S., Villarroel Fernando J., Villarroel Rommer J.*
- 155 Cromomicosis endemia familiar invalidante de los criadores de Caprinos en las zonas rurales semiárida del estado Falcón.**  
*Yegres Francisco, Paris Luis, Hernández Henri, Yegres Nicole R*
- 159 La nutriescuela una herramienta de mercadeo social en la comunidad Rafael Caldera, municipio Valera, Trujillo – Venezuela**  
*Luna María, Rojas Elina*
- 169 Lípidos aislados de leche materna regulan la expresión de Citoquinas en células intestinales humanas (Caco-2)**  
*Sánchez G., Barrera G.*
- 179 Niveles de elementos traza esenciales en cabello de niños de la etnia Barí**  
*Bravo Alfonso, Hernández Yorman, Montilla Brinolfo, Colina Marinela, Semprún Neomar, Villalobos Daniel, Martínez Ninfa*
- 189 Polimorfismos del gen *slc11a1* en cabras criollas. un estudio inicial de la resistencia natural a paratuberculosis**  
*De La Rosa Oscar, Marques Alexis F., Vásquez Belkys J., Dickson Luis C.*
- SEGURIDAD ALIMENTARIA**
- 195 Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (carica papaya)**  
*Hernández J., Fernández V., Sulbarán B.*
- 203 Efecto de la fertilización orgánica con npk sobre la materia orgánica, y el rendimiento del maíz en suelos degradados**  
*Arrieche I., Ruiz M.*
- 213 Evaluación de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en hoja de caña y tusa de maíz**  
*Morillo O., Guerrero B., Toro J., Tovar B., Castañeda R., García P., Cuervo W., Torres Y.*

---

---

# **ANIDACIÓN DE *DERMOCHELYS CORIACEA* EN EL PN MÉDANOS DE CORO E INICIATIVA DE CONSERVACIÓN EN LA BOCAÍNA, PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN**

Rondón María  
Programa de Ciencias Veterinarias (UNEFM)  
mmedicci@gmail.com.

## **Resumen**

La tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*) es una de las cinco especies de tortugas marinas que se localizan en las costas venezolanas, la cual se encuentra “En Peligro Crítico de Extinción”, principalmente por el saqueo de sus huevos y la muerte intencional y accidental de las hembras anidadoras. El objetivo del presente trabajo fue registrar las evidencias de anidación de las hembras de tortuga cardón, tales como, huellas, nidos y emergencia de crías, en el sector La Encrucijada ubicada dentro del PN Los Médanos de Coro, e iniciar una campaña de conservación de tortugas marinas en la comunidad de La Bocaína en conjunto con El Ministerio del Ambiente e INPARQUES. Durante los meses de Abril-Julio del 2007 hasta el 2011 se hicieron recorridos por la playa del sector La Encrucijada para registrar la actividad de anidación de las hembras de la tortuga cardón, observándose una densidad de 10 nidos por Km de playa, principalmente en los meses de abril y julio. En el 2012 se realizó un taller teórico práctico sobre la biología e importancia de las tortugas marinas al personal de INPARQUES y el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente Falcón. De igual forma, se dictaron dos charlas, sobre la conservación de estas especies, a los pobladores de La Bocaína, a partir de las cuales surgió como iniciativa propia la realización de trípticos, pancartas y camisetas, de manera de impulsar la protección de las tortugas marinas basado en la misma comunidad tanto dentro como fuera del Parque Nacional.

**Palabras clave:** anidación, *Dermochelys coriacea*, parque nacional.

## Introducción

La tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*) es una de las cinco especies de tortugas marinas que se localizan en las costas venezolanas. Se sabe que esta especie anida en las playas de la costa este de la península de Paraguaná, dentro del Parque Nacional Los Médanos de Coro (Rondón, 2011). Sin embargo, es muy poca la información sobre la anidación de esta especie en la zona.

La tortuga cardón posee el área de distribución más extensa de cualquier otro reptil, habita tanto en aguas tropicales, así como en aguas frías canadienses y europeas. Esta especie deja sus áreas de residencia y alimentación, para anidar en playas tropicales (Guada y Solé, 2000). En el Caribe, la anidación del cardón se extiende desde marzo hasta mediados de agosto (Girandot y Fretay, 1996).

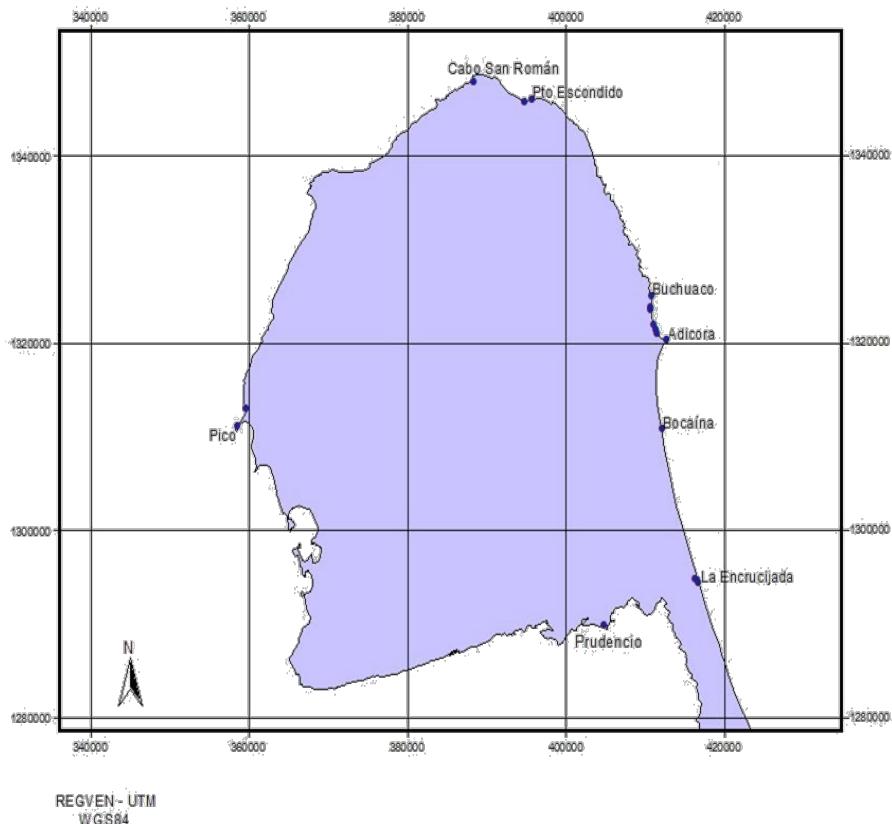
Esta especie está catalogada como “En Peligro Crítico de Extinción” en la lista roja de la IUCN (IUCN, 2012) y en el Libro Rojo de Venezuela (Buitrago y Guada, 2008), principalmente por el saqueo de sus huevos y la muerte intencional y accidental de las hembras anidadoras (Guada y Solé, 2000). La tortuga cardón y las otras especies de tortugas marinas han sido explotadas desde épocas antiguas, por ende, la conservación de éstas requiere no sólo del manejo de la especie como tal, sino también, del manejo de la gente. Por esta razón, es indispensable que su conservación esté integrada y respaldada por las comunidades que interactúan

con las tortugas y sus hábitats (Frazier, 2000).

El objetivo de este trabajo fue registrar las evidencias de anidación de las hembras de tortuga cardón, tales como, huellas, nidos y emergencia de crías, en el sector la Encrucijada ubicada dentro del PN Los Médanos de Coro, e iniciar una campaña de conservación de tortugas marinas en la comunidad de La Bocaína en conjunto con El Ministerio del Ambiente e INPARQUES.

## Materiales y Métodos

El sector La Encrucijada (1294833.48 N; 416369.80 E) se encuentra en la costa este de la península de Paraguaná, dentro del Parque Nacional Los Médanos de Coro. El clima es semiárido, con una temperatura que oscila entre 27 y 30 °C y la precipitación entre 250-500 mm (Berroterán, 2010). Es una playa muy dinámica y de alta energía, con un oleaje fuerte y la presencia de una gran cantidad de desechos sólidos provenientes del mar. La comunidad de La Bocaína (1310849.81 N; 412104.97 E) aunque no se encuentra dentro del PN es la más cercana a la playa de La Encrucijada (Figura 1).



**Figura 1. Localización de La Encrucijada y La Bocaína en la península de Paraguaná.**

Durante el mes de julio del 2007 se hizo una caminata exploratoria diurna en la playa del sector La Encrucijada, con el fin de buscar alguna evidencia de anidación de tortugas marinas, tales como, huellas, nidos y/o emergencia de crías e identificar la especie. Adicionalmente, se midió el largo de la playa y se geoposicionó con un GPS marca Garmin. A partir del 2008 hasta el 2011, entre abril y

julio, se hicieron censos puntuales para registrar y contabilizar los nidos. Cada nido encontrado se marcó para evitar contabilizarlo nuevamente al siguiente recorrido.

En el 2012 se realizó un taller en el mes de enero, para el personal de INPARQUES, el MPPA y otros entes no gubernamentales, sobre la biología e importancia de las tortugas marinas. Posteriormente, en el mes

de febrero se realizó una salida al sector La Encrucijada y La Bocaína, para la observación de nidos de las tortugas marinas. Adicionalmente, en marzo se dictaron dos (2) charlas sobre la conservación de estas especies, a los pobladores de la comunidad La Bocaína con colaboración del personal de INPARQUES, MPPA, Movimiento de Mujeres Clara Zetkin y Consejo Comunal La Bocaína.

## Resultados y Discusión

En la salida exploratoria se encontraron 10 nidos pertenecientes a la especie *Dermochelys coriacea*. Adicionalmente, se apreciaron rastros de crías de la misma especie, que habían emergido la noche anterior. Se localizó el nido y se revisó, hallándose una cría viva que fue liberada inmediatamente al mar.

**Tabla 1. Número y densidad de nidos encontrados en el sector La Encrucijada durante los años 2007-2011**

Año	Nº de nidos	Densidad de nidos
2007	10	9
2008	20	17
2009	5	4
2010	11	10
2011	11	10

**Fuente:** elaboración propia.

En promedio se encontraron 10 nidos de tortuga cardón por Km de playa por año, en su mayoría durante el mes de abril. Cabe destacar que, los censos realizados han sido de forma puntual durante el mes, por lo cual sería de importancia hacer un seguimiento semanal, principalmente

Se observaron los caparazones y las cabezas de dos tortugas cardón varadas muertas, pero no se pudo determinar la causa de su muerte.

La playa de La Encrucijada tiene una extensión aproximada de 20 Km, sin embargo, la anidación de la tortuga cardón está restringida a 1.15 Km de playa. Quizás se deba a la presencia de una roca que se encuentra a lo largo de la orilla, ya que esta especie prefiere playas anchas y extensas, desprovista de rocas y una vía de entrada desde el mar profundo y sin obstrucciones (Pritchard y Mortimer, 2000)

En los censos subsiguientes se encontraron nidos sólo de tortuga cardón. El número y la densidad (número de nidos/km de playa) de nidos que se encontraron por año se muestran en la Tabla 1.

en los meses pico (abril y mayo) de anidación de esta especie. Rondón (2011) encontró que La Encrucijada es la playa más importante de anidación para esta especie, en la península de Paraguaná. Según Richardson (2000), las playas de anidación proporcionan una pequeña

pero muy importante oportunidad para estudiar la biología de la reproducción de las tortugas marinas.

En el taller dictado al personal de INPARQUES, el MPPA y otros entes no gubernamentales, se explicó la biología y la importancia ecológica que tienen las tortugas marinas. De aquí surgió la inquietud de iniciar un proyecto de educación ambiental, en las poblaciones aledañas al PN Médanos de Coro, para la conservación de estas especies. Durante el recorrido que se realizó en la playa, como parte del taller, se encontraron 3 tortugas cardón varadas muertas, pero no se pudo identificar la causa de muerte.

En marzo se dictaron dos (2) charlas, sobre la conservación de tortugas marinas y su valor ecológico, a los pobladores de la comunidad La Bocaína con colaboración del personal de INPARQUES, MPPA, Movimiento de Mujeres Clara Zetkin y Consejo Comunal La Bocaína. A partir de la charla nació como iniciativa propia de la comunidad, impulsar y promover la protección de las tortugas marinas realizando trípticos, pancartas, camisetas y actividades deportivas, para informar tanto a locales como a turistas sobre la importancia de conservar estas especies, tanto dentro como fuera del Parque Nacional.

En todo proyecto de conservación es indispensable la participación de los diversos sectores de una comunidad para una “Conservación Basada en la Comunidad”, donde uno de los objetivos primarios es el desarrollo de prácticas culturalmente aceptables para proteger

a las tortugas marinas y sus hábitats, beneficiando al mismo tiempo a las comunidades costeras. Es decisivo el entender tanto los conocimientos tradicionales locales como la biología básica de las tortugas marinas, para poder integrar el conocimiento y creencias autóctonas con las explicaciones científicas (Frazier, 2000).

Es importante que se siga promocionando una forma de uso de los recursos sin que disminuyan su valor a largo plazo, en términos económicos, sociales y ecológicos (Frazier, 2000). Y que la misma comunidad sea la que multiplique este uso sostenible de los recursos naturales, en este caso de las tortugas marinas.

## **Conclusiones**

El sector La Encrucijada es la zona más importante de anidación de tortuga cardón en la península de Paraguaná.

Es prioritario impulsar y continuar con la protección de las tortugas marinas basado en la misma comunidad.

## **Agradecimientos**

Al Fondo IEA (Iniciativa de Especies Amenazadas) por su apoyo financiero durante 2010-2011, Dulce Borges y CIMAR por su apoyo en el trabajo de campo, INPARQUES, MPPA, Movimiento de Mujeres Clara Zetkin y Consejo Comunal La Bocaína por su apoyo logístico.

## **Referencias bibliográficas**

Berroterán, B. (2010). Parque Nacional Médanos de Coro. [En línea], Caracas, Venezuela; recuperado

el 9 marzo del 2010, de <http://araira.org/portal/index.php/parques-por-estado/29-parque-nacional-medanos-de-coro>

Buitrago J. y H. Guada. (2008). Fichas: Tortuga cabezón, Tortuga verde, Carey, Guaraguá y Cardón. En: Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (eds.). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera edición. PROVITA y Shell Venezuela, S. A., Caracas, Venezuela. Frazier J.G. 2000. Conservación Basada en la Comunidad. En Eckert K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). 2000 (Traducido al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. UICN/CSE Grupo especialista en Tortugas Marinas Publicación Nº 4.

Girandot M., Fretey J. (1996). Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French, Guiana. (1978-1995). Chel. Conser. Biol. 2: 204-208

Guada, H. J. y G. Solé. (2000). WIDECAST: Plan de acción para la recuperación de las tortugas marinas de Venezuela (A. Suárez, ed). Informe Técnico del PAC No. 39. UNEP Caribbean Environment Programme.

IUCN. (2012). IUCN Red List of

Threatened Species, [En línea], Caracas, Venezuela; recuperado el 22 de abril del 2012 en: <http://www.iucnredlist.org>

Pritchard, P.; Mortimer, J. (2000). Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. En: Eckert K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). (2000) (Traducido al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. UICN/CSE Grupo especialista en Tortugas Marinas Publicación Nº 4.

Richardson J. (2000). Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción y de la anidación. En: Eckert K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). (Traducido al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. UICN/CSE Grupo especialista en Tortugas Marinas Publicación Nº Rondón-Médicci M.A. 2011.

Evaluación de las áreas de anidación de tortugas marinas y percepción de los pobladores costeros sobre el recurso, península de Paraguaná, estado Falcón. Informe Fondo IEA. Contrato de Donación Nº 2010-23.

---

# **ESTUDIO AMBIENTAL DEL LAGO DE VALENCIA**

Suárez Marleny  
FREBIN Aragua  
marlenyaragua@gmail.com

## **Resumen**

Los sedimentos acumulados en el fondo de un cuerpo de agua son de gran valor para el estudio de esos ecosistemas, dado que conservan el registro histórico de lo acaecido en el lugar. Los contaminantes vertidos en un sistema acuático son depositados en el sedimento cuando la velocidad de la corriente disminuye, y pueden liberarse de modo gradual en la columna de agua. El regulador de esa distribución de los metales entre el sedimento y el agua, en los sedimentos donde no hay oxígeno, es el ión sulfuro, que reacciona con los metales libres en el agua para formar sulfuros metálicos, compuestos insolubles que se depositan en el fondo. Por eso, en cuanto se detecta sulfuro en el ambiente, es probable que los metales hayan quedado en el sedimento. Los sedimentos actúan como fuente difusa de contaminantes, aun después de que la fuente primaria de contaminación se desactive. Por esta razón los sedimentos de algunos lugares muy contaminados deben ‘vigilarse’ constantemente. Así mismo ocurre con los metales pesados, al ser vertidos en ecosistemas acuáticos, éstos pasan a formar parte del sedimento. Los metales pesados, a diferencia de otros compuestos, no se degradan sino que se acumulan. De allí la importancia de este proyecto que tiene como objetivo evaluar el comportamiento biogeoquímico de los sedimentos superficiales en el Lago de Valencia a fin de obtener una idea general de la contaminación del ecosistema puesto que debe establecerse la distribución geoespecial de las concentraciones de metales pesados en cada fracción de sedimento.

**Palabras clave:** sedimentos, contaminación, lago de valencia, metales pesados, nutrientes.

## Introducción

Las aguas del Lago de Valencia y de sus tributarios han sido muestreadas y evaluadas por instituciones adscritas al ente rector, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, entre las que pueden citarse [MARNR-AUA, (1995); MARNR-AUA, (1998); MARNR-AUA, (2001); MARN-DEA Aragua, (2004); MARN-DEA Aragua, (2005); MINAMB-DEA Aragua, (2008); MINAMB-DEA Aragua, (2009)]. Así mismo, han sido realizados estudios e investigaciones sobre la Contaminación del Lago por instituciones e investigadores entre los que se mencionan [MARNR, (1981); MARNR, (1982); MARNR-AUA, (1995); Suárez, (2010); Suárez, (2011)], no obstante, los sedimentos del mismo no han sido ampliamente estudiados. La presencia de metales pesados, en los ríos tributarios y afluentes del Lago de Valencia, generan una carga importante de contaminación en los sedimentos de fondo del Lago. Cabe destacar que ninguno de los estudios e investigaciones realizadas ha evaluado, simultáneamente, la concentración de metales pesados y materia orgánica en aguas y sedimentos; puesto que cuando son establecidos los criterios para la selección del muestreo no son realizados, simultáneamente, la captación de muestras de aguas y muestras de sedimentos. Las condiciones de pH alcalino, la presencia de sulfuros generados en las zonas profundas y anóxicas debido a las elevadas concentraciones de sulfatos y materia orgánica presentes en las aguas, determinan que los metales pesados predominan bajo las formas

de hidróxidos, oxihidróxidos y sulfuros metálicos, en los sedimentos del Lago. La distribución granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia y la concentración de metales pesados asociada a cada fracción, conjuntamente con la materia orgánica predominante arrojará información en relación a los procesos de sedimentación y de contaminación que ocurren en el Lago.

Los sedimentos que se acumulan en el fondo de un cuerpo de agua son de gran valor para el estudio de esos ecosistemas, dado que conservan el registro histórico de lo acaecido en el lugar. El sedimento es un depósito formado por partículas de naturaleza mineral o biológica, transportadas por fluidos. Está constituido por una mezcla de sustancias de diversas clases y orígenes; pueden ser inorgánicas u orgánicas, estas últimas en diferentes estados de descomposición (Marian y Pompéo, 2008). Los aportes de nutrientes a los lagos, cuerpos de agua y estuarios están a menudo determinados por su liberación de los sedimentos (Schultz y Urban, 2008). Los contaminantes vertidos en un sistema acuático son depositados en el sedimento cuando la velocidad de la corriente disminuye, y pueden liberarse gradualmente en la columna de agua. En ese caso, los sedimentos actúan como fuente difusa de esos compuestos, aun después de que la fuente primaria de contaminación se desactive. Por esta razón los sedimentos de algunos lugares muy contaminados deben ‘vigilarse’ constantemente. Así mismo ocurre con los metales pesados, al ser vertidos en ecosistemas acuáticos, éstos pasan

a formar parte del sedimento. Los metales pesados, a diferencia de otros compuestos, no se degradan sino que se acumulan. La presencia de metales pesados en los sedimentos afecta a organismos acuáticos y a poblaciones humanas que consumen el agua no tratada adecuadamente o el pescado obtenido en áreas contaminadas [Marian y Pompêo, (2008); Maggi *et al.*, (2009)]. Por esta razón es necesario conocer la calidad del sedimento y las proporciones aceptables de contaminantes para evitar su toxicidad (Marian y Pompêo, 2008). De allí la importancia de estudiar la distribución de metales pesados y materia orgánica asociada en los sedimentos de ecosistemas acuáticos. Los contaminantes presentes en el sedimento pueden pasar a la columna de agua del Lago de acuerdo a las condiciones de óxido-reducción, específicamente, presencia o ausencia del ión sulfuro generando una contaminación potencial de acuerdo a las concentraciones de oxígeno en la columna de agua.

El transporte fluvial de metales pesados y de materia orgánica a los lagos y mares es preferiblemente bajo la forma de sólidos suspendidos y por ende los procesos de sedimentación que controlan la distribución granulométrica también son los responsables de la acumulación y distribución de los metales pesados y de la materia orgánica en los sedimentos de fondo. Cuando existen fuentes de sólidos suspendidos producto de las actividades antrópicas en una determinada cuenca hidrográfica, entonces éstas juegan un papel importante en los niveles de concentración de metales pesados y de materia orgánica en cada una de

las distintas fracciones de tamaño de partículas, que sean introducidas al sistema por estas fuentes.

Por lo general, los sólidos suspendidos de fuentes antrópicas tienden a ser dominados por tamaño limo y arcillas. En este sentido, las zonas de baja energía servirán de áreas receptoras, ofreciendo las zonas de mayor impacto de contaminación. Las partículas que conforman los sedimentos son generalmente clasificadas en tamaños de grava ( $>2000\text{ }\mu\text{m}$ ), arena (2000-1000-500-250-125-63  $\mu\text{m}$ ), limos (63-45-2  $\mu\text{m}$ ) y arcillas ( $<2\text{ }\mu\text{m}$ ). Desde el punto de vista geoquímico lo más recomendable es siempre realizar la distribución granulométrica mediante la separación de los diferentes tamaños de partículas que sean suficientes para determinar su composición química y mineralógica. De esta manera es posible obtener información relacionada con los diferentes ambientes de sedimentación puesto que estos procesos regulan la concentración de metales pesados y de materia orgánica en el cuerpo de agua estudiado.

Cuando existen concentraciones altas de las diferentes formas de nitrógeno y de fósforo disueltas, éstas dan lugar a una alta productividad primaria, la cual genera una alta tasa de sedimentación de materia orgánica, aumentando los niveles de concentración de materia orgánica en los sedimentos de fondo y por ende en carbono orgánico, nitrógeno, azufre y fósforo. De esta manera es posible encontrar en los sedimentos superficiales del lago altas concentraciones de metales pesados asociados a la fracción limo y de arcillas,

producto de las actividades antrópicas en la cuenca y materia orgánica debido a los procesos de eutrofización existente en dicho lago. Los metales pesados comúnmente determinados en estudios ambientales son Hg, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Mn, Cd, Mo, V. Sus valores de concentración de línea base tienden a ser modificados cuando existe influencia de actividades antrópicas en la cuenca.

Este proyecto es la continuación del trabajo realizado a partir del muestreo de aguas y sedimentos que fue realizado en Mayo 2009 por un equipo multidisciplinario e interinstitucional, el cual fue la puesta en marcha de una Propuesta de Trabajo Interinstitucional [Suárez, 2009 (1)]; en la cual participaron el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, el Comando de Guardacostas del Lago de Valencia adscrito a la Armada Bolivariana, Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias a través de FUNDACITE Aragua, IAMAGIR adscrito a la Alcaldía de Girardot. El Informe del Muestreo fue presentado a voceras y voceros de Consejos Comunales, Comunas y colectivos organizados asentados en los municipios de los estados de Aragua y Carabobo que forman parte de la Cuenca del Lago de Valencia [Suárez, 2009 (2)]. Este abordaje fue realizado en el marco de las Jornadas de Consulta al Poder Popular y al Poder Constituido para la Formulación del Plan de Desarrollo 2009-2013 del estado Aragua, realizado en el año 2009, a lo largo de ocho (8) semanas en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. Fue conformada la mesa de trabajo de la Cuenca del Lago Los

Tacarigua (Lago de Valencia), este es el nombre que le da el Pueblo aragüeño al Lago de Valencia.

El proyecto “Estudio Ambiental del Lago de Valencia” formula sus objetivos y la prosecución del mismo en base a los lineamientos emanados en el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013, que debe permanecer su vigencia y extremar su accionar en el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019, en base a la Conservación de Cuencas Hidrográficas y Saneamiento Integral del Lago de Valencia a fin de garantizar la conservación y uso sustentable del recurso hídrico, involucrando talento humano en la generación de ciencia, tecnología e innovación para el beneficio y resolución de la problemática ambiental venezolana. En base al área estratégica de acción el proyecto corresponde al área de Evaluación de la pérdida de ecosistemas y de diversidad biológica asociada al cambio climático y estrategias de restauración.

## **Objetivo General**

Evaluuar el comportamiento biogeoquímico del agua y los sedimentos superficiales en el Lago de Valencia.

## **Objetivos Específicos**

Socializar la información, de la problemática ambiental de la Cuenca y el Espejo de Agua del Lago de Valencia, e informar de los hallazgos encontrados en la prosecución del Proyecto con las ciudadanas y ciudadanos que forman parte de los Consejos Comunales y las Comunas en construcción, en todos los municipios que forman parte de la Cuenca.

Determinar el fraccionamiento granulométrico de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia

Establecer la distribución de las concentraciones de los metales pesados en cada una de las fracciones granulométricas del sedimento.

Establecer la distribución de las concentraciones de materia orgánica en cada una de las fracciones granulométricas del sedimento.

Establecer la distribución de las concentraciones de los metales pesados en agua a diferentes profundidades.

Establecer la distribución de las concentraciones de materia orgánica en agua a diferentes profundidades.

Usar modelos geoespaciales para representar la distribución de los procesos sedimentarios del Lago de Valencia.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de Estudio**

El área de estudio es el Espejo de Agua del Lago de Valencia. Dentro de este cuerpo de agua serán estudiados los Sedimentos Superficiales y sus aguas a diferentes profundidades.

### **Criterio de Selección del Área de Estudio**

Después de incontables salidas de campo cuyo objetivo fue recorrer zonas que están dentro de la Cuenca del Lago, observar y vivir la situación ambiental en la Cuenca, realizar recorridos para visualizar e interpretar la problemática ambiental en cada uno de los espacios físico naturales que conforman la

misma, revisar bibliografía científica y técnica existente, fue establecido como población objeto de estudio los sedimentos superficiales y las aguas del Espejo de Agua del Lago puesto que allí está la huella de todos los sólidos suspendidos y contaminantes que han estado acumulándose en este cuerpo de agua desde hace, por lo menos, cincuenta (50) años. La distribución granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia y la concentración de metales pesados y materia orgánica asociada a cada fracción, arrojará información en relación a los procesos de contaminación que ocurren en el Lago.

### **Muestreo**

Las áreas de muestreo están discriminadas en una cuadrícula uniforme conformada por 41 estaciones de monitoreo georeferenciadas [Suárez, 2009 (3)]. Esta cuadrícula fue utilizada por primera vez por el Ministerio del Ambiente en un estudio de contaminación del Lago de Valencia (MARNR, 1981). Los sitios de muestreo se muestran en la Figura 1, serán captadas

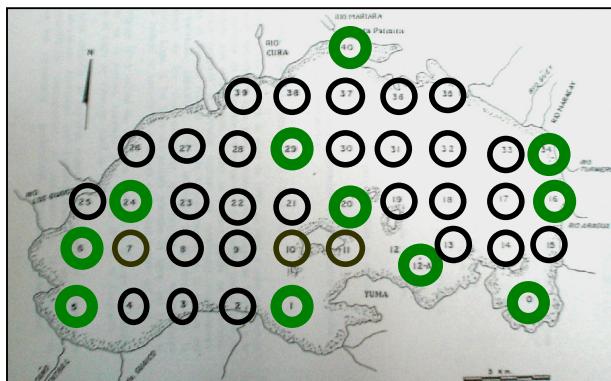


Figura 1. Sitios de muestreo en el Espejo de Agua del Lago de Valencia

muestras sencillas (color negro) y muestras por triplicado (color verde) en cada una de las áreas serán realizados dos (2) muestreos, uno en el período de lluvias y otro en el período seco.

### **Instrumentos, Equipos y Materiales**

Durante la prosecución del proyecto serán utilizados equipos e instrumentos durante las etapas de muestreo, almacenamiento de muestras, fraccionamiento de sedimentos, extracción y determinación de metales pesados y materia orgánica en sedimentos, determinación de metales pesados y materia orgánica en agua y el uso de modelos geoespaciales de contaminación, respectivamente. En relación a cada etapa son descritos a continuación los equipos e instrumentos:

### **Muestreo de sedimentos y determinación de parámetros en sitio en el espejo de agua**

**GPS.** Este instrumento será utilizado para georeferenciar el área de muestreo a fin de poder establecer relaciones espaciales en cada uno de los puntos de muestreo.

**Sonda para determinar parámetros de agua en sitio.** Los parámetros son:

pH, Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura (T), Oxígeno Disuelto (OD). Estos equipos son parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental y/o Calidad Ambiental que estaría adscrito en forma conjunta a los Ministerios del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación y Ambiente como ente rector de la materia ambiental.

**Draga para la captación de muestras de sedimentos.** Será utilizada para la captación de muestras de sedimentos en zonas poco profundas. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

**Sonda para la captación de muestras de sedimentos.** Será utilizada para la captación de muestras de sedimentos en zonas profundas. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

**Lancha.** Será usada para realizar recorridos en todo el Espejo de Agua al momento de realizar la captación de

muestras de sedimentos y muestras de agua. El Comando de Guardacostas del Lago de Valencia aportará la lancha. El personal de la Armada será el responsable del traslado y seguridad del personal técnico que participará en los diferentes muestreos.

### **Fraccionamiento de las muestras de sedimentos**

**Juego de Tamices de Acero Inoxidable.** Serán utilizados para el fraccionamiento de las muestras de sedimentos en cada uno de sus tamaños de grano. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

### **Extracción y determinación de metales en cada fracción de sedimento**

**ICP-AES.** Es un espectrómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado. Este equipo será utilizado para realizar el análisis elemental en cada una de las muestras de sedimento. El Instituto de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias cuenta con este equipo de última tecnología. Este es parte del aporte de la Universidad Central de Venezuela. Para el proceso de extracción debe ser adquirido material de vidrio y envases plásticos. Para el almacenaje de la muestra deben ser adquiridos envases plásticos.

**Analizador de Mercurio.** Será utilizado para determinar la concentración de mercurio en cada una de las muestras de sedimento. El proyecto cuenta con este equipo (Analizador de Mercurio, DMA-80), está en el Instituto de Ciencias de la Tierra. Este es parte del aporte de la Universidad Central de Venezuela.

### **Determinación de materia orgánica en**

### **cada fracción de sedimento**

**Analizador de C-N-S:** será utilizado para determinar contenido de materia orgánica en cada fracción de sedimento. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

### **Determinación de metales y materia orgánica en agua a diferentes profundidades**

Todos los equipos e instrumentos para estas determinaciones están en la Unidad de Análisis Instrumental. Decanato de Agronomía. Este es parte del aporte de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

### **Uso de modelos geoespaciales, procesamiento de datos y tratamiento estadístico de resultados**

**Computador con impresora láser a color.** Estos equipos serán utilizados en el procesamiento de datos, además son una herramienta fundamental en el tratamiento estadístico de los datos obtenidos, y en el uso de modelos geoespaciales. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

**Paquetes surface 3D con licencia.** Este software será utilizado para el modelaje geoespacial de los contaminantes en los Sedimentos Superficiales del Lago de Valencia. Es parte del aporte del proyecto a la creación del Laboratorio de Geoquímica Ambiental que sería usado por un colectivo de investigación.

## Procedimientos

### Fraccionamiento de muestras de sedimentos

El fraccionamiento granulométrico será realizado mediante el tamizado en húmedo de las muestras de sedimentos usando tamices de acero inoxidable de las siguientes mallas: 10, 18, 35, 60, 120, 230 y 325. El material pasante a través de 325 mallas, es decir, el tamaño limo y arcillas será separado, por sedimentación, según los procedimientos

usados en el Instituto de Ciencias de la Tierra [Tosiani *et al.*, (2005)].

### Extracción de muestras de sedimentos

Las muestras correspondientes a cada una de las fracciones granulométricas serán secadas a 50 °C y luego serán sometidas a un procedimiento de extracción secuencial con HCl 1M y agua regia, llevadas a un volumen de 50 mL con agua deionizada [Yanes *et al.*, (2005); (Figura 2)].

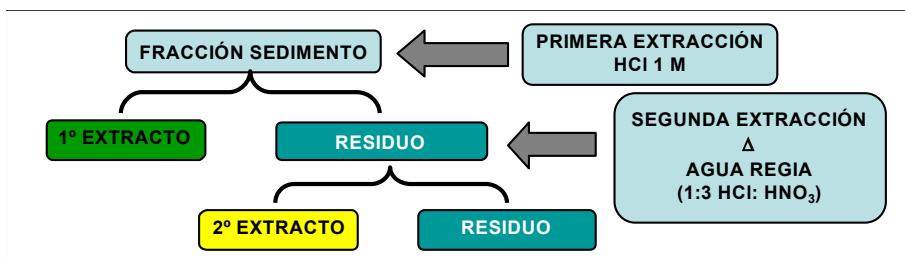


Figura 2. Extracción secuencial de metales en 2 etapas

### Determinación de metales en muestras de sedimentos

El análisis elemental será llevado a cabo mediante el uso de un espectrómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-AES) ubicado en el Instituto de Ciencias de la Tierra de la UCV (Figura 3). Los elementos a ser determinados son Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Sr, Ba, Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, La, Pb, Mg, Mn, Mo, Ni, P, V, Y y Zn [Yanes *et al.*, (2005)]. El elemento mercurio será determinado a través del uso de equipo DMA-80 [Maggi *et al.*, (2009)] que está en el Instituto de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias de la UCV.

### Determinación de materia orgánica (C-N-S) en muestras de sedimentos

La determinación de C, N y S será realizada mediante el uso de un Analizador elemental. Estos resultados junto con los de fósforo permitirán determinar la concentración de materia orgánica en los sedimentos.

### Resultados Esperados

Beneficios potenciales a partir de los resultados esperados en el Proyecto La información generada podrá ser usada por los actores sociales, políticos e institucionales en la toma de decisiones. De acuerdo a los resultados esperados, es importante destacar que van a establecerse relaciones espaciales en base a los Sedimentos Superficiales del Lago de Valencia y su interacción con los contaminantes, específicamente, metales pesados y materia orgánica,

lo que permitirá ubicar las zonas de mayor contaminación, precisar si las mismas tienen relación con fuentes de contaminación puntuales, y la posibilidad de evaluar la biodisponibilidad del contaminante, la reactividad del mismo y la movilidad en las diferentes zonas del cuerpo de agua. También podrán generarse modelos geoespaciales de contaminación, que muestren la afectación de equilibrios ecológicos en el gran ecosistema del Lago de Valencia. Los sedimentos acumulados en un cuerpo de agua son de gran valor para el estudio de esos ecosistemas, dado que conservan el registro histórico de lo acaecido en el lugar.

La información generada, de carácter científico, servirá para la toma de decisiones, de los entes gubernamentales encargados de la Planificación, Control y Manejo adecuado de los recursos hídricos de la Cuenca del Lago, y de esta manera seleccionar un sistema de saneamiento integral, para recuperar toda la Cuenca desde sus tributarios, suelos y cuerpos de agua (Espejo de Agua y embalses Zuata y Taiguaiguay), e incluso sus sedimentos para luego lograr un manejo óptimo de los mismos. Cabe destacar que la inversión en estos proyectos es cuantiosa, pero sin duda, la Cuenca del Lago de Valencia, y el mismo Espejo de Agua del Lago, en particular, están atravesando por una situación crítica de contaminación. Cualquier esfuerzo emprendido justifica la inversión puesto que podremos contar con un potencial recurso hídrico a futuro.

## Referencias Bibliográficas

- Maggi, C.; Berducci, M. T.; Bianchi, J.; Giani, M.; Campanella, L. (2009). Methylmercury determination in marine sediment and organisms by Direct Mercury Analyser. *Analytica Chimica Acta*. 641:32-36.
- Marian, C. F.; Pompêo, M. (2008, Octubre-Noviembre, Volumen 18-Nº 107). La Calidad del Sedimento. La Contaminación por Metales puede ser una Amenaza para los Seres Vivos, [en línea]. Revista CIENCIA HOY. San Pablo, Brasil: Universidad de San Pablo. Recuperado el 3 de diciembre de 2008, de <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy107>.
- MARN-AUA. (2001). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Agencia de Cuenca del Lago de Valencia. “Estudio Integral de los Tributarios de la Cuenca del Lago de Valencia (1997-2000)”. Laboratorio de Calidad Ambiental. Convenio MARNR-JICA. Abril 2001. Maracay, estado Aragua. 81 pp.
- MARN-DEA Aragua. (2004). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Dirección Estadal Ambiental Aragua. “Informe y Resultados. Análisis físico-químicos alrededores de la Isla del Burro-Lago de Valencia”. Laboratorio de Calidad Ambiental. Mayo 2004. Maracay, estado Aragua. 13 pp.
- MARN-DEA Aragua. (2005). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Dirección Estadal Ambiental Aragua. “Caracterización de los Tributarios en la Cuenca del Lago de Valencia”. Laboratorio de Calidad Ambiental. Diciembre 2005. Maracay, estado Aragua. 35 pp.

- MARNR. (1981). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Estudio Integral sobre la Contaminación del Lago de Valencia. Informe Nº 1. Estudio Limnológico. Primera etapa. Serie Informe Técnico DGSIIA/17/68. Mayo 1981. Caracas, Distrito Federal. 165 pp.
- MARNR. (1982). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Estudio Integral sobre la Contaminación del Lago de Valencia. Informe Nº 2. Estudio Limnológico. Segunda etapa. Serie Informe Técnico DGSIIA/IT/131. Mayo 1982. Caracas, Distrito Federal. 165 pp.
- MARNR-AUA. (1995). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Autoridad Única de Área Agencia de Cuenca del Río Tuy y de la Vertiente Norte de la Serranía del Litoral del Distrito Federal y Estado Miranda. “Estudios Ambientales con Aplicación de Técnicas Nucleares en el Área de la Contaminación del Agua en el Lago de Valencia, Venezuela”. Informe Final del Proyecto, RLA/2/006. Convenio MARNR-OIEA-PNUD. Mayo 1995. San José, Costa Rica. 91 pp.
- MARNR-AUA. (1998). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Agencia de Cuenca del Lago de Valencia. “III Seminario Técnico sobre los Programas de Mejoramiento de la Calidad Ambiental. Hacia el Uso Sustentable de las Aguas del Lago de Valencia”. Convenio MARNR-JICA. Octubre 1998. Maracay, estado Aragua. 45 pp.
- MINAMB-DEA Aragua. (2008). Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Dirección Estadal Ambiental Aragua. “Resultados y Conclusiones. Calidad de Agua Lago de Valencia. Junio 2008”. Laboratorio de Calidad Ambiental. Junio 2008. Maracay, estado Aragua. 13 pp.
- MINAMB-DEA Aragua. (2009). Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Dirección Estadal Ambiental Aragua. “Resultados. Análisis Parámetros físicos-químicos y bacteriológicos. Aguas del Lago de Valencia. Campaña Mayo 2009”; y “Resultados. Determinaciones de parámetros “in situ”. Aguas del Lago de Valencia. Campaña Mayo 2009”. Laboratorio de Calidad Ambiental. Maracay, estado Aragua. 10 pp.
- Schultz, P.; Urban, N. R. (2008). Effects of bacterial dynamics on organic matter decomposition and nutrient release from sediments: A modeling study. Ecological Modelling. 210:1-14.
- Suárez, M. (2011). Distribución espacial de Carbono y Nitrógeno en los sedimentos superficiales del Lago de Valencia, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias de la Tierra. Mayo 2011. Investigación conjunta con el Dr. Armando Ramírez y la Br. Albani Daniela Burbano Anatoa.
- Suárez, M. (2010). Distribución espacial de fósforo en sedimentos superficiales del Lago de Valencia. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias de la Tierra. Octubre 2010. Investigación conjunta con el Dr. Armando Ramírez y el Br. Edgar Andrés Marcano Cabeza.
- Suárez, M. [2009 (1)]. Muestreo y Caracterización de Aguas. Captación de Sedimentos Superficiales. Lago

de Valencia. Propuesta de Trabajo Interinstitucional. Gerencia Regional INCES Aragua. 12 de Enero 2009. Documento oficializado no publicado. 12 pp.

Suárez, M. [2009 (2)]. Informe de actividades realizadas en el marco del Muestreo de Aguas y Sedimentos en el Lago de Valencia. Campaña Mayo 2009. Gerencia Regional INCES Aragua. 29 de Mayo de 2009. Informe oficializado no publicado. 12 pp.

Suárez, M. [2009 (3)]. Determinación de Coordenadas Geográficas en la Cuadrícula de Muestreo a ser usada en el próximo Muestreo de Aguas y Sedimentos en el Lago de Valencia. Gerencia Regional INCES Aragua. 22 de Abril de 2009. Informe no publicado. 10 pp.

Tosiani, T.; Yanes, C.; Ramirez, A. (2005). Sedimentos recientes frente al

delta del Orinoco, Venezuela. p: 53-61. En: Gómez MG, Capaldo M, Yanes C y Martín A (Eds.) (2005) Frente Atlántico venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias de la Tierra. Tomo II. Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) – Fondo Editorial Fundambiente. Caracas, Venezuela. 159 pp.

Yanes, C.; Ramirez, A.; Tosiani, T. (2005). Distribución de metales pesados en los sedimentos superficiales marinos frente al Delta del Orinoco, Venezuela. p: 102-112. En: Gómez MG, Capaldo M, Yanes C y Martín A (Eds.) (2005) Frente Atlántico venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias de la Tierra. Tomo II. Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA)-Fondo Editorial Fundambiente. Caracas, Venezuela. 159 pp.



---

# HOMOGENEIDAD MORFOLÓGICA DE SERIES DE SUELOS, ALTIPLANICIE DE MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA

Jaimes, E.J.<sup>1</sup>; Pineda, N.M.<sup>1</sup>; Larreal, M.H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NURP-ULA

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía (LUZ)

jaimes.5060@gmail.com

## Resumen

El objetivo de la investigación es determinar la homogeneidad morfológica de tres series de suelos (Maracaibo, Los Cortijos y San Francisco), localizadas en el sector semiárido (bosque muy seco tropical) de la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Las unidades taxonómicas (familias de suelo) que identifican a estas series son: *Typic Paleargids*, francesa fina, caolinítica, isohipertérmica (Maracaibo y San Francisco) y *Typic Paleargids*, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica (Los Cortijos). Se describieron diez perfiles de suelo por serie, en los que se identificaron dieciséis características morfológicas. Se aplicó el Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM), basado en el análisis de componentes principales, para calcular la homogeneidad entre las series en estudio y en cada uno de los perfiles de suelo descritos en ellas. Se determinó la contribución de las variables morfológicas en la homogeneidad de las mismas. Los resultados permiten determinar una secuencia de homogeneidad entre las series de suelo, así: Serie San Francisco > Serie Los Cortijos > Serie Maracaibo. El IHM resultó una herramienta útil para determinar la homogeneidad morfológica de las series de suelo, además de conocer la contribución que hacen a la misma las características morfológicas descritas en sus horizontes y perfiles de suelo. Las secuencias de homogeneidad obtenidas en este estudio, junto a las de homogeneidad fisicoquímica determinada en otro trabajo realizado con las mismas series, constituyen las bases para la definición de unidades taxonómicas de suelo a nivel de serie, que contribuirían de manera eficaz en la correlación de suelos en el ámbito local, regional y nacional.

**Palabras clave:** índice de homogeneidad múltiple, correlación de suelos, aridisoles

## Introducción

La serie de suelo es la categoría más homogénea de la taxonomía de suelos en virtud de que son una colección específica de cuerpos naturales de suelo que poseen un conjunto particular de características morfológicas, fisicoquímicas y mineralógicas, cuyo rango de variación es muy estrecho [Porta *et al.*, (2008)].

En efecto, los suelos que conforman una serie en particular tienen perfiles que son similares en sus características, particularmente en sus aspectos morfológicos tales como: espesor, textura, color, consistencia, presencia o ausencia de morfones (inclusiones y cutanes), actividad biológica, contenido de raíces, secuencia y contrastes dentro y entre los horizontes del perfil de suelo [Larreal *et al.*, (2010)].

Según Larreal (2011) en Venezuela los estudios detallados a nivel de serie de suelo son escasos y usan criterios desactualizados, contribuyendo en la proliferación de estos taxones de suelo que además tienen definiciones deficientes que poco contribuyen en la correlación de suelos a nivel local, regional y nacional.

El objetivo de esta investigación fue determinar el grado de homogeneidad morfológica de tres series de suelos (San Francisco, Los Cortijos y Maracaibo) localizadas en la altiplanicie de Maracaibo, dentro de la cual se desarrolla un proyecto de alta inversión con el fin de poner en marcha un sistema de riego presurizado para 50.000 hectáreas, en virtud del alto potencial agropecuario de estas tierras.

## Materiales y métodos

La zona de estudio está ubicada al norte de la cuenca del Lago de Maracaibo, en el sector semiárido, cubriendo los municipios Mara, Cañada de Urdaneta, Maracaibo y San Francisco, del estado Zulia, Venezuela. Está enmarcada en un paisaje de altiplanicie caracterizado por la uniformidad de su relieve, diferenciándose en la actualidad por la acción de los procesos erosivos, sin embargo los suelos son muy homogéneos.

Se seleccionaron tres series de suelo identificadas como Maracaibo [Materano *et al.*, (1985)]; Los Cortijos (Larreal, 2007) y San Francisco [Larreal, (2005)]. Se describieron diez perfiles de suelos por cada serie, con seis horizontes cada uno. Los mismos pertenecientes a las series Los Cortijos y San Francisco se alinearon equidistantes 100 metros en transeptos perpendiculares al sentido de ocurrencia de la geodinámica que originó a los depósitos sedimentarios de la altiplanicie de Maracaibo. En la serie Maracaibo los perfiles fueron ubicados en cuadriculas. La profundidad de los mismos fue de 2 metros, igual para todas las series de suelo seleccionadas.

Las muestras de suelo colectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos y Aguas del Departamento de Ingeniería de Suelo y Agua, de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia.

Las características morfológicas descritas en los horizontes de los perfiles de las series de suelo, son: textura (Tex.); color hueco seco (CHS) y húmedo (CHH); color valué seco (CVS) y húmedo (CVH); color croma seco (CCS) y húmedo (CCH); desarrollo (DE) y tamaño (TE)

de la estructura; consistencia en seco (Cs), en húmedo (Ch), adhesividad (Cm Adh) y plasticidad en mojado (Cm Pla); películas de arcilla (Pel A); contenido de raíces (Rai) y actividad biológica (A Bio).

Los símbolos entre paréntesis serán los referentes utilizados en el análisis de los resultados indicados más abajo.

Los suelos fueron clasificados hasta el nivel de familia de acuerdo con los criterios del USDA (2010).

La caracterización pedológica, taxonomía y uso actual de las series de suelo seleccionadas para este estudio, se indica a continuación:

**Serie Maracaibo.** Fue descrita por Materano *et al.*; (1985). Sus suelos presentan un horizonte Ap (epipedón ócrico) de 12 a 23 cm de espesor, fuertemente mezclado por la actividad agrícola a que están sometidos, con una alta descomposición de la materia orgánica a causa de las condiciones climáticas de la zona tropical y la actividad biológica; de color marrón amarillento oscuro en húmedo y no estructurado. El horizonte B (endopedón argílico) está muy desarrollado y se extiende desde la base del Ap hasta 2 m o más de profundidad, con un moderado desarrollo estructural, detectándose a nivel de campo la presencia de películas de arcilla en todos los horizontes B y aumentando su presencia a mayor profundidad, formándose el horizonte Bt de color rojo oscuro (húmedo), y estructura en bloques sub angulares, moderada y media.

Los perfiles descritos en la serie son de textura arenofrancosa en su superficie, cambiando a franco y franco arcillo

arenoso a mayor profundidad. Presenta mucha actividad biológica en el primer horizonte, que se vuelve frecuente y poca en los restantes horizontes. Para fines de correlación, la serie Maracaibo quedó establecida como Serie Zu-1 (E), Typic Paleargids, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica [Schagerl y Arnold, (1973); Schargel, (1991); USDA, (2010)].

Tiene una extensión aproximada de 810 hectáreas y está distribuida en los municipios Maracaibo y San Francisco. El uso predominante es el pecuario extensivo (ovinos y caprinos), combinado con una producción agrícola intensiva de riego para la producción de frutales como la Uva (*Vitis vinifera L.*), el Limón (*Citrus aurantifolia*), Mango (*Mangifera indica L.*) y Níspero (*Achnas zapota*).

**Serie Los Cortijos.** Los atributos morfológicos de la serie fueron reconocidos y descritos por Larreal (2007), “Los suelos tienen un horizonte Ap (ócrico) 10 a 20 cm de profundidad, fuertemente mezclado por actividad agrícola, con materia orgánica descompuesta; de color marrón amarillento en húmedo y no estructurado; con un horizonte Bt (argílico) de color marrón fuerte en húmedo y estructura blocosa, moderada, fina y media, muy desarrollado a partir de los 15 cm hasta una profundidad mayor a los 2 m. La textura es franco arenosa en el epipedón y franco arcilloso, a mayor profundidad. Presenta mucha y frecuente actividad biológica en los tres primeros horizontes y poca en los restantes horizontes”.

Para fines de correlación, la serie Maracaibo quedó establecida como Serie

Zu-1 (E), Typic Paleargids, arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica [Schagerl, (1973); Schargel, (1991); USDA, (1993) y (2010)].

“Tiene una extensión aproximada de 659 hectáreas y está distribuida en los municipios Maracaibo y San Francisco. Existen áreas de bosques intervenidos y rastrojos. El uso predominante es cultivos bajo riego como el ají dulce (*Capsicum annuum*), yuca (*Manihot esculenta*) y limón (*Citrus aurantifolia*)”. (pág. 346)

**Serie San Francisco.** Fue descrita por Larreal (2005).” Se caracteriza por un horizonte Ap (óxico), de 10 a 25 cm de profundidad, de color marrón amarillento oscuro en húmedo; con un horizonte Bt (argílico) muy desarrollado que va de la base del Ap hasta 2 m o más de profundidad, con un moderado desarrollo estructural, de color rojo amarillento en húmedo y estructura blocosa su angular, moderada, fina y media; con predominio de textura franco arenosa superficial y franco arcilloso a mayor profundidad. Presenta frecuentemente actividad biológica en superficie y poca en los restantes horizontes.

Para fines de correlación, la serie Maracaibo quedó establecida como Serie Zu-1 (E), Typic Paleargids, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica [Schagerl, (1973); Schargel, (1991); USDA, (1993) y (2010)].

Tiene una extensión aproximada de 743 hectáreas y está distribuida en los municipios Maracaibo y San Francisco. Tiene un uso pecuario de ovinos y caprinos extensivo con pastos naturales y pecuario de bovinos semi-intensivo de riego con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Presenta una agricultura

de riego con la siembra de frutales tales como Limón (*Citrus aurantifolia*), Guayaba (*Psidium guajava*), y también la siembra de Cilantro (*Coriandrum sativum*) y Ají dulce (*Capsicum annum*) y Yuca (*Manihot esculenta*), La homogeneidad morfológica de las series de suelo se determinó mediante el Índice de Homogeneidad Múltiple (IHM), propuesto por Jaimes (1988), “cuya definición está basada en el análisis de componentes principales (ACP; Morrison, 2004). El IHM se define como el producto acumulado de los valores propios ( $\lambda_j$ )  $\geq 1$ . Para este cálculo se multiplica el primer valor propio por el segundo ( $\lambda_1 \times \lambda_2$ ) y el producto obtenido se multiplica por el tercero ( $\lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3$ ) y así sucesivamente hasta utilizar todos los valores propios mayores o iguales a uno”. (pág5)

El valor obtenido es el IHM que es directamente proporcional al número de variables consideradas e inversamente proporcional al tamaño de la muestra (Jaimes y Elizalde, 1991). El IHM expresa el grado de pureza o similitud de sus componentes menores o atributos más simples; mientras mayor sea su valor, mayor es la homogeneidad múltiple del sistema. Algebraicamente el IHM se representa como:

$$\text{IHM} = \prod_{j=1}^m \lambda_j \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:  $\Pi$  = producto acumulado de los valores de  $\lambda_j$ ;  $\lambda_j$  = valor propio del j-ésimo componente principal cuya magnitud es  $\geq 1$  y  $m$  = número de componentes principales cuyos valores propios son  $\geq 1$ .

Según Elizalde y Daza (2001) “En razón de su carácter “no paramétrico” (variables discretas) fue necesario codificar con números enteros las apreciaciones cualitativas realizadas durante la descripción de los atributos morfológicos en los horizontes de suelos de los perfiles muestreados. Para calcular el IHM de cada una de las series seleccionadas se utilizó el Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad de Tierras (SIAHT, versión 2.0).”(Pág. 20)

## Resultados y Discusión

Los resultados de la aplicación del IHM a los datos morfológicos provenientes de los perfiles descritos en las series de suelo seleccionadas para este estudio están indicados en las Tablas 1, 2 y 3.

En la Tabla 1 pueden identificarse los perfiles de suelo que mayor y menor aporte hacen a la homogeneidad de cada una de las series, por ejemplo: las características morfológicas de los perfiles 1 y 2 son las que más

contribuyen en la magnitud del IHM de la serie Maracaibo; las de los perfiles 2 y 3 en la serie Los Cortijos mientras que en la serie San Francisco son las de los perfiles 1, 3, 6 y 9.

Por su parte, el aporte específico de las características morfológicas considerando la totalidad de los perfiles de suelo por cada serie puede ser observado en la Tabla 2, destacándose el aporte que hacen a la homogeneidad de las series los componentes del color del suelo en condición húmeda (CVH, CCH y CHH) y en condición seca (CCS, CVS y CHS).

La Tabla 3. Permite reconocer el mayor o menor aporte que hacen a la homogeneidad de las series en estudio las características morfológicas identificadas en sus horizontes de suelo. Así, la morfología de los horizontes  $Bt_3$ ,  $Bt_4$  y  $Bt_5$ , son determinantes de los valores de IHM para la serie Maracaibo; Ap,  $Bt_3$  y  $Bt_5$  lo son para la serie Los Cortijos y, por último, Ap,  $Bt_1$  y  $Bt_5$ , lo son para la serie San Francisco.

**Tabla 1.** Homogeneidad morfológica de las series y de sus perfiles de suelo.

Perfiles de suelo	Series de suelo y sus valores de (IHM)		
	Maracaibo (17,5)	Los Cortijos (32,2)	San Francisco (35,3)
	<b>IHM por perfil de suelo, dentro de cada serie</b>		
<b>Perfil 1</b>	22,93	35,38	78,39
<b>Perfil 2</b>	20,87	36,23	34,40
<b>Perfil 3</b>	16,52	40,11	57,85
<b>Perfil 4</b>	16,52	35,38	39,85
<b>Perfil 5</b>	16,52	24,56	39,85
<b>Perfil 6</b>	16,52	31,06	41,29
<b>Perfil 7</b>	16,52	35,37	39,85
<b>Perfil 8</b>	14,04	35,38	39,85
<b>Perfil 9</b>	16,52	35,38	45,38
<b>Perfil 10</b>	16,52	35,38	36,79

**Tabla 2.** Aporte de las variables morfológicas a la homogeneidad de las series de suelo.

Series	IHM	Secuencias de aporte a la homogeneidad morfológica*
<b>Maracaibo</b>	17,5	CVH > CCH > Tex > CCS > Pel A > CVS = CHS = CHH
<b>Los Cortijos</b>	32,2	CVH > CCH > Rai > A Bio > Tex > Pel A > CHS = CVS
<b>San Francisco</b>	35,3	CCS > DE > CHS > CHH > Cs = Ch > CVH > TE

(\*) Ver leyenda de símbolos en la sección de materiales y métodos

**Tabla 3.** Homogeneidad morfológica por horizonte de suelo y por serie.

Horizontes de suelo	Series de suelo (IHM)		
	Maracaibo (17,5)	Los Cortijos (32,2)	San Francisco (35,3)
	IHM por horizontes de suelo, dentro de cada serie		
<b>Ap</b>	15,33	16,05	26,31
<b>Bt<sub>1</sub></b>	14,86	15,00	26,31
<b>Bt<sub>2</sub></b>	15,18	15,00	18,49
<b>Bt<sub>3</sub></b>	16,00	46,67	16,00
<b>Bt<sub>4</sub></b>	16,00	15,00	16,00
<b>Bt<sub>5</sub></b>	16,00	16,00	24,40

De acuerdo con los resultados indicados en las Tablas 1, 2 y 3 la secuencia de homogeneidad morfológica entre las series de suelo, tiene el orden siguiente: Serie San Francisco > Serie Los Cortijos > Serie Maracaibo

En la Tabla 4; se evidencia el ordenamiento específico del aporte de las características morfológicas a la homogeneidad de los horizontes de suelo que conforman cada una de las series en estudio, constituyendo estas secuencias las bases técnicas para determinar los criterios requeridos en la definición y establecimiento de series de suelo, bajo las condiciones

semiáridas del trópico venezolano, particularmente en la altiplanicie de Maracaibo, contribuyendo de esta forma en el proceso de correlación de series de suelo a nivel local, regional y nacional.

**Tabla 4.** Secuencias de homogeneidad morfológica por horizonte y por series.

<b>Serie (IHM)</b>	<b>Horiz. (IHM)</b>	<b>Secuencias de aporte a la homogeneidad morfológica (*)</b>
<b>Maracaibo (17,5)</b>	Ap (15,33)	Igual para todas, excepto CVS por su mínimo aporte
	Bt <sub>1</sub> (14,86)	Igual para todas, excepto CCS > CHH
	Bt <sub>2</sub> (15,18)	CVS = DE > a todas, sin Rai y A Bio por su mínimo aporte
	Bt <sub>3</sub> (16,00)	Igual para todas, excepto Tex por su mínimo aporte
	Bt <sub>4</sub> (16,00)	CCS = DE = Cs > a las demás con igual aporte
	Bt <sub>5</sub> (16,00)	DE > a las demás con igual aporte
<b>Los Cortijos (32,2)</b>	Ap (16,05)	CCH = Cm Pla = Raí > a las demás con igual aporte
	Bt <sub>1</sub> (15,00)	Igual para todas, excepto A Bio cuyo aporte es nulo
	Bt <sub>2</sub> (15,00)	CVH > a las demás, excepto Rai cuyo aporte es mínimo
	Bt <sub>3</sub> (46,67)	CVH = CCH = Rai = A Bio > a las demás con igual aporte
	Bt <sub>4</sub> (15,00)	Igual para todas, excepto A Bio cuyo aporte es nulo
	Bt <sub>5</sub> (16,00)	Igual para todas, excepto A Bio cuyo aporte es nulo
<b>San Francisco. (35,3)</b>	Ap (26,31)	CCS = CCH > a las demás con igual aporte
	Bt <sub>1</sub> (26,31)	CCS = CCH > a las demás, con igual aporte
	Bt <sub>2</sub> (18,49)	CVH = CCH = A Bio > Rai > a las demás con igual aporte
	Bt <sub>3</sub> (16,00)	Igual para todas
	Bt <sub>4</sub> (16,00)	Igual para todas
	Bt <sub>5</sub> (24,40)	TE > CHH = CVH = CHV > a las demás con igual aporte

(\*) Ver leyenda de símbolos en la sección de materiales y métodos

En términos generales, los resultados antes discutidos permitieron comprobar que las tres series de suelo analizadas son unidades taxonómicas independientes, con grados de homogeneidad morfológica específica para cada una.

## Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el IHM es una herramienta útil para determinar la homogeneidad

morfológica intrínseca de unidades taxonómicas clasificadas hasta el nivel de serie de suelo, además de precisar la contribución que hacen a la

homogeneidad estas características en los horizontes y perfiles de suelo que conforman la población edáfica de las series seleccionadas para este estudio. Las secuencias de homogeneidad obtenidas en este estudio, junto a las de homogeneidad fisicoquímica determinada en otro trabajo realizado con las mismas series, constituyen las bases para la definición de unidades taxonómicas de suelo a nivel de serie, que contribuirían de manera eficaz en la correlación de suelos en el ámbito local, regional y nacional.

## Agradecimiento

Los autores de este trabajo expresan su agradecimiento al FONACIT por la subvención tipo S2, otorgada de acuerdo al Convenio PC Nº **201200531-112-157**

## Referencias Bibliográficas

Elizalde, G.; Daza M.( 2001). Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad de Tierras. SIAHT, Versión 2.1. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 20 pp.

Jaimes, E. (1988). Determinación de índices de homogeneidad múltiples globales en sistemas pedogeomorfológicos de la Cordillera de la Costa, Serranía del Litoral Central. Tesis de Doctorado. Postgrado en Ciencias del Suelo, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

Jaimes, E Elizalde G.(1991). Procedimiento para calcular el Índice de Homogeneidad Múltiple en sistemas

pedogeomorfológicos. Revista.

Agricultura Andina. 6: 47-64.

Larreal, M.(2011). Caracterización y clasificación de series de suelos en las zonas rurales semiáridas del trópico venezolano. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. España. 221p

Larreal, M; Gómez A; Noguera N & Jiménez L.(2010). Criterios técnicos basados en la morfología de perfiles de suelo para la definición de la serie Los Cortijos, sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 27: 360-383.

Larreal, M. (2007). Definición y establecimiento de la serie de suelo Los Cortijos en el sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo. Convenio UPM – LUZ. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

Larreal, M. (2005). Definición y establecimiento de la serie San Francisco en la altiplanicie de Maracaibo, sector semiárido. La Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo. Venezuela.

Materano , G; Peters W; & Noguera N.( 1985). Estudio detallados de suelos terrenos de la Ciudad Universitaria de LUZ. Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Morrison, DF (2004). Multivariate statical methods.4<sup>a</sup> ed. Brooks Cole Thomson, California, EEUU.

Porta, J; Lopez-Acevedo M.; Porch, RM. (2008). Introduction a la edafología, uso y protección del suelo . Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

- Scharge, R & Arnold R. (1973). Normas para la correlación de series en los estudios de suelos. Ministerio de Obras Públicas, División de Edafología. Guanare, Venezuela.
- Scharge, R. (1991). Los estudios de suelos a nivel de finca. En: II Seminario sobre Clasificación Interpretativa de Suelos con Fines Agropecuarios. Maracay, Venezuela.
- USDA. (2010). Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff. Natural Resources Conservation Service. (Eleventh edition), Washington, D.C. USA. 346 pp.



---

# CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS SUPERFICIALES DEL LAGO DE VALENCIA

Suárez Marleny  
FREBIN Aragua  
marlenyaraqua@gmail.com

## Resumen

La caracterización granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia son parte de los resultados de la puesta en marcha de una Propuesta de Trabajo Interinstitucional, realizada en Mayo del 2009, la cual tuvo como objetivo muestrear aguas y sedimentos superficiales del Lago de Valencia para su posterior estudio; en la misma participaron el MINAMB, el Comando de Guardacostas del Lago de Valencia adscrito a la Armada Bolivariana, Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias a través de FUNDACITE Aragua, IAMAGIR adscrito a la Alcaldía de Girardot y la Gerencia Regional INCES Aragua. Esta cuenca endorreica, formada por una depresión existente entre la Cordillera de la Costa y la Serranía del Interior, ocupa un hundimiento tectónico cuyos límites son: al Norte, la vertiente meridional de la Serranía del Litoral; al Sur, la vertiente septentrional de la Serranía del Interior; al Este, la Cuenca del Río Tuy y; al Oeste, la Cuenca del Río Pao. Los espacios físicos naturales de la misma, lo integran tres grandes áreas claramente identificadas: un área plana conformada por la planicie aluvial y lacustrina del Lago de Valencia y los valles intramontanos; una montañosa que forma parte de las Serranías del Litoral y del Interior de la Cordillera de La Costa, y, el cuerpo de agua del Lago de Valencia y embalses destinados a riego. Los resultados del proyecto muestran, geoespacialmente, la granulometría de los sedimentos a lo largo y ancho del Espejo de Agua puesto que todos los puntos de muestreo fueron georeferenciados.

**Palabras clave:** granulometría, geoespacial, sedimentos, muestreo, lago de valencia.

## Introducción

Los sedimentos acumulados en el fondo de un cuerpo de agua, son de gran valor para el estudio de esos ecosistemas (Marian y Pompêo, 2008), dado que conservan el registro histórico de lo acaecido en el lugar (Schultz y Urban, 2008). Los sedimentos en ríos y lagos juegan un papel importante en la determinación de la calidad del agua, el impacto ambiental del ecosistema acuático y el riesgo ecológico en el medio acuático [Uluturhan *et al.*, (2011)]. El sedimento es un depósito formado por partículas de naturaleza mineral o biológica, transportadas por fluidos. De este modo, los aportes de nutrientes a los lagos, cuerpos de agua y estuarios están a menudo determinados por su liberación de los sedimentos; éstos son una mezcla de compuestos cristalinos y amorfos de composición orgánica e inorgánica en diferentes tamaño de grano que se clasifican como grava, arena, limo y arcilla (Marian y Pompêo, 2008).

La sedimentación en el cuerpo de agua es una compleja y dinámica sucesión de procesos físicos, químicos y biológicos. Entre los procesos físicos más importantes, están la sedimentación de las partículas más finas a través de la columna de agua en las zonas más profundas y con menos energía, flujos turbidíticos sobre el fondo, plumas de sedimentos finos en la superficie por efecto de los afluentes y formación de playas en la línea de costa por efecto de corrientes de tracción generadas por los vientos [Folk, (1980); Boggs, (1995)]. Los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el cuerpo de agua, determinan la redistribución

de los sedimentos de acuerdo a las condiciones hidrodinámicas en el área y la redistribución va a estar relacionada con el tamaño de partícula del sedimento [Marian y Pompêo, (2008); Zhang *et al.*, (2011)].

Los contaminantes vertidos en un sistema acuático son depositados en el sedimento cuando la velocidad de la corriente disminuye, y pueden liberarse de modo gradual en la columna de agua. En ese caso, los sedimentos actúan como fuente difusa de esos compuestos, aun después que la fuente primaria de contaminación termine. Por esta razón los sedimentos de algunos lugares están contaminados deben vigilarse constantemente (Schultz y Urban, 2008). Es necesario conocer la calidad del sedimento y las proporciones aceptables de contaminantes para evitar su toxicidad [Marian y Pompêo, (2008)]. De allí la importancia de estudiar la distribución granulométrica de sedimentos de ecosistemas acuáticos. Las aguas del Lago de Valencia y sus tributarios han sido y son evaluadas, periódicamente. Así mismo, se han generado estudios e investigaciones sobre la Contaminación del Lago, no obstante, los sedimentos del mismo no son periódicamente caracterizados y/o monitoreados. La presencia de sustancias contaminantes, en los ríos tributarios y afluentes del Lago de Valencia, generan una carga importante de contaminación en los sedimentos del fondo del Lago. En relación al estudio y caracterización de los sedimentos totales del Lago de Valencia, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB)

ha realizado estudios e investigaciones en algunas zonas del lago [MARNR-AUA, (1995); MARNR, (1982); MARNR, (1981), otros estudios han sido realizados por investigadores [Suárez, (2011); Suárez, (2010); López *et al.*, (2000); Mogollón y Bifano, (2000); Mogollón *et al.*, (1996); Mogollón *et al.*, (1995); Mogollón, (1990)].

Los sedimentos en los lagos varían desde gruesos a finos. En los lagos pequeños los sedimentos son de grano fino, con excepción de una línea angosta de playa donde son depositados sedimentos de grano grueso. En los lagos grandes los depósitos de arena son grandes, extensos en la zona de playa y van gradando hacia sedimentos tipo limo y arcilla en las zonas mas profundas. Las arenas pueden ser transportadas por corrientes turbidíticas al centro de los lagos, sin embargo las partes mas profundas de los lagos están caracterizadas particularmente por la presencia de limo y arcilla. Algunos sedimentos lodosos pueden también ser transportados como corrientes intermedias (Boogs, 1995).

### **Aportes de sedimentos a los cuerpos de agua**

Los aportes de sedimentos a los lagos y estuarios están determinados por el transporte de compuestos contaminantes y nutrientes a través de los ríos y afluentes (Schultz y Urban, 2008).

Dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, de los procesos biogeoquímicos y de las condiciones ambientales (pH, redox, salinidad, temperatura) de los ríos, los sedimentos actúan como un importante reservorio de metales pesados [Hongyi *et al.*, (2009)].

### **Distribución de los sedimentos en cuerpos de agua**

Los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el cuerpo de agua determinan la redistribución de los sedimentos de acuerdo a las condiciones hidrodinámicas en el área, esta redistribución va a estar relacionada con el tamaño de partícula del sedimento (Marian y Pompêo, 2008). En los sedimentos está almacenado una importante cantidad de materiales que llegan al cuerpo de agua por vía natural y por vía antrópica (Xu y Jaffé, 2009). En ese sentido, el 90 % de los metales pesados pueden estar asociados con la fracción fina del sedimento (Wyzga y Ciszewsk, 2010).

### **Importancia del estudio de sedimentos en cuerpos de agua**

La capacidad de los sedimentos para acumular contaminantes es un factor importante para el estudio de impacto ambiental de ecosistemas acuáticos [Uluturhan *et al.*, (2011); Zhang *et al.*, (2011); Hongyi *et al.*, (2009)].

Los sedimentos son la huella del nivel de contaminación de sistemas acuáticos ya sean lacustres, fluviales y marinos. De allí que a nivel mundial el Estudio, Evaluación y Monitoreo de los sedimentos esté direccionado para determinar contaminación e impacto ambiental en los ecosistemas acuáticos [Uluturhan *et al.*, (2011); Song *et al.*, (2011); Xu y Jaffé, (2009); Spooner y Maher, (2009); Xu *et al.*, (2008); Xu *et al.*, (2007); Zhmodik *et al.*, (2003)].

### **Ciclos Biogeoquímicos**

Los elementos químicos, incluyendo todos los esenciales para la vida, circulan en la biosfera a través de

diferentes vías que van desde el ambiente a los organismos y de regreso otra vez al ambiente; éstas son consideradas vías cíclicas y se denominan ciclos biogeoquímicos [Eugene y Gary, (2006)].

Castells y Cadavid (2005) describen los ciclos biogeoquímicos como el movimiento o migración de cantidades masivas de elementos químicos, entre ellos, carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, calcio, sodio, azufre, fósforo, y otros elementos, entre los componentes del sistema suelo, atmósfera y sistemas acuáticos, mediante una serie de procesos de transformación y descomposición.

Los ciclos biogeoquímicos, no ocurren como fenómenos aislados, tienen una estrecha relación con el ciclo del agua, indispensable para el intercambio de elementos en la dinámica que se da en los distintos ciclos con los que interactúa la tierra. Estos se pueden dividir en dos tipos básicos: los ciclos de nutrientes gaseosos o atmosféricos (ciclo del agua, ciclo del carbono y ciclo del nitrógeno) los ciclos de los nutrientes sedimentarios (ciclo del fósforo y ciclo del azufre) en los primeros, el deposito donde se colecta el nutriente corresponde a la atmósfera y se distribuye de manera amplia en la misma; en los sedimentarios, el deposito de nutrientes esta representado por las rocas sedimentarias [Flores *et al.*, (2006)].

La caracterización granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia es parte de los resultados de la puesta en marcha de una Propuesta de Trabajo Interinstitucional

[Suárez, 2009 (1)], realizada en Mayo del 2009, la cual tuvo como objetivo muestrear aguas y sedimentos superficiales del Lago de Valencia para su posterior estudio; en la misma participaron el MINAMB, el Comando de Guardacostas del Lago de Valencia adscrito a la Armada Bolivariana, Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias a través de FUNDACITE Aragua, IAMAGIR adscrito a la Alcaldía de Girardot y la Gerencia Regional INCES Aragua. En el marco de esta propuesta se llevó a cabo la caracterización granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia que tuvo como objetivo general estudiar la distribución granulométrica de los sedimentos superficiales del Lago de Valencia.

## Materiales y Métodos

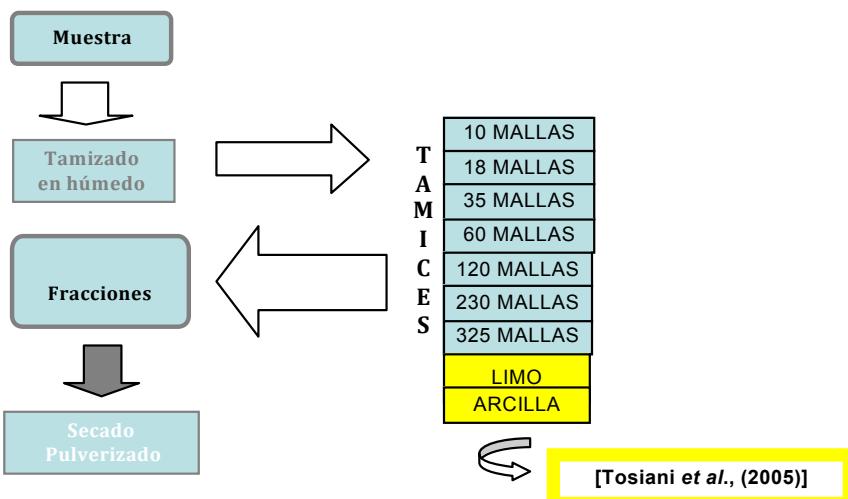
El área de estudio fue el espejo de agua del Lago de Valencia. Las zonas de muestreo están discriminadas en una Cuadricula Uniforme conformada por 41 estaciones de monitoreo georeferenciadas [Suárez, 2009 (2)]. Al término del muestreo, fueron trasladadas las muestras a los laboratorios del Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, lugar en el cual fueron congeladas hasta el momento de realizar el tratamiento físico y químico de las mismas.

### Tratamiento físico de las muestras

El tratamiento físico es mostrado en la Figura 1, las muestras fueron descongeladas y secadas a temperatura ambiente, pesadas en una balanza

analítica y disgregadas, luego fueron tamizadas en húmedo empleado tamices de 0.045mm, 0.0625mm, 0.125mm, 0.25mm, 0.50mm, 1mm y 2mm. La fracción menor a 0.045mm que permaneció en suspensión en el agua destilada, fue separada siguiendo procedimiento empleado por Tosiani *et al.*, (2005), mediante un proceso de decantación llevado a cabo en tubos de vidrio de aproximadamente 1,5 m de alto y 7,5 cm de diámetro, colocando esta fracción en la columna de sedimentación, agitando con varilla de vidrio para lograr la dispersión de los granos y sometiéndola a un proceso de asentamiento por distintos períodos de tiempo (Figura 2). Obteniendo finalmente, 2 fracciones adicionales

denominadas  $F_1$  y  $F_3$ , las cuales representan el material sedimentable en el transcurso de  $t=1$  hora y luego de  $t=14$  horas, siendo la fracción  $F_1$  un equivalente a limo fino, mientras que  $F_3$  corresponde principalmente a tamaños arcilla. Además se realizó en 38 muestras, la separación de una fracción denominada  $F_2$  ubicada en el fondo de la columna transcurrido un  $t=14$  horas y que corresponde a una mezcla de limo fino y arcilla. Cada una de las fracciones granulométricas obtenidas fue secada en estufa a una temperatura no mayor a 50°C, disgregada, y aquellas fracciones menores a 0.125mm fueron pulverizadas con la finalidad de homogenizar la muestra a ser analizada.



**Figura 1. Fraccionamiento granulométrico de las muestras de sedimento**

La caracterización termogravimétrica, consistió en pesar de 1 a 2g de cada una de las fracciones granulométricas en un crisol de porcelana, previamente

pesado y sometidas secuencialmente a diferentes temperaturas (105°C, 450°C, 550°C, y 750°C), por intervalos de 2 horas, de esta forma fue

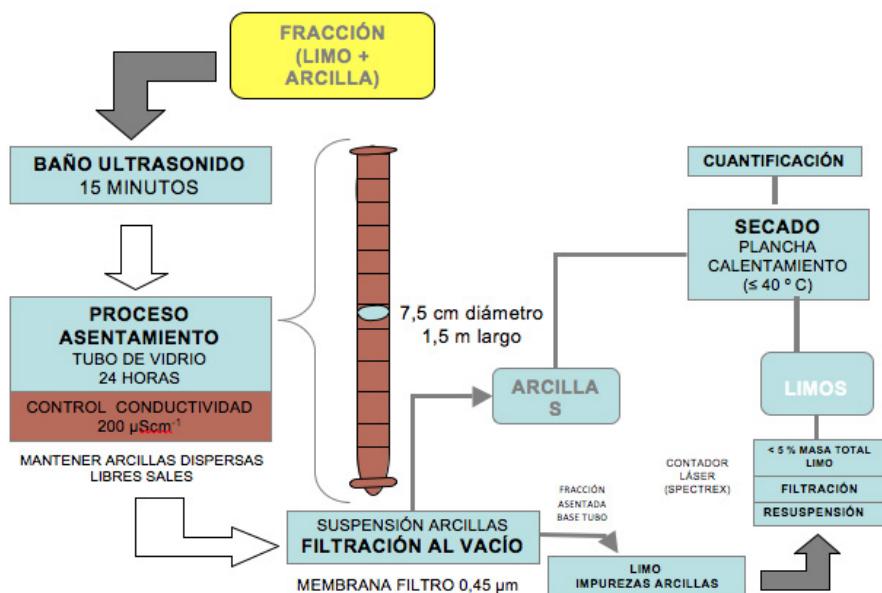
estimado por gravimetría la pérdida de masa a cada una de las muestras.

## Discusión de Resultados

### Análisis termogravimétrico

En la etapa de caracterización termogravimétrica de los sedimentos fue seleccionada la muestra LV21-F3, la cual fue sometida al tratamiento correspondiente por quintuplicado, pesando aproximadamente 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 y 3,0g de la misma con la finalidad de estimar la reproducibilidad del método, mediante el coeficiente

de correlación lineal  $R^2$  obtenido al graficar la pérdida total en función del peso de muestra inicial. Puede observarse que, los coeficientes de correlación  $R$  son en todos los casos mayores a 0,980 observándose una buena linealidad por su cercanía a la unidad, esto indica que durante los análisis se mantiene una baja dispersión para cada una de estas temperaturas, así como una buena reproducibilidad y precisión en las medidas.



**Figura 2. Fraccionamiento de limos y arcillas [Suárez, 2009 (1); Tosiani *et al.*, (2005)]**

El método termogravimétrico puede ser empleado como una técnica para la caracterización de sedimentos. Así, basándose en la pérdida de peso por combustión de

la materia orgánica a 450°C, se puede estimar la concentración de la misma en las muestras de sedimentos. Por otro lado, [Gaviria *et al.*, (2003)], reportan que a una temperatura de

750°C ocurre la descomposición de carbonatos y grafito, esta última especie según la geología reportada por Wehrmann (1997), se puede encontrar en la formación la mercedes pero como mineral accesorio en lugares muy localizados, por lo cual poco sería el aporte de este en las muestras de sedimentos de este lago, por esta razón se puede estimar que la mayor parte de la pérdida a 750°C corresponde a la descomposición de carbonatos.

Por su parte las fracciones de limo grueso, arena muy fina y algunas arenas finas, no presentan una tendencia marcada, observándose relaciones de P750°C/P450°C variando entre los extremos, con muestras que manifiestan pérdidas a 750°C de menos de 30% con pérdida a 450°C de menos de 5%, con valores de P750°C/P450°C mayor a la unidad, en donde probablemente domina la mineralogía carbonática. Mientras que también existen otras muestras de estas fracciones en donde la relación de P750°C/P450°C es menor a la unidad, en donde probablemente se manifieste la preservación de la materia orgánica asociado con las bajas energías de este medio.

En cuanto a las fracciones de arenas medias, arenas gruesas, arenas muy gruesas así como la totalidad de las muestras en donde se obtuvo gravas, se observa que en su mayoría presentan una relación de P750°C/P450°C mayor a uno, con pérdidas a 750°C que alcanzan valores de 35% y pérdidas a 450°C menores a 10%, esto es un comportamiento esperado para estas fracciones debido a la naturaleza de

las mismas, las cuales en su mayoría presentaron alta cantidad de conchas de organismos calcáreos.

A modo de resumen, se tiene entonces que las fracciones F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> y parte de las muestras de limo grueso, arena muy fina y arena fina, presentan una mayor pérdida a 450°C traducido en pérdida de materia orgánica, esto como se mencionó anteriormente es influenciado por la baja energía de sedimentación asociado a este tipo de sedimentos, lo cual propicia la preservación y acumulación de la materia orgánica. Mientras que las fracciones como arena media, arena gruesa, arena muy gruesa y gravas, presentan una alta relación de P750°C/P450°C indicando alto contenido de carbonatos, los cuales pueden asociarse a la presencia de conchas de organismos calcáreos tipo gasterópodos.

### **Distribución granulométrica de los sedimentos**

La granulometría de los sedimentos del Lago de Valencia está dominada por material de tamaño limo y arcilla, con 14 muestras con más de 90% de tamaño arcilla, 14 con entre 70% y 90% de tamaño arcilla y 8 muestras entre 50% y 70%; en las estaciones 1, 3, 14, 15 y 25 se halló menos de 15% de sedimento tamaño arcilla, teniendo que en las estaciones 15 y 25 pasó tan poco material por el tamiz de 325 mallas.

Es posible agrupar los sedimentos del Lago en 5 grupos según su contenido de material tamaño arcilla, así identificamos un primer grupo con más de 90% de material tamaño arcilla, que incluye las estaciones 11 a 13, 21 a

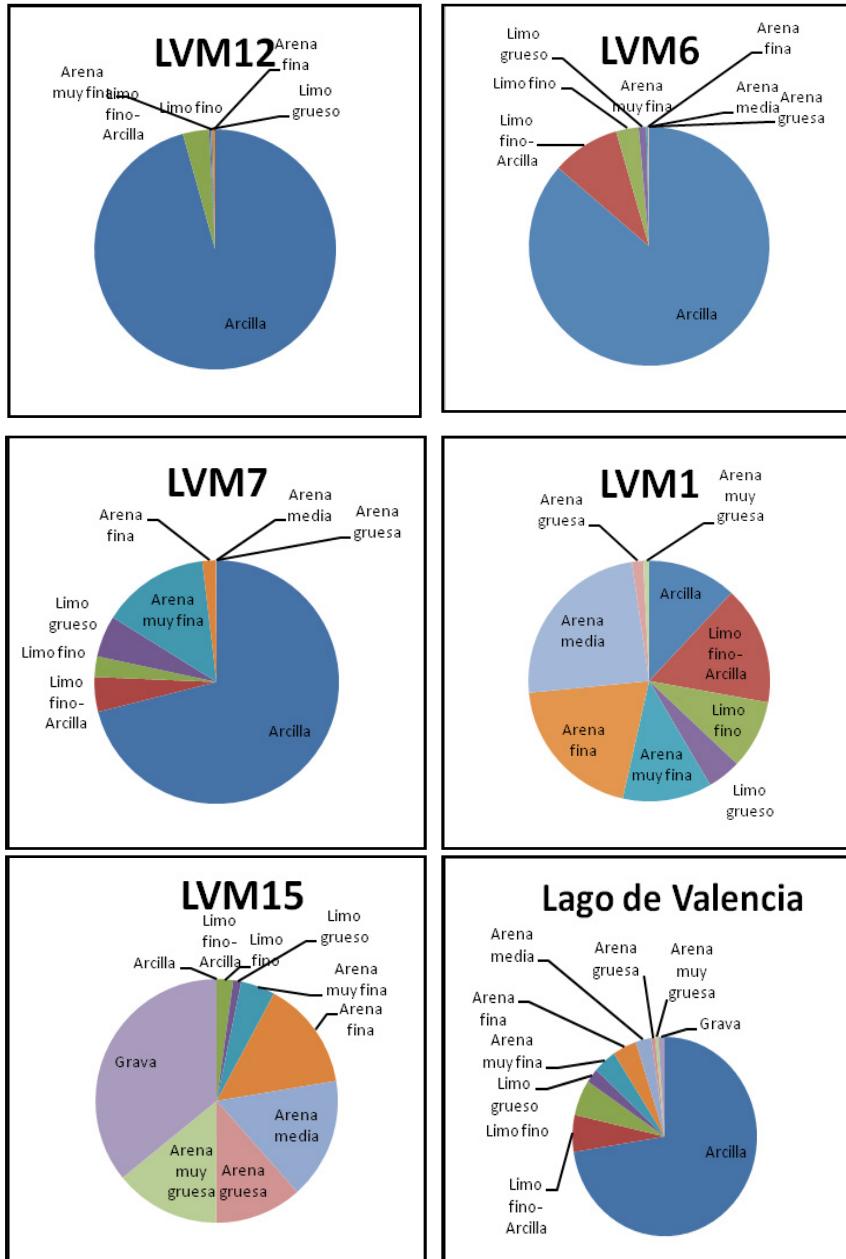
24, 28 a 33 y 38, con profundidades mayores a 23 metros, salvo la 29 y 33 que se hallan a 12 y 15 metros de profundidad. Un segundo grupo que presenta entre 90% y 70% de tamaño arcilla, correspondiente a las estaciones 6 a 10, 16, 18 a 20, 26, 27, 34 y 40, con profundidades que van desde los 9,5 m hasta 40 m. El tercer grupo está constituido por las estaciones 2, 4, 5, 17, 36, 37, 39 y 41; las cuales contienen entre 50 y 70% de material tamaño arcilla; el cuarto grupo lo constituye las estaciones 1, 3, y 14, donde se halló entre 5% y 15% de material tamaño arcilla, y por último las estaciones 15 y 25 de granulometría gruesa y donde no fue posible obtener material tamaño arcilla debido a su poca abundancia, estando a profundidades de 3,5 y 5 metros. La Figura 3 muestra una distribución granulométrica representativa de cada uno de estos grupos; muestra la profundidad y el porcentaje de sedimento tamaño arcilla por estación es evidente la relación que guardan entre ellos, indica que el comportamiento de ambos sigue la misma tendencia con los vértices de acumulación de material tamaño arcilla en las estaciones con los picos de máxima profundidad, mientras que la fracción limo pareciera no mostrar ningún patrón.

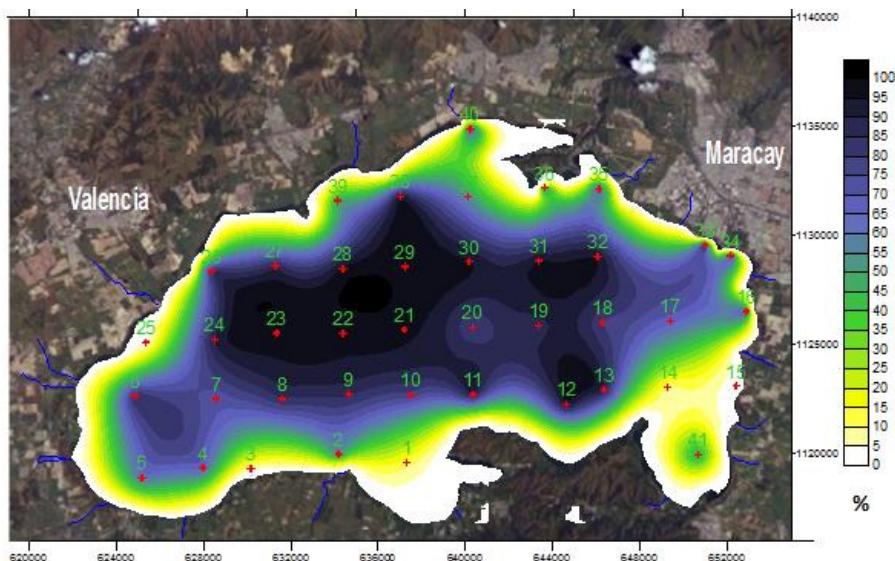
Por otra parte, al ser analizada la distribución espacial de la fracción arcilla (Figura 4) dentro del Lago de Valencia puede observarse que existe un fraccionamiento de ésta, donde a pesar de estar ampliamente distribuida en todo

el lago, va aumentando su concentración hacia el centro. Al contrario de la fracción arcilla, la fracción limo (Figura 5) presenta un comportamiento difuso, con zonas puntuales de concentración hacia la periferia del lago.

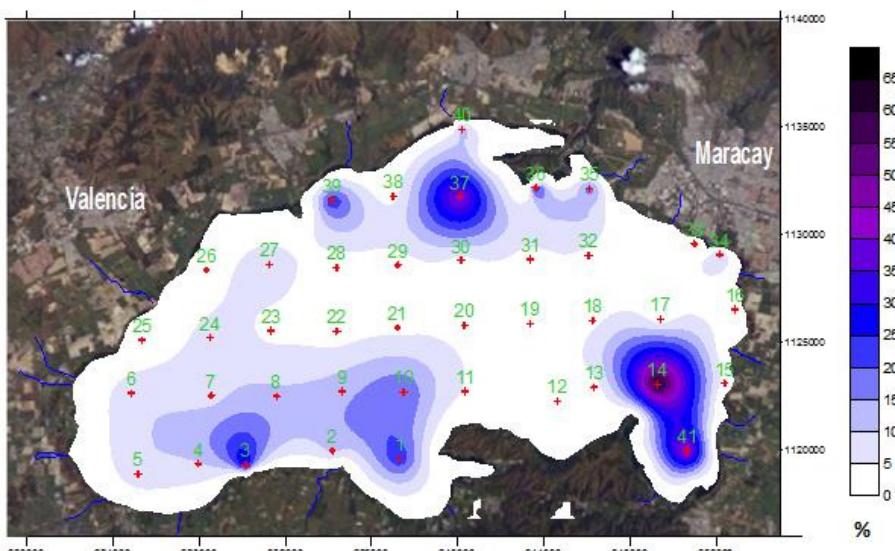
A partir de los resultados obtenidos es posible agrupar los 3 primeros grupos como los que indican la granulometría predominante en el Lago de Valencia, a la vez que los grupos 4 y 5 indican la granulometría presente en las orillas del mismo que representa una minoría del total del lago. De esta forma es determinada una granulometría promedio de los sedimentos del Lago de Valencia, donde se puede afirmar que son típicamente arcillosos, con 82% de arcillas, 12% de limos y 6,1% de arenas.

**Figura 3. Las 5 principales distribuciones granulométricas encontradas en los sedimentos del Lago de Valencia y la distribución promedio del Lago**





**Figura 4. Distribución de sedimento fracción arcilla**



**Figura 5. Distribución de sedimento fracción limo**

## Conclusiones

Los sedimentos del Lago de Valencia son de granulometría predominantemente arcillosa fuertemente influenciada por la profundidad. Los fracción tamaño arcilla es la que controla la composición total de los sedimentos en el sistema evaluado dado que es la granulometría dominante.

Las mayores acumulaciones de materia orgánica, oxihidróxidos de hierro y aluminio se ubican hacia el centro del lago, asociada a las mayores profundidades. Los minerales de arcilla en el sistema de estudio están mayormente concentrados asociados a la fracción limo, en zonas cercanas a la costa del lago y cercana a la desembocadura de algunos de los afluentes más importantes.

Las mayores acumulaciones de carbonatos fueron encontradas hacia el Noroeste, cerca de la desembocadura de los ríos Cura y Guacara, y hacia el Este cerca a las desembocaduras de los ríos Aragua y Caño Amaro; normalmente asociado a profundidades menores a 10 metros.

## Referencias Bibliográficas

Boggs, S. (1995). Sedimentology and Stratigraphy. Second Edition. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, USA. 774 pp.

Castells, X., Cadavid, C. (2005). Tratamiento y valorización energética de residuos. Editado por la Fundación Universitaria Iberoamericana. Ediciones Díaz de Santos. 1128 pp.

Eugene, P.; Gary, B. (2006).

Fundamentos de ecología. 5<sup>a</sup> ed. 598 pp. Flores, R.; Herrera; L.; Hernández, V. (2006). Ecología y medio ambiente. Internacional Thomson Editores. 169 pp. Folk, R. (1980). Petrology of Sedimentary Rocks. Second Edition. Hemphill Publishing Company. Austin, USA. 184 pp.

Gaviría, J.; Quattrini, D.; Fouga, G.; Bohé, A.; Pasquevich, D. (2003). Estudio cinético de la descomposición del carbonato de calcio por cromatografía gaseosa, *Jornadas SAM/CONAMET/Simposio Materia 2003*, Bariloche, Argentina. 4p.

Hongyi, N.; Wenjing, D.; Qunhe, W.U.; Xingeng, Ch. (2009). Potential toxic risk of heavy metals from sediment of the Pearl River in South China Journal of Environmental Sciences. 21:1053–1058. López, L.; Mogollón, J. L.; Aponte, A.; Bifano, C. (2000). Identification of anthropogenic organic contamination associated with the sediments of a hypereutrophic tropical lake, Venezuela. Environmental Geochemistry and Health. 22: 55-74.

Marian, C. F.; Pompêo, M. (2008, Octubre-Noviembre, Volumen 18-Nº 107). La Calidad del Sedimento. La Contaminación por Metales puede ser una Amenaza para los Seres Vivos, [en línea]. Revista CIENCIA HOY. San Pablo, Brasil: Universidad de San Pablo. Recuperado el 3 de diciembre de 2008, de <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy107>.

MARNR. (1981). MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. “Estudio Integral sobre la Contaminación del Lago de Valencia”. Informe N° 1.

Estudio Limnológico. Primera etapa. Serie Informe Técnico DGSIIA/17/68. Mayo 1981. Caracas, Distrito Federal. Venezuela. 165 pp.

MARNR. (1982). MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. “Estudio Integral sobre la Contaminación del Lago de Valencia”. Informe Nº 2. Estudio Limnológico. Segunda etapa. Serie Informe Técnico DGSIIA/IT/131. Mayo 1982. Caracas, Distrito Federal. Venezuela. 165 pp.

MARNR-AUA. (1995). MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Autoridad Única de Área Agencia de Cuenca del Río Tuy y de la Vertiente Norte de la Serranía del Litoral del Distrito Federal y estado Miranda. “Estudios Ambientales con Aplicación de Técnicas Nucleares en el Área de la Contaminación del Agua en el Lago de Valencia, Venezuela”. Informe Final del Proyecto, RLA/2/006. Convenio MARNR-OIEA-PNUD. Mayo 1995. San José, Costa Rica. 91 pp.

Mogollón, J. L. (1990). Comportamiento Geoquímico de elementos metálicos en una Cuenca Tropical Contaminada, Valencia, Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Distrito Capital. 264 pp.

Mogollón, J. L.; Bifano, C. (2000). Tracking the metal distribution in the tropical Valencia Lake catchment: soil, rivers and lake. Environmental Geochemistry and Health. 22:131-153.

Mogollón, J. L.; Bifano, C.; Davies, B. E. (1995). Distribution of metals in mechanical fractions of soils from a lake catchment in Venezuela. Environmental

Geochemistry and Health. 17: 103-111.

Mogollón, J. L.; Bifano, C.; Davies, B. E. (1996). Geochemistry and anthropogenic inputs of metals in a tropical lake in Venezuela. Applied Geochemistry. 11: 605-616.

Schultz, P.; Urban, N. R. (2008). Effects of bacterial dynamics on organic matter decomposition and nutrient release from sediments: A modeling study. Ecological Modelling. 210:1-14.

Song, Y.; Ji, J.; Yang, Z.; Yuan, X.; Mao, C.; Fros, R. L.; Ayoko, G. A. (2011). Geochemical behavior assessment and apportionment of heavy metal contaminants in the bottom sediments of lower reach of Changjiang River. Catena. 85: 73-81.

Spooner, D. R.; Maher, W. (2009). Benthic sediment composition and nutrient cycling in an Intermittently Closed and Open Lake Lagoon. Journal of Marine Systems. 75:33-45.

Suárez, M. (2011). Distribución espacial de Carbono y Nitrógeno en los sedimentos superficiales del Lago de Valencia, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias de la Tierra. Mayo 2011. Investigación conjunta con el Dr. Armando Ramírez y la Br. Albani Daniela Burbano Anatoa.

Suárez, M. (2010). Distribución espacial de Fósforo en sedimentos superficiales del Lago de Valencia. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias de la Tierra. Octubre 2010. Investigación conjunta con el Dr. Armando Ramírez y el Br. Edgar Andrés Marcano Cabeza.

Suárez, M. [2009(1)]. Muestreo y Caracterización de Aguas. Captación

- de Sedimentos Superficiales. Lago de Valencia. Propuesta de Trabajo Interinstitucional. Gerencia Regional INCES Aragua. 12 de Enero 2009. Documento oficializado no publicado. 12 pp.
- Suárez, M. [2009(2)]. Determinación de Coordenadas Geográficas en la Cuadrícula de Muestreo a ser usada en el próximo Muestreo de Aguas y Sedimentos en el Lago de Valencia. Gerencia Regional INCES Aragua. 22 de Abril de 2009. Informe no publicado. 10 pp.
- Tosiani, T.; C. Yanes y A. Ramírez. 2005. Sedimentos recientes frente al Delta del Orinoco, Venezuela. p 53-61. En: Gómez MG, Capaldo M., Yanes C. y Martín A. (Eds.) (2005). Frente Atlántico Venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias de la Tierra. Tomo II. Petróleos de Venezuela S. A. (PDVSA)-Fondo Editorial Fundambiente. Caracas. Venezuela. 159 pp.
- Uluturhan, E.; Kontas, A.; Can, E. (2011). Sediment concentrations of heavy metals in the Homa Lagoon (Eastern Aegean Sea): Assessment of contamination and ecological risks. Marine Pollution Bulletin. 62:1989-1997.
- Wehrmann, M. (1997). Léxico Estratigráfico de Venezuela. Formación Las Brisas, [en línea]. Recuperado el 10 de junio de 2010, de <http://www.pdvsa.com/lexico/166w.htm>.
- Wyżga, B.; Ciszewsk, D. (2010). Hydraulic controls on the entrapment of heavy metal-polluted sediments on a floodplain of variable width, the upper Vistula River, southern Poland. *Geomorphology*. 117: 272-286.
- Xu, Y.; Jaffé, R. (2009). Geochemical record of anthropogenic impacts on Lake Valencia, Venezuela. *Applied Geochemistry*. 24:411–418.
- Xu, Y.; Jaffé, R.; Simoneit, B. R. T. (2008). Oxygenated spiro-triterpenoids possibly related to arborenes in sediments of a tropical, freshwater lake. *Organic Geochemistry*. 39:1400–1404.
- Xu, Y.; Simoneit, B. R.T.; Jaffe, R. (2007). Occurrence of long-chain n-alkenols, diols, keto-ols and sec-alkanols in a sediment core from a hypereutrophic, freshwater lake. *Organic Geochemistry* 38 (2007) 870–883.
- Zhang, C.; Qiao, Q. ; Piper, J. D.A.; Huan, B. (2011). Assessment of heavy metal pollution from a Fe-smelting plant in urban river sediments using environmental magnetic and geochemical methods. *Environmental Pollution*.159: 3057-3070.
- Zhmodik, S.M.; Verkhovtseva, N.V.; Mironov, A.G.; Ilić, R.; Nemirovskaya, N.A.; Khlystov, O.M.; Klerkx, J.; Zhmodik, A.S. (2003). Mapping of uranium and phosphorus in sediments of Lakes Baikal and Issyk-Kul by neutron-induced autoradiography. *Radiation Measurements*. 36: 567-579.



---

# **DIAGNÓSTICO DE LAS COMPETENCIAS DIGITALES EN DOCENTES Y ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

Zambrano Jean, Izarra Jenny, Londero Anthony, Araque Yarelis,  
Calderón Jesús  
Universidad de Los Andes  
zambrano.jeancarlos@gmail.com

## **Resumen**

Esta investigación tuvo como objetivo general diagnósticar el desempeño de los docentes y estudiantes en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas tecnológicas que apoyan al proceso de enseñanza y aprendizaje en el Núcleo “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes, estado Trujillo. La metodología estuvo enmarcada en un tipo de investigación descriptiva, la estrategia metodológica fue de corte observacional, la población objeto de estudio estuvo constituida por 10 docentes y 50 estudiantes de ambos generos, el instrumento utilizado fue el cuestionario y se uso, la tipo escala Likert; La validez de contenido de los instrumentos empleados se realizó mediante la técnica del juicio de tres expertos cuantificado mediante el coeficiente W de Kendall, para el análisis de confiabilidad se empleó el alfa de Conbrach's. Se tuvo como resultados que existen consistencias entre los valores superiores de la escala en el grupo de docentes, y estos en su gran mayoría manifiestan que siempre o casi siempre han propiciado las condiciones para favorecer el desarrollo de las dimensiones en estudio de las (TIC). Los estudiantes por su parte revelan consistencia entre el valor medio de la escala en su mayoría manifiestan alguna vez llevar a cabo actividades de aprendizaje relacionadas con las mismas. Conclusión: El desempeño de los docentes y estudiantes se encuentra en desarrollo, pues las frecuencias encontradas describen comportamientos en los que se están adquiriendo progresivamente experticia y flexibilidad en la utilización de las TIC en el contexto educativo examinado.

**Palabras clave:** competencias digitales, educación universitaria, tecnologías de información.

## Introducción

El uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en las universidades del mundo ha sido uno de los principales factores de inducción al cambio y adaptación a las nuevas formas de hacer y de pensar iniciadas a partir de los años ochenta en los distintos sectores de la sociedad [Riascos *et al.*, (2009)], en sus inicios no se consideraba la importancia que llegaría a tener la incursión de las TIC en el entorno de la educación universitaria y especialmente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En la actualidad el número de docentes que integran las TIC, al ámbito de la educación universitaria se encuentra en franco crecimiento, lo que implica cambios importantes en las metodologías, en los contenidos y en las actitudes de los participantes de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Duart y Sangrà (2000) afirman que el uso de las TIC en espacios universitarios permite el desarrollo de tres elementos: a) mayor flexibilidad e interactividad, b) vinculación de los docentes con los estudiantes, al permitir mayor colaboración y participación, y c) facilidad para acceder a los materiales de estudio y a otras fuentes complementarias de información, esta perspectiva replantea los modelos educativos actuales, centrados en la exposición del docente frente a estudiantes pasivos, pues el reto consiste en adaptar todos los cambios tecnológicos a los programas educativos existentes, y generar egresados con competencias, acordes con las demandas y necesidades del entorno.

Uno de los factores clave en la integración tecnológica es el desempeño de los docentes, pues los cambios sociales traen nuevos desafíos, reconfigurando el rol del profesor universitario y exigiéndole innovaciones tanto pedagógicas como tecnológicas [Spengler *et al.*, (2007)] algunas para las cuales no fue preparado en su formación tradicional.

En el caso de los estudiantes frente a la inclusión de las TIC, también requieren desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con el manejo tecnológico, hoy día se considera aceptable el uso de estándares para la caracterización del desempeño con criterios de calidad, las competencias digitales que poseen tanto los estudiantes como sus docentes, se considera que tienen una importancia fundamental para responder a las demandas que surgen en contextos educativos que integran las TIC ,de forma significativa, y cuyos esfuerzos están dirigidos a adquirir habilidades profesionales, como lo es el trabajo en equipo, la gestión de proyectos y las estrategias de colaboración. [Arras *et al.*, (2011)].

Con ello no se pretende dejar a un lado los modelos pedagógicos tradicionales existentes; por el contrario, lo que se busca es que exista coherencia entre el uso que se hace de las TIC y los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje tanto en los ambientes virtuales como presenciales.

### *Competencia Digital y Estándares*

Pere (2008) considera que las competencias digitales son “competencias relacionadas con el uso de las TIC. En el caso de los docentes serán las mismas que requieren todos

los ciudadanos y además las específicas derivadas de la aplicación de las TIC en su labor profesional para mejorar los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión”.

El grupo CRIF “Las Acacias” define la competencia digital como la combinación de conocimientos, habilidades (capacidades), en conjunción con valores y actitudes, para alcanzar objetivos con eficacia y eficiencia en contexto y con herramientas digitales. (Competencia Digital, 2009).

El Instituto de Tecnologías Educativas (ITE) plantea que los dominios de la competencia digital implican disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento. Incorpora diferentes habilidades, que van desde el acceso a la información hasta su transmisión en distintos soportes una vez tratada, incluyendo la utilización de las TIC como elemento esencial para informarse, aprender y comunicarse.

El tratamiento de la información y la competencia digital implican ser una persona autónoma, eficaz, responsable, crítica y reflexiva al seleccionar, tratar y utilizar la información disponible, contrastándola cuando es necesario, respetando las normas de conducta acordadas socialmente para regular el uso de la información y sus fuentes en los distintos soportes.

Acreditar un dominio de la competencia significa ser un competente digital, dominio al que deben aspirar todos los estudiantes y promover todos los docentes. Es crucial que estudiantes y docentes, obtengan alfabetización digital que les permita utilizar de

manera eficaz y eficiente los instrumentos tecnológicos que constituyen las TIC en sus actividades profesionales (docencia, investigación, gestión) y personales.

Se requiere de competencias instrumentales para usar los programas y los recursos, pero sobre todo necesitan adquirir competencias didácticas para el uso de todos estos medios TIC con garantía de éxito [Silva *et al.*, (2006)].

Vivancos (2008). propone que la competencia digital consiste en la habilidad de búsqueda, obtención, procesamiento, comunicación, transformación en conocimiento y utilización de los recursos.

Al respecto, se han consultado un conjunto de instituciones internacionales y autores estudiados del tema ligados a la innovación tecnológica, los cuales han elaborado varias propuestas de estándares y organizado aquellos conocimientos y destrezas que docentes y estudiantes en los diferentes niveles educativos, deben ser capaces de dominar en lo referido a las TIC.

La revisión documental ha permitido identificar las diferentes propuestas de estándares en el mundo y sus aspectos medulares, propuestos en Latinoamérica, Europa y los Estados Unidos, así como diseñar un instrumento que permita diagnosticar la competencia digital.

Entre los estándares consultados se encuentran: Francia (2004), estándares emanados por la Comisión Europea (European Pedagogical ITC, 2010), Las Dimensiones y habilidades SIMCE TIC. Chile (2008), Los Estándares de desempeño de la Fundación Omar Dengo de Costa Rica (2008); El Grupo

de asesores del CRIF “Las Acacias” (Competencias digitales, 2009), El Instituto Nuestra Señora de la Asunción (INSA Colombia, 2012), Los ISTE/ NETS en los Estados Unidos para estudiantes (NETS, 2007) y docentes (NETS, 2008) QTS Standards for the award of Qualified Teacher Status (Reino Unido, 2001) , la UNESCO (2008) y Pere, Marqués (2008). Las propuestas citadas anteriormente recogen aspectos en torno a 6 dimensiones que identifican y describen las competencias digitales, las cuales son:

- 1) Manejo y uso propiamente operativo de hardware y software, que en algunos casos viene articulada con la formación previa a la universidad.
- 2) Diseño o manejo en ambientes de aprendizaje, entendido como la habilidad y/o destreza para organizar entornos de enseñanza y aprendizaje con uso de tecnología.
- 3) Vinculación de las TIC con el currículum, donde se da importancia a realizar un proceso de aprendizaje desde las necesidades de los sectores que permitan contextualizar los aprendizajes.
- 4) Evaluación del aprendizaje, está centrada en las habilidades para evaluar técnica y críticamente, el impacto del uso de ciertos recursos y organización del entorno.
- 5) Mejoramiento profesional, entendido como aquellas habilidades y destrezas que permiten a los docentes y estudiantes dar continuidad a lo largo de la vida a procesos de aprendizaje utilizando las TIC.
- 6) Ética y valores, orientada uso ético de recursos.

## **Objetivo**

Diagnosticar el desempeño de los docentes y de los estudiantes en el uso de las TIC como herramientas tecnológicas para desarrollar las capacidades y habilidades que apoyan al proceso de enseñanza y aprendizaje en el Departamento de Ciencias Pedagógicas del Núcleo “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes en el Estado Trujillo.

## **Materiales y Métodos**

Es una investigación descriptiva, de cohorte observacional. Se elaboró un cuestionario utilizando la Escala Likert, fue validado a través del juicio de expertos, se aplicó a un grupo de docentes y estudiantes de la Universidad de Los Andes en el Núcleo “Rafael Rangel” estado Trujillo, El instrumento aplicado a los docentes está compuesto por 20 ítems agrupados en 5 dimensiones, las cuales se mencionan a continuación:

1. *Aprendizaje y Creatividad (IDD1)*. Referido a la capacidad de los docentes para facilitar e inspirar el aprendizaje y la creatividad de sus estudiantes, usando su conocimiento sobre los temas de la cátedra que imparte, sus conocimientos sobre enseñanza y aprendizaje, y sobre las TIC, tanto en ambientes presenciales como virtuales, reflejado en los indicadores de promoción del pensamiento creativo, para comprometer a los estudiantes a la búsqueda y solución de problemas, promoción de la reflexión y modelado del trabajo colaborativo.
2. *Diseño, Desarrollo y Evaluación (IDD2)*. Contempla actividades que realizan los docentes, las que diseñan, desarrollan y evalúan experiencias de aprendizaje y valoraciones, que

incorporan herramientas y recursos contemporáneos para optimizar el aprendizaje de contenidos de manera contextualizada, para desarrollar el conocimiento, las habilidades y las actitudes en los estudiantes.

3. *Modela el Trabajo y el Aprendizaje (IDD3)*. Está relacionado con la demostración de conocimientos, habilidades y procesos de trabajo representativos de un profesional innovador en una sociedad global y digital, comprende competencia en el manejo de los sistemas tecnológicos (Tics) y en la transferencia de su conocimiento actual a nuevas tecnologías y situaciones.

4. *Ciudadanía Digital y Responsabilidad (IDD4)*. Relacionados con la forma que los docentes entienden temas y responsabilidades sociales, locales y globales, en Una cultura digital en evolución; y demuestran comportamientos éticos y legales en sus prácticas profesionales.

5. *Crecimiento Profesional y Liderazgo (IDD5)*. Referido a la motivación que poseen los docentes para mejorar continuamente su práctica profesional, modelar el aprendizaje individual permanente y ejercer liderazgo en sus instituciones educativas y en la comunidad profesional, promoviendo y demostrando el uso efectivo de herramientas y recursos digitales.

El instrumento aplicado a los estudiantes está compuesto por 24 ítems agrupados en torno a 6 dimensiones, cuyas dimensiones son las siguientes:

1. *Creatividad e Innovación (IDE1)*. Se refiere a como los estudiantes demuestran

Pensamientos creativos, construyen conocimientos y desarrollan productos y procesos innovadores utilizando las TIC.

2. *Comunicación y Colaboración (IDE2)*. Relacionada con la frecuencia que los estudiantes utilizan medios y entornos digitales para comunicarse y trabajar de forma colaborativa, incluso a distancia, para apoyar el aprendizaje individual y contribuir al aprendizaje de otros.

3. *Investigación y Localización efectiva de Información (IDE3)*. Esta dimensión suministra datos importantes sobre la frecuencia con la que los estudiantes aplican herramientas digitales para obtener, evaluar y usar información.

4. *Pensamiento Crítico, Solución de Problemas y Toma de Decisiones (IDE4)*.

Frecuencia con la cual los estudiantes usan habilidades de pensamiento crítico para planificar y conducir investigaciones, administrar proyectos, resolver problemas y tomar decisiones informadas usando herramientas y recursos digitales apropiados.

5. *Ciudadanía Digital (IDE5)*. Capacidad que poseen los estudiantes para comprender los asuntos humanos, culturales y sociales relacionados con las TIC, la práctica de conductas legales y éticas de los recursos digitales disponibles.

6. *Operaciones y Conceptos de las TIC (IDE6)*. Contempla habilidades que los estudiantes demuestran tener para una comprensión adecuada de los conceptos, sistemas y funcionamiento de las TIC.

*Universo, Población y Muestra*

A los efectos de alcanzar el objetivo

propuesto, se consideró examinar un grupo estudiantes y docentes de los primeros semestres de las carreras en Ciencias Pedagógicas impartidas en el núcleo “Rafael Rangel” de la Universidad de los Andes en el Estado Trujillo, para el semestre A-2012, teniendo en cuenta que los docentes formen parte del personal ordinario con dedicación exclusiva o tiempo completo, dado que los mismos tienen mayor disponibilidad para el desarrollo de las actividades inherentes al cargo (docencia, investigación y extensión) de la Universidad.

La selección de los sujetos que participaron en el estudio se realizó mediante un muestreo bietápico, primero y con la finalidad de garantizar la homogeneidad en los resultados, se caracterizó al grupo de docentes y al grupo de estudiantes, tomando como criterio de inclusión solo sujetos vinculados con el área de educación, que tuvieran en común la utilización de las TIC en sus labores académicas, en los primeros cinco semestres de las carreras que administra el Departamento de Ciencias Pedagógicas.

Posteriormente se procedió, mediante un procedimiento de muestreo aleatorio simple con afijación proporcional en cada estrato docente-estudiante para determinar la cantidad de docentes y estudiantes que participaron en el estudio, en total sesenta (60) sujetos, distribuidos de la siguiente manera cincuenta (50) estudiantes y diez (10) docentes. A los cuáles se les aplicó un instrumento, no sin antes solicitar el consentimiento, informando sobre la finalidad de los datos recabados

y de la confidencialidad y anonimato en la información suministrada.

Los resultados en este estudio se presentan en términos de medidas descriptivas y prueba no paramétricas U de Mann-Whitney para determinar las diferencias estadísticamente significativas, los cálculos y gráfico se realizaron en el programa SPSS (versión 17.0 para Windows Chicago Inc.)

## **Resultados y Discusión**

A continuación se presentan los resultados obtenidos, dada la extensión de los instrumentos aplicados de acuerdo a un análisis general de las dimensiones de las variables.

Validez y confiabilidad del instrumento  
Se realizó mediante la técnica del juicio de (3) expertos quienes determinaron la representatividad de los ítems de acuerdo a lo que se desea medir, evaluaron la claridad, precisión, relación y pertinencia de cada indicador (ítems) con respecto a las dimensiones en estudio, el coeficiente de concordancia *W de kendall*, revelan que el índice de concordancia entre los expertos fue de 0,95 concordancia muy alta (Gonzalvo,1978) implica que los expertos aplicaron esencialmente el mismo estándar para evaluar los instrumentos.

El análisis de confiabilidad de los instrumentos se realizó mediante el estadístico *alfa de Conbrach's*, el índice de confiabilidad del instrumento aplicado a los docentes fue de 0,94 confiabilidad muy alta, en lo que respecta al instrumento aplicado a los estudiantes

el índice de confiabilidad fue de 0,85 lo que indica confiabilidad alta.

### **Características descriptivas de los sujetos**

La edad promedio de los estudiantes encuestados es de  $19,4 \pm 3,2$  años, 58% son de género femenino y 42% masculino, cursantes de las carreras en Ciencias de la Educación mención Castellano y Literatura, Biología y Química, Física y Matemáticas, Historia y Geografía, Básica Integral y Lenguas Extranjeras, de los cuales el 94% estaban cursando el quinto (5) semestre.

Respecto a los docentes encuestados pertenecer al Departamento de Ciencias Pedagógicas e imparten diversas asignaturas en las carreras de Educación, son miembros del personal ordinario de la institución y con dedicación exclusiva o tiempo completo.

### **Análisis sobre la competencia digital en los docentes y estudiantes universitarios**

En la Figura 1, pueden observarse las dimensiones examinadas en docentes y estudiantes, cinco dimensiones para docentes y seis dimensiones para los estudiantes, del lado izquierdo de la figura los docentes y del lado derecho los estudiantes.

Las dimensiones examinadas en docentes fueron: aprendizaje y creatividad (IDD1), diseño, desarrollo y evaluación (IDD2), modela el trabajo y el aprendizaje (IDD3), ciudadanía digital y responsabilidad (IDD4), crecimiento profesional y liderazgo (IDD5) evidencian concentración de la mayoría de las frecuencias en la parte media-alta de la escala (entre algunas veces y siempre), se encontraron casos en los

cuales manifiestan nunca o casi nunca fomentar sus capacidades, habilidades y destrezas en el uso de las TIC, un análisis detallado revela que se trata de docentes con más antigüedad en la institución y son los que siguen un modelo tradicional en su práctica educativa experimentando resistencia al cambio.

Respecto a las dimensiones examinadas en los estudiantes: creatividad e innovación (IDE1), comunicación y colaboración (IDE2), investigación y localización efectiva de Información (IDE3), pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones (IDE4), se evidencia un comportamiento mayoritario alrededor de las parte media-media de la escala (entre algunas veces y casi siempre); las dimensiones Ciudadanía Digital (IDE5), Operaciones y Conceptos de las TIC (IDE6), indican concentración en la parte media-alta de la escala (entre algunas veces y siempre), se encontraron casos de estudiantes los cuales manifiestan no tener dominio en uso de las TIC, estos casos corresponden a estudiantes que se encuentran en el primer semestre de la carrera.

*Docentes y Estudiantes*

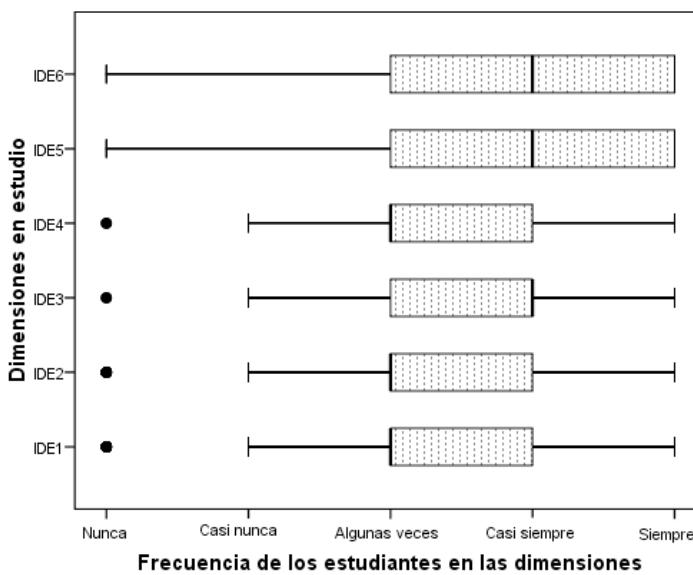
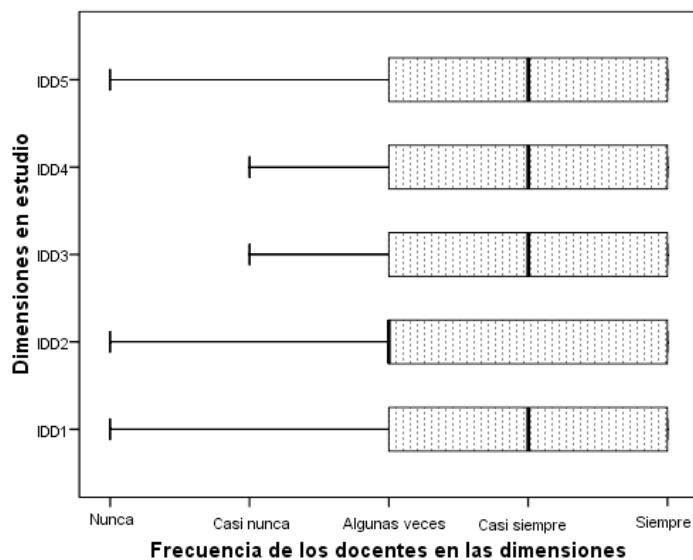


Figura 1. Frecuencia con la cual docentes y estudiantes aplican sus conocimientos, habilidades y destrezas en el dominio de las TIC en actividades presenciales como virtuales

## Análisis sobre la competencia digital de los estudiantes vs Género

Los resultados relevan diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en las dimensiones IDE4, Pensamiento Crítico, Solución de Problemas y Toma de Decisiones ( $p<0,001$ ) los hombres dicen usar las habilidades de pensamiento crítico para planificar y conducir investigaciones, administrar proyectos, resolver problemas y tomar decisiones usando herramientas y recursos digitales apropiados en mayor proporción que las mujeres. También se encontraron diferencias en la dimensión IDE6, Operaciones y Conceptos de las TIC ( $p<0,001$ ) en la cual los hombres dicen tener una mayor comprensión de los conceptos, sistemas y funcionamiento de las TIC que las estudiantes mujeres.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en las dimensiones Creatividad e Innovación (IDE1), Comunicación y Colaboración (IDE2), Investigación y Localización efectiva de Información (IDE3) y Ciudadanía Digital (IDE5). Los resultados obtenidos en el presente contexto se asemejan a los encontrados por (Arras et al 2011) quienes se propusieron identificar las competencias en el uso académico de las TIC por parte de los estudiantes universitarios en las universidades de Salamanca en España, Autónoma de Chihuahua y Veracruz en México; y cuyos resultados muestran confianza de los estudiantes en sus competencias en las TIC para interactuar en ambientes de enseñanza mediados por tecnología.

## Conclusiones

El desempeño de los docentes y estudiantes se encuentra en desarrollo, pues las frecuencias encontradas describen comportamientos en los que se están adquiriendo progresivamente experticia y flexibilidad en la utilización de las TIC, en el contexto educativo examinado. En el grupo de estudiantes los hombres dicen demostrar un mayor dominio en las habilidades de pensamiento crítico, para planificar y conducir investigaciones con una mayor comprensión de los conceptos, sistemas y funcionamiento de las TIC que las mujeres.

## Referencias Bibliográficas

- Arras, A.; Torres, C.; García, A. (2011). Competencias en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) de los estudiantes universitarios. en *Revista Latina de Comunicación Social*, 66. La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna, 130 a 111.
- B2i Francia. (2004). Educación Superior, Investigación y Tecnología. IUFM, Certificat informatique et internet (C2i®) niveau 2 “enseignant”, NOR : MENT0400410C, RLR : 434-5d ; 438-5, CIRCULAIRE N° 2004-46.
- Centro de Educación y Tecnología. (2008). Dimensiones y habilidades SIMCE TIC. Chile.
- Competencia Digital. (2009). [en Línea]. Disponible: <https://competenciadigital.wikispaces.com/> Recuperado el 26 de Enero de 2012,
- Duart, J. y Sangrá, A. (2000). Aprender en la virtualidad. Barcelona: Gedisa.
- Estándares Nacionales (EEUU) de Tecnologías de Electronica de

Información y Comunicación (TIC's) para docentes (2008) (NETS•t) por su sigla en inglés. <http://www.eduteka.org/estandaresmaes.php3>. NETS for Teachers: National Educational Technology Standards for Teachers, Second Edition, © 2008, ISTE® (International Society for Technology in Education), <http://www.iste.org> - All rights reserved.

Estándares Nacionales (EEUU) de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) para estudiantes (2007) (NETS•s) por su sigla en inglés. National Educational Technology Standards for Students, Second Edition, © 2007, ISTE® (International Society for Technology in Education), <http://www.iste.org> - All rights reserved.

National Educational Technology Standards for Students, Second Edition, © 2007, ISTE® (International Society for Technology in Education), <http://www.iste.org> - All rights reserved.

European Pedagogical ICT. (2010). [en linea] <http://www.epict.org/> Recuperado en Abril de 2010

Fundación Omar Dengo (2008). Estándares de desempeño de estudiantes en el aprendizaje con tecnologías digitales, Costa Rica.

Gonzalvo, G. (1978). Diccionario de Metodología Estadística. Ediciones Morata, Madrid- España.

Instituto Nuestro Señora de la Asunción. (2012). Currículo INSA. Colombia.

Ministerio de Educación de Chile. (2006). "Estándares en Tecnología de

la Información y la Comunicación para la Formación Inicial Docente". *Registro I.B.S.N. 956-292-137-9*

Pere, Marqués. (2008). Las competencias digitales de los docentes. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. Disponible: <http://www.peremarques.net/> [Consulta: 2011, Diciembre 15]

Riascos, S.; Quintero, D. y Ávila, G. (2009). Las TIC en el Aula: percepciones de los profesores universitarios Educación y Educadores, Núm. (03), diciembre.

133-157 Universidad de La Sabana Colombia

Silva, J.; Gros B.; Garrido J.; Rodríguez J. (2006). Estándares en tecnologías de la información y la comunicación para la formación inicial docente: situación actual y el caso chileno. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(3).

Spengler, M.; Egidi, L.; Craveri, A; (2007). El nuevo papel del docente universitario: el profesor colectivo.

UNESCO. (2008). Estándares de competencias en TIC para docentes. [en linea] <http://portal.unesco.org/es/ev>

Vivancos, J. (2008). Tratamiento de la información y competencia digital. Alianza Editorial (Colección Competencias Básicas en Educación).

---

# DISEÑO DE CUENTOS MULTIMEDIA PARA FOMENTAR LA LECTURA EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Fernández Luisenia

Facultad de Arquitectura y Diseño (LUZ)

fdezl13@hotmail.com

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar una serie de cuentos infantiles infodidácticos a fin de fomentar la lectura en niños con discapacidad visual, como aporte a la educación e integración de personas con discapacidad, dirigido a niños, estudiantes y público interesado en el tema, que sean habitantes de la ciudad de Maracaibo. Para ello se creó un método de diseño propio basado en las ideas de quienes proponen etapas fundamentales que se adaptan al proceso de diseño. En las bases teóricas se destaca desde el inicio del multimedia, composición, los elementos y la estructura, al igual que la combinación de imágenes, la tipografía, y la legibilidad tipográfica. Así mismo, se emplea un estilo infantil, ya que se quiere lograr una integración visual de los elementos, con la temática de la composición, y que de esta forma la imagen sea la protagonista, y la utilización de colores planos y de sonidos, sin llegar a recargar la obra y que el lector tenga el mejor recorrido visual y de lectura posible. El tipo de investigación fue proyectiva, y el diseño fue de campo de cohorte observacional. Se concluyó que no solamente es importante estudiar los aspectos esenciales para la producción de un producto multimedia, sino que también se debe tomar en cuenta las características del público al que va dirigido, para poder diseñar un producto que refleje la esencia de su trabajo. Así mismo, se recomienda seguir realizando trabajos de investigación que vayan dirigidos a personas con discapacidad, y que dichos datos recopilados no se queden en una biblioteca, sino que, tengan la oportunidad de ser publicados, y con ello enriquecer de diseño las bibliotecas locales.

**Palabras clave:** diseño multimedia, discapacidad visual, cuentos infantiles.

## Introducción

En cada una de las diferentes etapas de la educación venezolana se ha ido perdiendo la práctica de las actividades lectoras por parte de los estudiantes, La UNESCO (2000), al abordar la problemática mundial de la lectura, ha señalado que “los libros y el acto de leer constituyen los pilares de la educación y la difusión del conocimiento, la democratización de la cultura y la superación individual y colectiva de los seres humanos”. En esta perspectiva señala, que los libros y la lectura son y seguirán siendo con fundamentada razón, instrumentos indispensables para conservar y transmitir el tesoro cultural de la humanidad.

Desde el punto de vista teórico se hace necesaria la incorporación de la lectura en los programas educativos para niños con discapacidad visual, actividad absolutamente humana a través de los cuentos infantiles, que le permite gracias a su realización y puesta en práctica en el aspecto literario; por ejemplo interpretar una poesía, un cuento, una novela. De igual manera, desde el punto de vista práctico por intermedio de la lectura se tendrá la posibilidad de dramatizar obras, interpretar señales, analizar movimientos del cuerpo, dar o recibir una enseñanza que envuelve el día a día del niño con discapacidad visual.

Desde el punto de vista social este proyecto busca como aporte fomentar la lectura en niños con discapacidad visual mediante una serie de cuentos infodidácticos, ya que estos permiten abordar y manejar los distintos elementos que permiten la interacción con cada uno de los sentidos, específicamente en este

caso desarrollando la parte sensorial e intelectual de niños con discapacidad visual. El propósito del proyecto es ofrecer una propuesta gráfica y sensorial que sirva de estímulo a todo niño con discapacidad visual que sienta la necesidad o la inquietud de interactuar y experimentar con materiales que le permitan aprender y desarrollar sus conocimientos a la hora de estudiar o en el día a día de sus vidas. Los resultados de este proyecto aportaran y mejoraran la promoción y divulgación de la lectura como base fundamental en la vida de todo ser humano.

## Objetivos

Diseñar una serie de cuentos infantiles multimedia para fomentar la lectura en niños con discapacidad visual.

## Específicos

Identificar cuentos infantiles cortos que sean de fácil compresión para el fomento de la lectura en niños con discapacidad visual.

Determinar las características de lectura, métodos de enseñanza y estrategias de aprendizajes que se emplean en la educación de los niños con discapacidad visual.

Establecer los criterios del diseño universal para niños con discapacidad visual. Ilustrar los cuentos infantiles seleccionados, aplicando los criterios de diseño universal y tomando en cuenta las necesidades de los niños con discapacidad visual.

Estructurar los cuentos multimedia empleando los criterios de diseño universal y métodos de enseñanza

empleados para niños con discapacidad visual.

### **Orientaciones metodológicas**

Los métodos de diseño definen cada uno de los procedimientos, técnicas, ayudas o herramientas para diseñar. Representan un número de clases distintas de actividades que el diseñador utiliza y combina en un proceso general de diseño. En este sentido, la metodología didáctica del diseño de Munari (1985) plantea que “el diseñador, dado que utiliza todas clases de materias y de técnicas sin perjuicio artístico, ha de disponer un método que le permita realizar su proyecto con la materia adecuada, las técnicas precisas y con la forma que corresponda a la función; también el diseñador ha de producir un objeto que no sólo tenga calidad estética, sino que considere el factor fundamental; el económico, y además se preocupe porque el público entienda el producto” (pag.15)

Por su parte plantea que el método de diseño con marco de referencia lógico, se conoce como método de diseño los cuales poseen la capacidad de ampliar el espacio de búsqueda de soluciones potenciales o facilitan el trabajo en equipo y la toma de decisiones. Dicho método está comprendido por: Clarificación de objetivos, establecimiento de funciones, fijación de requerimientos, determinación de características, generación de alternativas, evaluación de alternativas, mejora de detalles.

Según Costa (1994) “el diseño se desarrolla a través de pasos secuenciales que en muchas áreas pueden ser cíclicas, divididas de la siguiente manera:

-Información - Documentación:

Recogida de datos, Incubación: Elaboración subconsciente de ideas tentativas para llegar a una solución al problema de diseño, Idea creativa: Descubrimiento o selección de las ideas más originales y posibles a ser realizadas, Verificación – Desarrollo: profundización de las ideas creativas, desarrollo de las diferentes hipótesis creativas, Formalización: Creación de un prototipo original, Difusión: Modelo de reproducción del prototipo original, Mensaje: Conceptualización de lo que se desee transmitir con el diseño”(pág. 135).

### **Método de diseño seleccionado**

Como método a utilizar en la propuesta de diseño, se emplea un híbrido originado por la fusión de algunos de los modelos antes mencionados. Se eligieron ocho pasos para la realización del producto, ya que son pasos claves para la propuesta del diseño, estos se retroalimentan entre sí, ya que son un cadena que van de la mano para lograr un fin.

Se toma como primer paso la exploración, puesto que es necesario conocer los espacios en que se desenvuelven las personas en los alrededores a las cuales les serviría el producto a elaborar. La recopilación de datos o información es pertinente, ya que a través de la exploración se logra recolectar información que es útil para posteriores avances del producto. Luego se genera un análisis para así detectar problemas precisos a los cuales se les tiene que dar una solución, y lograr establecer la síntesis lógica que facilite el entendimiento de la problemática para así más adelante darle la solución más adecuada.

Síntesis, lograda a través de bosquejos claros y precisos de lo que se quiere trasmitir en los objetivos. Incubación, esta se empleara con el desarrollo de los bosquejos, mientras más se concretice este paso, más factible será la propuesta elegida para la solución, ya que se habrá explorado lo suficiente el área y se puede generar una propuesta diferente pero eficaz. Idea creativa, escoger la idea más elaborada con propuesta atractiva e innovadora para lograr así la familiarización del usuario con el producto propuesto. Desarrollo de detalles, tomar en cuenta que tan factible es el producto, haciendo validaciones en cuanto garantice la efectividad de los objetivos para lo cual es elaborado. Comunicación, por último debe comunicar, transmitiendo los objetivos esenciales del producto de diseño, siendo un soporte útil en el aprendizaje de la lectura a nivel educativo.

### **Aportes y hallazgos**

Desde un principio cuando se exploraron las posibles temáticas a emplear en el multimedia, se estableció el formato a ser empleado de 1200 x 900 píxeles, tomando en cuenta las necesidades del usuario y las requeridas en el producto final dadas por el multimedia. Así mismo se buscaron los temas más apropiados para los cuentos empleados en el multimedia teniendo en cuenta la edad y las características de los niños que serán usuarios del mismo; tomándose de esta forma temas referentes al medio ambiente, los animales y su desarrollo en el ecosistema debido a que estos son del agrado de niños en edad inicial, ya que a través de ellos pueden crean vínculos entre lo que sucede a su alrededor y

tomar conciencia de esto desde muy temprana edad.

De igual modo, se indagó acerca del empleo de la tipografía y la imagen en el espacio para niños con discapacidad visual, para de esta manera lograr que el producto cumpla con las necesidades del usuario al cual va dirigido el mismo, encontrando que las tipografías de palo seco son las más recomendadas en estos casos la cual debe poseer un tamaño grande y un buen interlineado e interletrado para una mejor apreciación; por otra parte, las imágenes deben poseer contornos muy bien demarcados y deben ser de igual modo de gran tamaño para brindar una mejor visualización de estas. En tal sentido se generó un análisis para así detectar los problemas y características precisas presentes en el producto multimedia y de esta forma se logró establecer una síntesis lógica de la composición del multimedia y del empleo que se debe dar a cada uno de sus componentes para más adelante darle el uso adecuado en cuanto a las necesidades del usuario se trata. Por otra parte, luego del análisis se logró la síntesis de lo necesario para lograr transmitir lo planteado en los objetivos, mediante la cuales se determinaron los cuentos a ser empleados tomándose como opciones: “La fiesta inolvidable del llano”, “El árbol de todos los frutos”, “Terecay bucea en el lago” y “Un viaje por la selva”, debido a que los mismos son cuentos cortos y por lo tanto son de fácil compresión para los niños, por otro lado se tomaron en cuenta las características de la lectura de los niños con discapacidad visual y los métodos de enseñanzas para los mismos para

luego ser aplicados el multimedia.

Por tal razón, se tomaron en cuenta las características de las ilustraciones que van a ser empleadas en el multimedia y el uso de la animación y el sonido en los mismos para crear un diseño armónico y universal para el empleo de niños con discapacidad visual. En este sentido, se tomaron en cuenta la factibilidad del producto en cuanto al usuario se refiere, explorando lo suficiente el área multimedia y buscando generar una propuesta diferente pero eficaz. Para tal fin se tomaron en cuenta las siguientes determinantes:

**Mapa de contenido:** el mapa de contenidos está planteado con un tipo de navegación compuesta, de esta forma los usuarios pueden navegar a su gusto en el multimedia, el mismo posee a su vez, en ocasiones, un tipo de navegación lineal, pero que está a su encuentra limitada por pantallas que poseen jerarquías para poder acceder a ciertos puntos. Por medio de la idea creativa se escogió la idea más elaborada con la propuesta más atractiva para lograr la familiarización del usuario con el producto multimedia propuesto. Para tal fin se tomaron en cuentas aspectos como la imagen, el color, la tipografía y la animación de los elementos

**Imagen:** es de gran importancia para la realización de este proyecto la utilización de las imágenes de gran tamaño dentro de la diagramación, por ser un cuento dirigido a niños. De igual manera la imagen representa el soporte visual que permitirá al niño entender la secuencia de los acontecimientos dentro de las historias contadas en los cuentos, al igual que ayuda a la identificación de

cada uno de los elementos existentes en las historias narradas. La imagen está compuesta por cada una de las ilustraciones creadas y las mejoras de las mismas durante la fase creativa, sino también a la digitalización y animación de las mismas dentro del multimedia.

**Color:** el color es uno de los elementos más resaltante en todo el multimedia, se busca llamar la atención del usuario, con colores complementarios y contrastantes a lo largo del recorrido en búsqueda de un contraste de figura fondo al igual que el de texto fondo, por tal motivo los fondos para los mismos serán de color blanco y los textos de color negro para una mejor legibilidad. En cada escena se utilizaran colores cálidos como el verde, amarillo, rojo y naranja, y colores fríos como el azul y el verde en contrastes, los cuales son ayudan a la mejor visualización de los niños con discapacidad visual; al igual que el color marrón y negro ya que los mismos son representativos del ambiente y la vegetación llanero y de campo utilizado en el multimedia al igual que el de los animales representativos de esta zona, al igual que el uso de colores planos para cada uno de los botones que dirige a las diferentes secciones del multimedia.

**Tipografía:** el uso de la tipografía está basado en el estudio de la fundamentación teórica en donde se recomienda la utilización de una familia tipográfica palo seco, clara y legible al lector, la utilización de un tamaño adecuado para su diagramación dentro de la composición y la relación imagen-texto son características esenciales para el diseño del producto final. La búsqueda de una fuente apropiada nos llevó a la

selección de varias familias tipográficas para su estudio, tomando como definitiva la Calibri, por ser una fuente palo seco, legible y con una estructura geométrica y agradable a la vista.

**Sonido:** el sonido fue uno de los elementos más importantes para la realización del multimedia, ya que el mismo guió a los usuarios a través de la interfaz del multimedia; en este sentido, el sonido se empleó para crear además un ambiente que manifestara los acontecimientos que iban ocurriendo. Así mismo el sonido fue insertado en cada uno de los botones de navegación contenidos en el multimedia, los cuales indican los contenidos y rutas de cada sección del multimedia al igual que la presencia de un narrador a lo largo de los cuentos.

**Diseño de la interfaz:** el diseño de la interfaz a escoger, debe cumplir con las características necesarias y funcionales para que el multimedia posea coherencia en la navegación, proporcionando al usuario fluidez, continuidad y funcionalidad. A continuación se muestran los pasos por los cuales han evolucionado las distintas propuestas presentadas para lograr obtener la interfaz efectiva

**Animación:** la animación estuvo dada por el movimiento de las ilustraciones a lo largo del cuento al igual que en el uso de las interacciones en cada una de las escenas del multimedia; con el fin de agregarle dinamismo y despertar el interés del usuario; la misma es sencilla debido a que facilita la visualización y el mejor entendimiento de los niños con discapacidad visual y por ende facilita la comprensión del contenido.

**Diseño del logo:** en virtud de temática del multimedia la cual va dirigida a niños, se empleó en el diseño del logo una tipografía gruesa con bordes resaltantes y colores llamativos, cálidos y contrastantes, los cuales permiten una mayor visualización del mismo. De igual modo la tipografía empleada es Gill Sans Ultra Bold, la cual se utilizó de manera desorganizada y alternada para darle dinamismo al logo y de esta manera crear mayor empatía entre los niños y el producto.

**Empaque y CD:** en virtud del diseño empleado en el multimedia se crearon fondos texturizados de colores contrastantes con las imágenes contenidas para que de esa forma existiera una mayor visualización de la figura fondo para el usuario; así mismo se emplearon imágenes alusivas a los contenidos temáticos de cada multimedia como lo son la naturaleza, la música, la cultura y los alimentos para de esta manera crear una imagen al usuario de lo que posiblemente encontraría en el material multimedia y así lograr un vínculo entre este y el producto

## Conclusiones

Los seres humanos desde sus inicios, en busca de la perfección, idearon métodos para garantizar su mejor desarrollo y bienestar; con el pasar de los tiempos y el crecimiento de las masas, la evolución intelectual y el avance tecnológico se crearon nuevos métodos para cubrir las necesidades de la sociedad. La accesibilidad, la equiparación e igualdad de oportunidades es un tema de vanguardia en la actualidad. La aceptación y entendimiento de la

diversidad humana como fundamento indispensable en el impulso de las sociedades, han establecido pautas en el manejo de dichas estrategias enfocándose en la integración de la diversidad de la sociedad respondiendo a las necesidades que en esta se presenten. Actualmente las iniciativas comunicacionales y gráficas en pro a este tema sirven de medio para su perfeccionamiento y ascendencia; La inserción de las personas con discapacidad visual, en especial los niños y el desempeño de su aprendizaje y de su desenvolvimiento en el área educativa y personal es el enfoque de la presente investigación. El desarrollo de este proyecto ha generado la creación de un producto multimedia a partir de criterios de accesibilidad adaptados al diseño y por consiguiente a los métodos de aprendizaje de los niños con discapacidad visual , mediante el uso de criterios establecidos para este caso, proponiendo composiciones creativas y educativas para el diseño, tomando en cuenta el tratamiento de sistemas que garantizan la accesibilidad en gran parte, integrándolas con textos legibles, sonidos y animaciones que proporcionan al diseño mayor atractivo para los niños y una fuente de aprendizaje más amigable. Al organizar la información la línea de investigación se basó en diseñar cuentos multimedia para fomentar la lectura en niños, siendo seleccionados cuentos cortos con temáticas variadas y adecuadas a niños de etapa inicial ya que de esta manera el aprendizaje para estos es significativo debido a que el niño logra crear un vínculo entre lo que ve, escucha y lo que lo rodea.

De igual modo se pensó en un método de diseño armónico con el proceso creativo, y el concepto gráfico coherente con la temática y con el medio utilizado, el cual se basa en cuentos multimedia infantiles. Estos elementos representaron la composición y diagramación del producto multimedia. El avance de la metodología en el desarrollo del proyecto fue preciso, completo y práctico tanto para la recopilación de información necesaria como para la evolución gráfica y visual del producto desarrollado.

La imagen y el sonido constituyeron un papel fundamental en la composición de este material multimedia debido al protagonismo y función que ejercen los mismos; acompañados del texto y la animación, los cuales fueron factores indispensables un material multimedia accesible para los usuarios; El uso de ilustraciones contrastantes y simpáticas, así como el empleo de textos legibles y sonidos que componen un sistemas de comunicación y ubicación dentro del recorrido multimedia; así como el uso de animaciones sencillas como concepto de diseño generador respondió a su funcionalidad.

Por todo lo anterior expuesto se puede concluir que el Diseño Gráfico es una herramienta completa en técnicas para ofrecer soluciones en la creación de productos multimedia de todo tipo, como material impulsador del conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje en personajes con múltiples capacidades. De igual modo a través del diseño gráfico se crea un abanico de enormes posibilidades para la superación de las diferentes percepciones que se tienen en cuanto al tema de la discapacidad. Así mismo

mediante el empleo de las diferentes herramientas comunicaciones que ofrece el diseño gráfico se puede proporcionar a los niños con discapacidad visual mayores posibilidades en el ámbito de la recreación y la educación, al igual que una mejor equiparación de oportunidades, de igualdad, normalidad y comodidad en su día a día con la implementación de materiales que cumplan con sus necesidades y que ayuden su mejor desenvolvimiento en la sociedad en la que vivimos.

### **Recomendaciones**

Es recomendable investigar sobre la temática escogida para garantizar que el proceso de diseño y el producto sean completos y cumplan con las necesidades del usuario. Al tener la información correcta se debe seleccionar el contenido puntual para el producto, este va de la mano con la evolución de la información para así satisfacer las necesidades del proyecto. El avance del proyecto radica en conocer de manera completa el tema a tratar, es por ello que se busca asesoramiento de profesionales en el área; En este caso se valoró la participación de personas con vivencias reales y cercanas hacia el tema de la discapacidad visual.

Al tener seleccionado el contenido de los cuentos, se trabaja en la producción de imágenes e ilustraciones, ya que es un proceso complejo, y que tratándose de un producto multimedia para niños con discapacidad visual, es importante tomar en cuenta las características de este y el proceso de aprendizaje que siguen estos niños. El concepto gráfico debe ser relacionado con la temática y el soporte

a utilizar, seguir las determinantes y criterios de diseño ayudará a crear el producto pensado.

Conseguir la diagramación apropiada para la composición de un multimedia para niños es de suma importancia para preservar la integración de los elementos que la componen (la ilustración, el texto el sonido y la animación) a través de una retícula. Es por esto que se recomienda experimentar con la retícula que brinde disposición a la hora de componer un multimedia para niños. Las imágenes de un producto multimedia para niños con discapacidad visual deben ser de gran contraste con el fondo, de gran tamaño y poseer una línea de borde bien demarcada para brindar mayor legibilidad. La búsqueda de composición ayudara a que las imágenes junto al sonido y la animación causen impacto visual y posean buena visualización para que de esta forma complementen al texto de manera que el mensaje llegue de inmediato.

A su vez hay que evaluar la tipografía a emplear ya que la misma debe poseer gran tamaño y buen interletrado e interlineado para su mejor lectura, por esto es necesario el uso de tipografías legibles sin serif de tamaño apropiado que permitan una lectura fluida. En este caso tomando en cuenta que el multimedia está dirigido a personas con capacidad visual hay que valorar aún más estos elementos garantizando la mayor accesibilidad. La inclusión del sistema de lectura braille en el empaque del producto multimedia dispuesto de la forma más adecuada respectivamente con el diseño , así como el empleo de las imágenes en relieve de

los mismos, fueron de gran ayuda para la identificación del producto por parte del usuario y se recomienda para futuros proyectos.

Para casos como este se recomienda un diseño limpio y minimalista donde la imagen acompañada del sonido sean los elementos protagónicos dentro de la composición, además de estar estos reforzados por el uso de textos con tipografías sin serif para la mayor legibilidad posible. Es importante preparar el diseño y el contenido del producto a las necesidad y los gustos del público al que va dirigido, para así obtener la educada propagación del mensaje que el material quiere transmitir.

## **Referencias Bibliograficas**

- Acosta, J; Bracho, J; Duvolo, P. (2005). Diseño de un catálogo multimedia interactivo para la presentación de productos de la empresa The Walt Disney Company (Venezuela).
- Bridgewater, Peter. (1992). Introducción al diseño gráfico. México Editorial Trillas.
- Chavez, Norberto. (2006). La imagen corporativa.
- Costa, Joan. (1994).Imagen Global. Enciclopedia de diseño. 3ra Edición, Barcelona- España.
- Costa, Joan. (2003). Diseñar para los Ojos. 2da Edición, Bolivia.
- Cross, Niguel. (1999). Métodos de Diseño. Editorial Limusa, S.A., México.
- Frascara, Jorge. (2004). Diseño gráfico para la gente. Ediciones Infinito, Buenos Aires.
- Frascara, jorge. (2006) .El Poder de la Imagen. Ediciones Infinito, Buenos Aires
- Moles, Abraham, Janiszewski, Luc. (1990).Grafismo funcional. Enciclopedia del diseño. Ediciones Ceac, S.A., 1 ra edición. Barcelona España.
- Munari, Bruno. (1985) .Diseño y comunicación visual. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España.
- Nava, Ervis. (S/F) Diseño gráfico de paquete editorial- multimedia para niños sobre la vida de Simón Bolívar.
- Pacheco, María. (2003) Diseño de un multimedia interactivo educativo, para desarrollar un cuento infantil. URBE.
- Pérez, Isabel. (2003). Educación especial: técnicas de intervención. Editorial McGraw Hill/ Interamericana de España, S.A.U. Madrid.
- Piaget, Jean. (1977). Seis estudios de psicología. Ediciones Ensayo Seix barral, S.A., Barcelona – Caracas-México 1977.
- Semprum, Lisbeth.(2006). Diseño editorial de un cuento zuliano narrado en lenguaje de signos manuales venezolano dirigido a niños y niñas con discapacidad auditiva. Maracaibo, Venezuela.
- Swann, Alan.(1992) Diseño gráfico. Editorial Naturart, S.A., Barcelona.
- Swann, Alan. (1193) El color en el diseño gráfico. Ediciones G. Gilli. Primera edición. Monterrey México.
- Turnbull, A. y Baird, R. (2002). Comunicación Gráfica. Editorial Trillas. Segunda edición. México.
- Urdaneta, Amenodor (1998). El libro de la infancia. Editorial Encuentro. Caracas, Venezuela.
- Valero Sancho, José Luis. (2002) .Visualidad del producto gráfico. Revista Latina de Comunicación Social.
- Villalobos, Nieve. (2007) Diseño de un producto editorial para el desarrollo de la

lectura en niños disléxicos. Maracaibo,  
Venezuela.

---

# **ESTUDIO DE LAS OCLUSIVAS SORDAS /p, t, k/ EN EL HABLA ESPONTÁNEA DE MARACAY: APROXIMACIONES ACÚSTICAS**

Rossell Omar  
UPEL Rafael Alberto Escobar Lara  
omarrossell26@hotmail.com

## **Resumen**

Esta investigación es un estudio de las oclusivas sordas /p, t, k/ en el habla espontánea de Maracay. Tiene la finalidad de analizar acústicamente las oclusivas sordas /p, t, k/ en el corpus sociolingüístico de Maracay (CSCM). Para ello, se estudia mediante la determinación de los rasgos acústicos, su duración, frecuencia de uso y contextos fónicos. *El estudio es de carácter descriptivo. La muestra está conformada por 1.241 realizaciones acústicas de las oclusivas /p, t, k/ de dos informantes.* Para el procesamiento de los datos se hace uso del programa Praat, como herramienta informática de análisis. Entre los hallazgos encontrados se detectó un porcentaje considerable de sonorización de las oclusivas sordas (20,62%) en la muestra seleccionada. Los resultados de este estudio muestran que los informantes presentan en su habla transformaciones no previstas en el Modelo Polisistémico Natural (MPN), especialmente a nivel prenuclear o pre-vocálico. En el sistema silábico posnuclear se presentaron procesos descritos en el MPN, como por ejemplo, la pérdida de los segmentos consonánticos /k/ y /p/.

**Palabras clave:** fonética acústica, modelo polisistémico natural, oclusivas, sonorización.

## Introducción

El español presenta seis fonemas oclusivos, los sordos /p, t, k/ y los sonoros /b, d, g/. Reciben el nombre de oclusivos aquellos sonidos que se caracterizan por una interrupción en el paso del aire, motivada por el cierre completo de los órganos articulatorios.

En español las oclusivas sordas se distribuyen de acuerdo a su punto de articulación, a saber, la consonante bilabial sorda /p/, la consonante dental sorda /t/ y la consonante velar sorda /k/. Estas oclusivas se comportan de manera diferente dependiendo del lugar que ocupan en la sílaba; en posición prenuclear las oclusivas sordas se realizan como tales en todos los contextos. En posición posnuclear pueden sufrir alguna modificación (Chela-Flores, 2006). Además, en esta posición posnuclear todas las oclusivas se neutralizan, realizándose preferentemente con un fono relajado no oclusivo (Obediente, 1998).

El estudio de las oclusivas sordas /p, t, k/ en el español ha sido un tema abordado en numerosas investigaciones, en especial, en investigaciones dedicadas al análisis acústico de dichas consonantes. Entre los estudios realizados sobre el tema en nuestro país, encontramos el trabajo de Navarro (1995). Este investigador encontró en la comunidad Puerto Cabello oclusivas sordas que mantienen su fisonomía, pero que en algunos contextos se presentan sonorizadas; sonorizaciones que se deben al contexto de aparición. Por otra parte, Villamizar (2002), en su trabajo acústico sobre las oclusivas del español de Venezuela, determina que la duración

de las oclusivas se encuentra en relación directa con el punto de articulación, de forma tal que éstas son más largas a medida que son más posteriores.

Este estudio se fundamenta en la Teoría Polisistémica y contará con las herramientas de la fonética experimental, y se sirve, además, de la caracterización acústica propuesta por Martínez (1997) para el análisis. Se analizan acústicamente la muestra de oclusivas sordas /p, t, k/ extraídas del corpus, intentando dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿cuál es el comportamiento acústico de las consonantes sordas /p, t, k/ en habla de Maracay?; ¿cuál es la duración en términos de milisegundos de las oclusivas /p, t, k/?; ¿cuál es la frecuencia de uso de las oclusivas?

## Materiales y Métodos

Es una investigación de carácter descriptivo, orientada a identificar y describir los rasgos acústicos de las oclusivas sordas /p, t, k/, en el habla de la ciudad de Maracay. Se basa en el enfoque fonético experimental, puesto que está sujeta a estudiar los sonidos orales desde el punto de vista físico; utilizando herramientas informáticas que permiten observar las curvas de intensidad, la sonoridad, la frecuencia fundamental, los formantes y demás elementos acústicos pertinentes para el análisis fonético-acústico.

Para esta investigación se extrajeron muestras del habla de dos hablantes pertenecientes al Corpus Sociolingüístico de la Ciudad de Maracay (CSCM). Es importante destacar que este estudio se limita a ser una investigación descriptiva

y no de tipo sociolingüístico, razón que justifica la selección de la muestra de datos, la cual se basó en la calidad acústica de los grabaciones de audio, y no en las características sociales de los hablantes del corpus (identificados con las etiquetas MC3M2SM y MC4F2BB). La muestra de la investigación está conformada por 1241 sonidos oclusivos, y el análisis de los segmentos sonoros fue realizado a través del programa Praat.

## Resultados y Discusión

### Caracterización acústica de las oclusivas sordas /p, t, k/ del habla de Maracay

#### Duración del segmento consonántico

La duración del segmento oclusivo se inicia desde la barra de silencio hasta la barra de explosión. En el habla espontánea de Maracay se evidencia que las oclusivas sordas tienen una duración promedio del segmento de más de 80 ms. En la Tabla 1 se observa que los valores de cada una de las oclusivas varía de acuerdo a la existencia de la barra de silencio.

**Tabla 1. Duración de las oclusivas sordas en el CSCM**

Oclusiva	Total de duración	Medias de duración
p	21901	17,64 ms.
t	52143	42,01 ms.
k	26935	21,70 ms.

Fuente: Elaboración propia

#### Duración de la barra de silencio

Las oclusivas en español poseen características particulares. Una de ellas es la barra de silencio, que según

Villayandre (2010), es el “espacio en blanco en el espectrograma debido a la ausencia de energía acústica” (p.1).

**Tabla 2. Duración de la barra de silencio de las oclusivas sordas en el CSCM**

Oclusiva	Total de duración barra de silencio	Medias de duración barra de silencio
p	15619	12,58 ms.
t	38835	31,29 ms.
k	18109	14,59 ms.

58,46 ms.

En la Tabla 2, el análisis indica que existen diferencias notables si comparamos los valores de la duración de la barra de silencio en las oclusivas. Al agrupar los resultados obtenemos un promedio de más de 58 ms. de duración para la barra de silencio. Es necesario señalar que para la detección de la

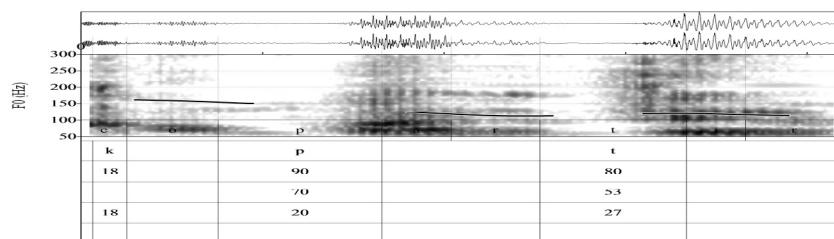
tensión de las oclusivas, la duración de la barra de silencio es una pista importante (Martínez, 1997). En tal sentido, se pudo observar en el análisis espectrográfico que en ocasiones la barra de silencio se deja de visualizar en el espectro en un porcentaje muy bajo.

**Tabla 3. Frecuencia de aparición de la barra de silencio**

Oclusiva	Frecuencia	Porcentaje
Con barra de silencio	1196	96,38
Sin barra de silencio	45	3,62

La desaparición de la barra de silencio en el espectrograma probablemente se debe al tipo de emisión, es decir que se trata de una cadena de habla espontánea. Es posible observar que el sonido tiene

poca tensión en su emisión, de lo cual se deduce que estos sonidos sin barra de silencio son menos tensos que los que poseen la misma (Figura 1).

**Figura 1. Espectrograma [koøpartir].** Tomado del CSCM, informante MC3M2SM.

#### Duración de la barra de explosión

También las oclusivas poseen una barra de explosión, esta es la concentración aperiódica de energía en el espectrograma. En otras palabras, es el ruido que se produce al salir el aire bruscamente después del cierre de

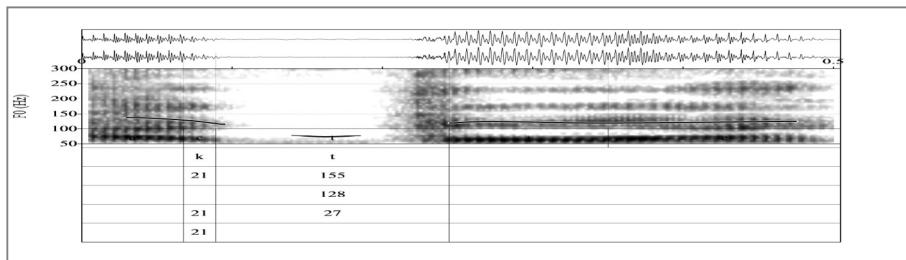
la cavidad bucal. En los resultados de la presente investigación, la mayoría de las realizaciones fueron claramente oclusivas. Sin embargo, la duración de la barra de explosión en nuestro corpus varía según el segmento oclusivo (Tabla 4).

**Tabla 4. Duración de la barra de explosión de las oclusivas sordas en el CSCM**

Oclusiva	Total de duración barra de explosión	Medias de duración barra de explosión
p	6287	5,06
t	13336	10,74
k	8881	7,15
		22,95

La interpretación de los datos contenidos en la tabla anterior nos indica que los valores de la duración de la barra de explosión en la muestra estudiada son relevantes. El valor promedial de la duración de la barra de explosión es más

de 22 ms. A continuación se presenta una figura para visualizar la barra de explosión.

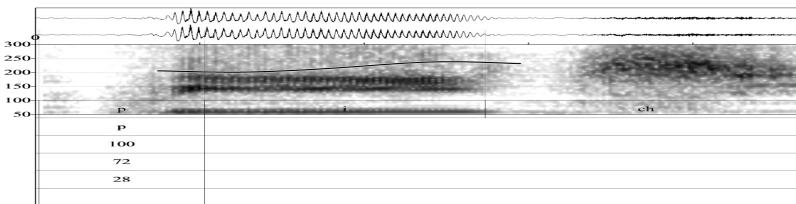


**Figura 2. Espectrograma [aktje].** Tomado del CSCM, informante MC3M2SM.

En la Figura 2, se observa que la oclusiva dental sorda [t] muestra además de la barra de silencio, la barra de explosión (identificada con el óvalo). La duración de esta oclusiva permite identificar su punto de articulación. Puesto que, su valor en Hz. es de 2572, la oclusiva se corresponde con una realización dentoalveolar, según lo establecen los parámetros propuestos por Villayandre (2010). Este sonido oclusivo dental posee su mayor energía acústica en la parte superior del espectro originándose

un sonido agudo.

En muchas ocasiones, y en especial para el caso de la oclusiva bilabial, la barra de explosión dificultosamente pudo estar visible en el espectro. No obstante, ellas se perciben como oclusivas. Al respecto, Villayandre (2010) señala que la explosión “es más visible y larga en las velares, luego en las dentoalveolares y menos en las bilabiales, en las que incluso puede estar ausente” (p.2).



**Figura 3. Espectrograma [pitfe].** Tomado del CSCM, informante MC4F2BB.

En la Figura 3, se observa la ausencia de la barra explosión de la oclusiva bilabial [p], tal como lo indica el óvalo. En el espectro se presenta poca energía concentrada en la explosión, por consiguiente, se dificulta su segmentación.

#### Duración del tiempo de inicio de la sonoridad o VOT

El *Voice Onset Time* (VOT) es la distancia que hay entre la barra de sonoridad hasta el comienzo de la explosión. Para Villayandre (2010) “es el lapso de tiempo que tardan los repliegues vocales en comenzar a vibrar” (p. 36).

A efecto de la investigación, en el habla de Maracay pueden verse algunos ejemplos del VOT de las oclusivas sordas (Tabla 5), ilustrados en tres momentos: la sonoridad comienza justo después de la explosión, la sonoridad empieza justo en la barra de explosión, y la sonoridad

comienza antes de la explosión. Al respecto, Villayandre (2010) menciona que “el inicio de la vibración de los repliegues vocálicos puede ser anterior a la explosión, simultáneo a la explosión o posterior a la explosión.” (p. 66)

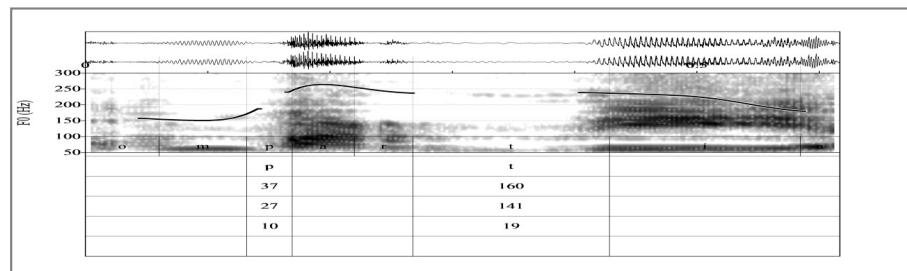
**Tabla 5. Duración del VOT de las oclusivas sordas /p, t, k/**

Oclusivas	Durante la Explosión	Antes de la Explosión	Después de la Explosión
p	2089	2020	1771
t	2119	4773	3830
k	2117	906	2469
Total	6325	7699	8070

Como se observa en la tabla anterior, dentro de esta fase, la mayor duración de la sonoridad (VOT) se produjo después de la explosión. Pese a esto, se muestra una gran duración antes de la explosión, lo que indica que posiblemente se está

ante un fenómeno lingüístico particular de los hablantes de la comunidad de Maracay, puesto que, la sonorización antes de la explosión solamente han sido evidenciadas para el caso de las oclusivas sonoras /b, d, g/.

### La sonoridad comienza justo después de la explosión

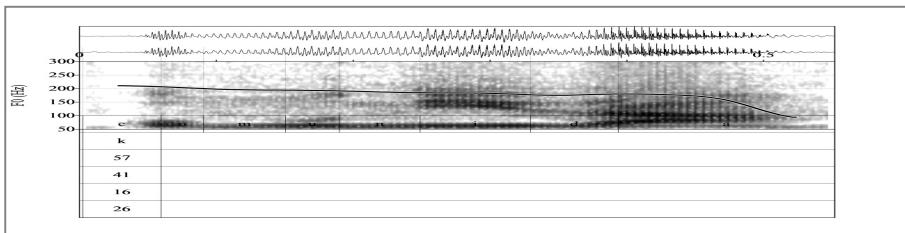


**Figura 4. Espectrograma [lompartia].** Tomado del CSCM, informante MC4F2BB.

En la figura anterior, se presenta en el espectrograma una oclusiva bilabial sorda [p] con una barra de explosión de 10 ms, observándose también que la vibración de las cuerdas vocales es posterior a la explosión. El VOT en la

realización de la oclusiva presente en el espectrograma de la figura 4 es de 8 ms.

## La sonoridad empieza justo en la barra de la explosión

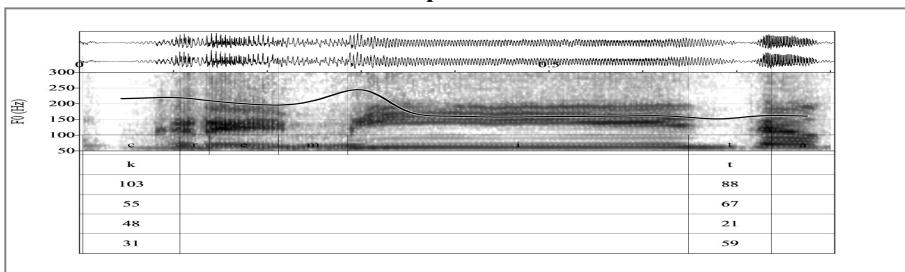


**Figura 5. Espectrograma [komunida].** Tomado del CSCM, informante MC4F2BB.

Los repliegues vocálicos vibran desde que el aire sale bruscamente de la cavidad bucal, tal como se evidencia en la Figura 5. Aquí la sonoridad de la oclusiva velar

[k] empieza justo cuando la explosión se inicia. Es decir, se está en presencia de una oclusiva sorda. La duración del VOT de este segmento es de 16 ms.

## La sonoridad comienza antes de la explosión



**Figura 6. Espectrograma [kremita].** Tomado del CSCM, informante MC4F2BB.

La Figura 6, las oclusivas, tanto la velar como la dental, generan su barra de sonoridad antes de la barra de explosión, lo que origina que sean sonidos laxos. En este caso, estamos en presencia de una sonorización de las oclusivas sordas, lo que consiste, según Sánchez (s. f.), en “un fenómeno posterior que se encuentra en contextos vocálicos no acentuados” (p. 4). Para Silvestre (s. f.) este fenómeno consiste en la “conversión en sonora de una consonante sorda en determinados contextos fonéticos (posición intervocálica, asimilación a una consonante sonora.)” (p. 3).

El valor de duración de la sonoridad

(VOT) es de 31 ms. para la oclusiva velar, y de 59 ms. para la oclusiva dental. A diferencia de las duraciones de las oclusivas presentadas en los dos momentos anteriores -después de la explosión y durante de la explosión-, éstas se presentan más largas que aquéllas.

Comparando estos resultados con los hallazgos de otros autores, referidos a la duración del VOT de las oclusivas sordas (véase Tabla 6), los valores reportados mantienen el esquema  $p < t < k$ . Sin embargo, los resultados aquí presentados rompen con el esquema anterior, en tanto que el valor para la oclusiva bilabial es

menor que el de la oclusiva dental y éste mayor que el de la oclusiva velar  $p < t < k$ . Estos resultados se encuentran más

cercanos a los propuestos por Castañeda (1986) para el español peninsular.

**Tabla 6. Comparación de la duración del VOT con reportes de otros autores**

Autor	Variedad del Español	[p]	[t]	[k]
Castañeda (1986)	Peninsular	6,5 ms.	10,4 ms.	25,7 ms.
Villamizar (2002)	Venezuela	17,48 ms.	19,99 ms.	32,35 ms.
Troya (2005)	Las Palmas de Gran Canaria	9,7 ms.	16,6 ms.	28,2 ms.
Rossell (2012)	Venezuela (Maracay)	4,73 ms.	8,63 ms.	4,42 ms.

**Frecuencia de uso de las oclusivas /p, t, k/ en el habla espontánea de la ciudad de Maracay.**

**Sonorización de las oclusivas sordas /p, t, k/ en el habla de Maracay**

En el habla de Maracay se observa que las oclusivas sordas /p, t, k/ se sonorizan, tal como fue descrito en apartados anteriores. Estas realizaciones alcanzaron la quinta parte de la muestra

estudiada, es decir, el 20,62%.

Analizando la aparición de las sonorizaciones de las oclusivas sordas en el corpus de esta investigación, y tomando en consideración la frecuencia de éstas, se observa que la bilabial se sonorizó en un 4,99%, la dental en un 13,05% y, finalmente, la velar en un 2,58%, tal como se aprecia en el tabla 7.

**Tabla 7. Frecuencias de las sonorizaciones de las Oclusivas sordas /p, t, k/**

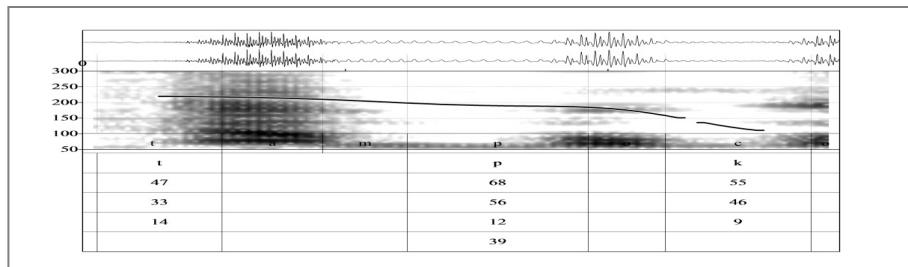
Oclusivas	Frecuencia	Porcentaje
p	62	4,99%
t	162	13,05%
k	32	2,58%
<b>Total</b>	<b>256</b>	<b>20,62%</b>

Estas cifras parecieran reflejar, en primer lugar, que existe una tendencia importante a la sonorización de las oclusivas /p, t, k/ por parte de estos hablantes y, en segundo lugar, que dicha tendencia a la sonorización de las oclusivas obedece a un patrón de economía en la articulación de los fonos, que aludiría a uno de los subprincipios del “principio de eficiencia” que propone Chela-Flores (2006). Aun cuando estas cifras constituyen un dato importante como punto de partida para el análisis, las mismas necesitan ser completadas con las obtenidas a partir de los contextos de aparición en donde posiblemente se sonorizan las oclusivas sordas, y que se presentan a continuación.

## Contexto fónicos de las oclusivas sordas /p, t, k/ sonorizadas

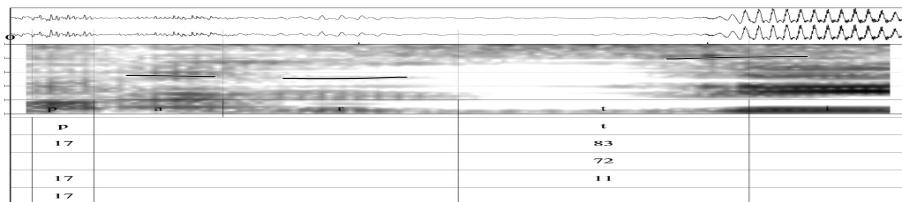
De acuerdo a lo planteado inicialmente en este estudio, la pretensión fue la de analizar las realizaciones de las sonorizaciones de las oclusivas sordas. Tabla 8. Frecuencia de uso de las sonorizaciones de las oclusivas sordas /p, t, k/ en los diferentes contextos fónicos

Contextos	[p]	[t]	[k]	Total
Después de nasal	15	80	1	96
Después de vocal	25	41	25	91
Después de una elisión	19	32	0	51
Inicial absoluta	2	2	0	4
Después de vibrante	0	0	2	2
Después de líquidas	0	2	0	2
Después de s	1	5	0	6
Después de otra consonante	0	0	4	4
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>162</b>	<b>32</b>	<b>256</b>



**Figura 7. Espectrograma de [tampoko].** Tomado del CSCM, informante MC3M2SM. En este espectrograma, que representa el sonido emitido por uno de los informantes del CSCM, se muestra una [p] sonorizada después de una nasal, pues no sólo se ve en el espectrograma la barra de sonoridad continua en su frecuencia más baja, sino que también los pulsos glotales están presentes en toda la realización de la oclusiva, en el oscilograma. Efectivamente, en esa [p] sonorizada, su primera parte del intervalo oclusivo se muestra más oscura que en la parte final, pero la sonoridad permanece tal

en sus contextos de aparición. En este sentido, las frecuencias de aparición de las oclusivas en estos contextos quedan ilustradas en la Tabla 8 y en las subsiguientes figuras.

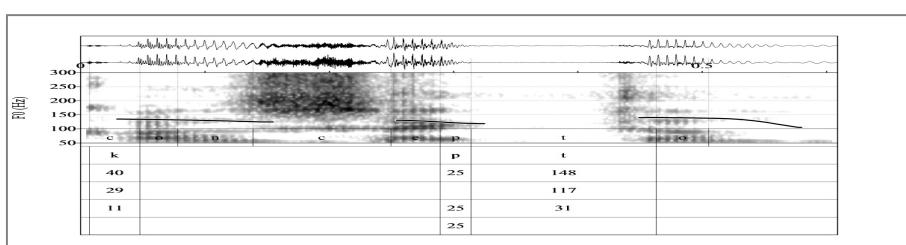


**Figura 8. Espectrograma de [parti].** Tomado del CSCM, informante MC4F2BB.

Obsérvese que en esta figura la oclusiva bilabial [p] se encuentra sonorizada. Su sonorización puede deberse bien a la inercia del movimiento de las cuerdas vocales que no dejan de vibrar en el momento en que los órganos se cierran en la oclusión, o bien a la influencia del fonema que le antecede, justamente una vocal. Para ello, se haría necesario evaluar estas sonorizaciones mediante el grupo fónico que le precede a la frase. Como pudo observarse, las realizaciones de algunas oclusivas por parte de los hablantes del corpus sociolingüístico de la ciudad de Maracay, se realizaron en una situación pos-vocálica; en esta posición, fue difícil localizar y segmentar

los sonidos consonánticos, puesto que, es en este lugar donde el proceso de oscurecimiento y debilitamiento es más frecuente, es decir, donde se producen “con menor costo neuromuscular y menor complejidad lingüística” (Chela Flores, 1998, p. 21).

Chela-Flores (2007, p. 37) señala con respecto a la elisión final de las consonantes oclusivas, que “en el sistema posnuclear se detectan claras tendencias al debilitamiento o simplificación de la complejidad articulatoria, lo que puede estar seguido de elisión o pérdida del contacto o proximidad característicos de las consonantes”. Véase la siguiente figura:



**Figura 10. Espectrograma de [konsepto].** Tomado del CSCM, informante MC3M2SM.

Los hablantes estudiados produjeron oclusivas en posición posnuclear con menor esfuerzo articulatorio, originando segmentos de mínima articulación, según

el principio de máxima diferenciación periférica, corroborando los procesos descritos en el Modelo Polisistémico Natural (Chela-Flores, 2006).

Sin embargo, en la posición pre-vocálica las consonantes oclusivas que se realizaron como sordas conservaron su fisonomía acústica. De esta manera, siguiendo el Modelo Polisistémico Natural intrasílábico (Chela-Flores, 2006) en el interior de la sílaba se presentaron eventos regidos por el principio de máxima diferenciación periférica, que llevan al logro del principio de eficiencia, puesto que se demuestra, en las realizaciones oclusivas de los informantes de Maracay, mayor esfuerzo articulatorio; es decir, se realizaron consonantes de máxima articulación.

## Conclusiones

En la muestra estudiada, la duración de las oclusivas está en relación directa con el lugar de articulación, de forma tal que son más largas a medida que son más posteriores. Cabe destacar que se observaron, en un bajo porcentaje, algunas oclusivas sin barra de explosión. Con respecto a la barra de silencio, ésta estuvo presente en un 96,38% de sus realizaciones. No obstante, los resultados de esta investigación rompen el esquema p<t<k que propone Villamizar (2002), probablemente debido a razones articulatorias. Así, se propone para el habla de Maracay el esquema p<t>k. El análisis de las muestras de habla estudiadas, correspondientes a hablantes de la ciudad de Maracay, revela que las oclusivas sordas /p, t, k/ se sonorizan. Es decir, su VOT se encuentra ubicado antes de la explosión. Estas realizaciones alcanzaron la quinta parte de la muestra estudiada, es decir, el 20,62%. Las observaciones del fenómeno nos

llevaron a establecer unos determinados contextos: pre-vocálico y pos-vocálico. En las realizaciones de las oclusivas, estos contextos se encontraron en presencia de nasales, vocales, algunas elisiones, y en posición inicial absoluta. Los resultados de este estudio muestran que los informantes de Maracay presentan en su habla transformaciones no previstas en el MPN, especialmente a nivel prenuclear o pre-vocálico. En el sistema silábico posnuclear se presentaron procesos descritos en el MPN, como por ejemplo, la pérdida de los segmentos consonánticos de /k/ y /p/; procesos erosivos o de cambio que afectan especialmente a los fonos posnucleares.

## Agradecimiento

A Dios por brindar las fuerzas para seguir adelante y ser la luz de los linderos de mi vida. Mis hermosos padres por el apoyo incondicional, paciencia, tolerancia, amor y las palabras de aliento que siempre serán oportunas y certeras. Mis abuelos, quienes me enseñaron el valor de la familia, la humildad, la unión, el trabajo y la constancia (Q.E.P.D.). Mis sobrinos por la dulzura y la inocencia de sus ojos, que invitan a vivir cada día. Mis hermanas, tíos, tíos y demás familiares que en cada ocasión importante de la vida estarán siempre unidos. Mis amigos y amigas.

## Referencias Bibliográficas

- Borzone, A. y Gurlekian, J. (1980). *Rasgos acústicos de las consonantes oclusivas españolas*. Buenos Aires: Fonoaudiológica.
- Castañeda, M. (1986). *El VOT de las oclusivas sordas y sonoras españolas*, [en línea]. Recuperado el 22 de febrero de 2012, de [http://stel.ub.edu/labfon/sites/default/files/EFE-II-MLCasta%C2%A7eda-VOT\\_occlusivas.pdf](http://stel.ub.edu/labfon/sites/default/files/EFE-II-MLCasta%C2%A7eda-VOT_occlusivas.pdf)
- Chela-Flores, B. y Chela-Flores, G. (2006). *Dimensiones Fonetológicas del español*. Maracaibo: Universidad del Zulia.
- Chela-Flores, G. (1998a). *Orígenes y estado actual del español de Venezuela*. Cumana: Ediciones Comisión Regional “Macuro 500 años”.
- Chela-Flores, G. (1998b). *Análisis espectrográfico de los sonidos del habla*. Barcelona: Ariel.
- Martínez, E. (1997). La duración de la nasal precedente como índice de la tensión de las oclusivas españolas. *Estudios de Fonética Experimental*, 1, 331-340.
- Navarro, M. (1995). *El español hablado en Puerto Cabello*. Valencia: Universidad de Carabobo.
- Obediente, E. (1998). *Fonética y Fonología*. Mérida: Universidad de Los Andes.
- Sánchez, J. (s. f.). *La lenición céltica y su aplicación al español. Una revisión de la teoría de substrato*, [en línea]. Recuperado el 3 de diciembre de 2010, de [http://www.ajihle.org/resdi/docs/Numero2/comunicaciones/Sanchez\\_Hernandez.pdf](http://www.ajihle.org/resdi/docs/Numero2/comunicaciones/Sanchez_Hernandez.pdf)
- Silvestre, H. (s. f.). *Glosario mínimo de fonética con ejemplo de lenguas variadas*, [en línea]. Recuperado el 3 de diciembre de 2010, de [http://www.educa.madrid.org/web/ies.camilojosecela.pozuelodealarcon/latin/horaciosoilvestre/glosario\\_fonetica.pdf](http://www.educa.madrid.org/web/ies.camilojosecela.pozuelodealarcon/latin/horaciosoilvestre/glosario_fonetica.pdf)
- Villamizar, T. (2002). *Caracterización acústica de las consonantes oclusivas en el español de Venezuela. El parámetro duración (silencio- barra de explosión-VOT)*, [en línea]. Recuperado el 2 de febrero de 2012, de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/lenguayhabla/article/viewFile/3605/3485>
- Villayandre, M. (2010) *Fonética y Fonología*, [en línea]. Universidad de León. Recuperado el 3 de noviembre de 2010, de <http://www3.unileon.es/dp/dfh/Milka/FyF/223.pdf>

---

# **IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE 2.0 A TRAVÉS DE LA WEB 2.0**

Chipia Joan, León Francisco, Ortíz Germán, León Juan

Universidad de Los Andes

joanfchipia@ula.ve

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tiene por objeto proponer el aprendizaje 2.0 a través de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), dirigido a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Para tal fin, se planteó una investigación proyectiva, cuyo diseño fue de campo. El proceso de indagación se llevó a cabo de la siguiente forma: se validó una encuesta, luego se le aplicó a una muestra representativa de profesores de la referida facultad, para obtener información sobre el uso de la web 2.0 en los procesos de enseñanza y aprendizaje, esto se hizo con el fin de diseñar el Manual web como modelo didáctico, pedagógico, de planificación y desarrollo de las clases. Este Manual web se divide en cuatro capítulos fundamentales: en el primero se explica el concepto de web 2.0, redes sociales, wiki y blog; en el segundo se exponen las teorías de aprendizaje y los modelos de diseño instruccional; en el tercero se desarrollan los objetivos, competencias y tipos de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y en el cuarto se integra la web 2.0 en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

**Palabras clave:** aprendizaje, web, competencias, modelo pedagógico.

## Introducción

Según (Ruiz, 2007) “La práctica educativa en la sociedad actual, implica necesariamente la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que ha de llevarse a cabo desde tres perspectivas distintas: En principio se debe tomar en consideración, el conjunto de destrezas y competencias que suponen el uso de las TIC para profesores y estudiantes; otra como potente recurso en manos del profesor, medio eficaz y motivador de presentación y tratamiento de la información orientado a fomentar procesos de organización del conocimiento del mundo que tiene el estudiante, y la tercera como agente de cambio, por el impacto que suponen respecto a los modos de acceder al conocimiento, al intercambio de información y a la metodología de los procesos de enseñanza y aprendizaje” (pág. 20).

Al respecto Loyola, (2006) Expresa que “una práctica educativa enmarcada en la utilización de las TIC, como recurso instruccional, conducirá a actuaciones docentes distintas, además es fundamental que este proceso sea intencional y planificado; se trata de diseñar situaciones mediadas de aprendizaje concretas de los recursos tecnológicos centrados en el aprendizaje.” (pág. 22)

Al mismo tiempo, es importante resaltar que el proceso de normalización en el uso de la innovación tecnológica suele encontrar seria resistencia en entornos educativos institucionales, que tienen ya establecidas sus propias prácticas y cultura de trabajo para lo cual expresa

Cebrian, (2003). “El riesgo está en que la integración se reduzca a realizar algunas actividades con computadores, como alternativa lúdica o como simple complemento del trabajo convencional, de tal modo que algo cambie para que todo siga igual”. (pág.13). Porque lo realmente importante de acuerdo con León (2012) “es que se comprenda que la competencia digital del estudiante y su capacidad de aprendizaje autónomo va a ser a lo largo de su vida académica, profesional y laboral.”(pág. 54).

Por otra parte, es necesario señalar que en las universidades e instituciones de educación universitaria clásicas se están produciendo cambios importantes debidos al fuerte impacto de las TIC. La revolución tecnológica que está experimentando la Educación Universitaria está modificando los esquemas clásicos de formación y enseñanza. Los docentes no pueden impartir sus clases a espaldas de las TIC, los estudiantes tiene que formarse en ellas, y más que acumular conocimiento es cada vez más importante conocer dónde se encuentra la información y cómo utilizarla. Al respecto (Cabero, 2009) Opina que “las instituciones presenciales, debe saber aprovechar las oportunidades que las TIC que ofrecen, ampliar mercado sobre la base de una nueva oferta”. (pág. 13)

De igual forma, según León (2012) “el espectacular desarrollo y difusión de las telecomunicaciones y las enormes posibilidades que suscita su integración en el ámbito educativo, constituyen argumentos importantes para justificar y potenciar la incorporación de las TIC a los contextos formativos universitarios”.

(Pág. 20).

En función a lo expresado, el presente trabajo tiene como propósito proponer el aprendizaje 2.0 a través de un Manual web en el proceso educativo, dirigido a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Así mismo, el manual se desarrolló enmarcado en la metodología de la investigación Proyecto factible; el presente trabajo, se ha estructurado en siete (7) partes las cuales son: planteamiento del problema, objetivos de la investigación, metodología, resultados del diagnóstico, Manual web, conclusiones, recomendaciones y finalmente se mencionan las referencias que se utilizaron en el proceso investigativo.

### **Planteamiento del Problema**

El desarrollo de las TIC han favorecido la presencia en todas las actividades del quehacer humano y han generado una gran expectativa sobre el valor potencial que tales recursos podrían agregar al mejoramiento de la calidad de la actividad académico-científica, sin embargo, en el caso de la educación superior sólo han sido logradas muy parcialmente (Ruiz, 2007). Al respecto, Cebrián (2003) ha señalado que “el 80 % de estas iniciativas han fracasado y que el 60 % de los estudiantes abandonan los cursos”. (pág. 21)

Para Pérez (2011) “El uso de las TIC para los docentes universitarios, representan una oportunidad de brindar un escenario tecnológico a los estudiantes a través de un proceso de integración de estas tecnologías a los programas de las cátedras que imparten dentro de las

diversas carreras, pero este proceso de integración educativa necesaria”. (pág. 57)

Es importante resaltar que, en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, en general, cuenta con equipos tecnológicos audiovisuales que son utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ocasiones estrictamente de forma presencial, sin embargo, la enseñanza a través de las herramientas de la web 2.0 no se han implementado.

Según León (2012) “Resulta oportuno señalar que las TIC con que se cuenta, no son utilizados para el desarrollo del proceso educativo de las diversas cátedras de la carrera de odontología, lo cual no permite avanzar a los estudiantes en el aprendizaje en nuevos escenarios, orientados permanentemente a la disposición de las ayudas instruccionales ajustables por parte del docente”. (pág. 21)

Es de destacar que según Cabero (2009) “el docente está llamado a jugar un papel protagónico en la incorporación de las TIC, especialmente en el aprendizaje a través de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), en el proceso de enseñanza y aprendizaje que se viene desarrollando en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, con la finalidad de dotar a los estudiantes de los recursos tecnológicos necesarios para ampliar su espacio de investigación, para obtener conocimientos que le permitan construir aprendizajes”. (pág. 21)

Con la finalidad de alcanzar un cambio en el docente universitario de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes en el uso de las herramientas de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales),

se propone hacer un Manual Web que contribuya a mostrar una posibilidad diferente a la tradicional en el empleo de las TIC, esto con el fin de fortalecer y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, aumentando su nivel de competencia didáctica.

En función a la situación planteada, surgen para el desarrollo de la presente investigación las siguientes interrogantes:

- ¿El aprendizaje 2.0 a través manual web 2.0 es factible?
- ¿Cuál es el nivel de conocimiento que poseen los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes sobre el uso educativo de las herramientas de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales)?
- ¿Qué actividades se pueden diseñar en un Manual Web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales) para obtener un aprendizaje 2.0?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Proponer un Manual Web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), dirigido a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes.

### **Objetivos específicos**

Diagnosticar el nivel de conocimiento que poseen los docentes en el uso educativo de las herramientas de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales).

Presentar los resultados del diagnóstico efectuado.

Diseñar un Manual web para la integración de la web 2.0 en el proceso educativo, destacando la importancia del aprendizaje 2.0.

## **Metodología**

### **Tipo de Investigación**

Considerando lo que plantea Hurtado (2006) y el grado de profundidad que la investigación presenta, corresponde a una investigación proyectiva, ya que consiste en la propuesta de un manual web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), en los procesos de enseñanza y aprendizaje, dirigido a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes que permita superar las fallas detectadas en el diagnóstico y dar sentido a la problemática planteada inicialmente en este estudio.

### **Diseño de la Investigación**

Basándose en Sabino (1997) es un diseño de campo porque consiste en desglosar la situación pedagógica para generar información exacta e interpretable, es decir, el diseño de un Manual web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), en los procesos de enseñanza y aprendizaje y es transversal, porque se recolectan datos en un momento y tiempo único.( pág. 30)

### **Población**

En la investigación, la población estuvo representada por el conjunto de docentes ( $N=126$ ) pertenecientes a la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes.

### **Muestra**

En este sentido, Hurtado (2006) señaló que la muestra es el conjunto de elementos representativos de una población con los cuales se trabajará en el proceso de la investigación, la cual quedó conformada por cuarenta y seis (46) sujetos.

### **Resultados del diagnóstico**

La aplicación del cuestionario a la muestra en estudio para explicar la población, arrojó que los profesores de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, presentan ciertas debilidades en relación al proceso de integración de las tecnologías de la información y comunicación, específicamente a las herramientas de la web 2.0, por cuanto sus respuestas reflejan que no proponen estrategias basadas en este tipo de medio tecnológico para lograr la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento; lo cual evidencia que en la actualidad no desarrollan los contenidos de las diversas asignaturas de la carrera apoyados en el uso de las TIC. Según León( 2012), “se observa que los profesores no se apoyan en las herramientas de la web 2.0 para promover procesos educativos que le permitan al estudiante generar un aprendizaje autónomo y permanente, así como el mayor aprovechamiento posible de valor informativo y comunicador de las TIC”. (pág. 21). En tal sentido, los sujetos de estudio manifiestan abiertamente la necesidad de contar con un uso educativo de la web 2.0 en el proceso de aprendizaje de la carrera de odontología, que lo oriente en los aspectos teóricos, administrativos y operativos del uso de las herramientas de la web 2.0 como medio para el diseño instruccional de estrategias dirigidas a facilitar el aprendizaje de los diversos contenidos necesarios para lograr una formación efectiva del futuro profesional de la odontología .

Por otra parte, en lo relacionado a las herramientas web 2.0, los resultados

muestran que los profesores consideran que dicha herramienta tecnológica puede contribuir a facilitarle al estudiante el acceso a diversas fuentes de contenidos e información sobre las diversas asignaturas de la carrera, así como para que el mismo participante pueda crear, recopilar y conectar contenidos, lo cual conduciría a generar una acción educativa que se transforme en el punto de partida para lograr un aprendizaje 2.0. Tomando en cuenta lo antes expuesto y considerando que son muchas las capacidades que deben irse desarrollando a lo largo de los cursos de que consta la carrera de odontología, es importante señalar que los participantes del proceso educativo se encuentran en un contexto cambiante que los conduce a la transformación de la visión del aprendizaje, el dinamismo de la red social es distinta a la linealidad de la educación tradicional, por tanto, la forma de comprenderla también. De manera que la complejidad de los escenarios aumenta debido a la interactividad entre los participantes y la construcción social del conocimiento.

De allí, la necesidad de utilizar en la actualidad las herramientas que proporcionan las TIC para lograr esa interactividad permanente entre los estudiantes, profesores y el conocimiento, entre ellas, la web 2.0 que es una red social fundada en la participación activa de sus usuarios, de manera que si el facilitador considerando su filosofía utiliza sus servicios como medios didácticos, propicia el aprendizaje colaborativo. Al respecto Pérez (2011). “Las participaciones surgen de las ideas grupales e individuales, y desde allí

cada estudiante crea conocimientos más complejos sobre los temas estudiados. Por lo tanto, resulta primordial ayudar a los alumnos a desarrollar las habilidades que conducen al uso efectivo de los servicios de la web 2.0". (pág. 57)

### **Manual web**

#### **Justificación del Manual Web**

Según León (2012) " El interés por realizar un Manual Web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), radica en los resultados que arrojó la aplicación de la entrevista a las docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, la cual muestra la necesidad de cursos que ayuden la utilización de herramientas 2.0, debido a que los mismos no las integran en la enseñanza y el aprendizaje, por lo anterior, se busca diseñar un Manual web 2.0 que permita usar las TIC como elemento fundamental para estructurar espacios académicos de apoyo virtual, lo que hará que exista mayor flexibilidad e interactividad educativa, en la búsqueda de un mayor aprendizaje de los diferentes participantes de las actividades desarrolladas". (pág. 22)

Cabe mencionar, que este Manual está enmarcado en teorías de aprendizaje, modelos de diseño instruccional, objetivos o competencias y tipos de contenidos, por lo que se comenzará con elementos teóricos y finalmente se efectuarán actividades que permitan demostrar aplicaciones de la web 2.0 en la enseñanza y el aprendizaje.

Por lo tanto, la simplificación de las herramientas Web y los procesos técnicos necesarios para la producción de contenidos digitales, se traduce

en una mayor variedad de usuarios que intercambian experiencias y aprendizajes, tanto formales como empíricos. Entonces es posible afirmar que las aplicaciones diseñadas para la internet 2.0, son instrumentos de gran importancia en el ámbito educativo, ya que facilitan la acción comunicativa entre los individuos involucrados en el proceso educativo, lo que permite redimensionar las experiencias de los educandos y educadores.

Esta propuesta basa su diseño y desarrollo en los lineamientos metodológicos planteados por García (1999), que sirven de base para el diseño y producción de los contenidos; de igual forma considera el modelo de elaboración de materiales didácticos para la educación a distancia propuesto por García (2001). "El propósito fundamental es lograr que el sujeto se instruya por sí mismo gracias a los módulos auto instructivos". (pág. 43) Sustentándose en el diálogo didáctico mediado en la educación a distancia, que sirve de base para el diseño y producción de los contenidos, el desarrollo de las actividades en línea y la evaluación de los aprendizajes.

#### **Objetivos del Manual Web**

Mostrar la importancia de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), en los proceso de enseñanza y aprendizaje a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes a través de materiales multimedia.

Generar actividades de aprendizaje que permitan a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales).

## Fases del Manual Web

Fase 1: Web 2.0. Este espacio pretende mostrar los aspectos más relevantes de la concepción de la web 2.0, en particular se explica blog, wiki y redes sociales, las cuales se hacen fundamentales para la actual sociedad del conocimiento.

Fase 2. Teorías de aprendizaje y modelos de diseño instruccional. A lo largo de la historia hay quienes han dedicado grandes esfuerzos para tratar de explicar cómo aprendemos, que aprendemos y cómo hacer para mejorar ese aprendizaje, esto ha permitido el desarrollo de teorías de aprendizaje y modelos de diseño instruccional.

Fase 3. Objetivos, competencias y tipos de contenidos. Se pretende mostrar las metas que se pueden establecer en los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de los objetivos o por medio de las competencias. En el mismo orden de ideas se espera lograr la comprensión y diferenciación entre los tipos de contenidos, a saber: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Fase 4. Integración. Se busca integrar las herramientas web 2.0 en el proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de una webquest.

El Manual se diseñó en la URL: <http://profesorleon.com.ve/tesis/>

## Conclusiones

En relación al nivel de conocimiento que poseen los profesores del contexto en estudio sobre el uso de las herramientas de la web 2.0, permitió evidenciar que tienen un nivel bajo, en cuanto a utilización en la enseñanza y aprendizaje; sin embargo, están conscientes de las ventajas que ofrecen

las TIC y en especial las herramientas de la web 2.0 en el proceso educativo, por cuanto las mismas pueden mejorar los espacios de comunicación de manera radical; ofrecer más espacios en favor de las metodologías socio-constructivistas centradas en los estudiantes y en el aprendizaje autónomo y colaborativo.

El Manual Web, fue desarrollado bajo la teoría de aprendizaje constructivista, con un modelo de diseño instruccional de enseñanza directa en los tres primeros capítulos y se empleó la webquest como estrategia metodológica en el cuarto capítulo, con actividades que utilizaban la web 2.0, por lo tanto para crear materiales educativos que apoyen los procesos de enseñanza y aprendizaje debe existir una relación directamente proporcional entre el cómo, por qué y para qué se enseña enmarcada en una teoría de aprendizaje o combinación de varias y un modelo de diseño instruccional, utilizando de manera congruente los recursos a disposición y haciéndolo de manera concienzuda.

La web 2.0, va más allá de las posibilidades técnicas y tecnológicas, también es una actitud que permite desarrollar nuevas maneras de aprender, entonces lo importante no es la herramienta, sino el provecho que se le puede dar a la herramienta, enmarcada en una planificación, considerando los recursos de enseñanza y aprendizaje, además de los sujetos que se les aplicará.

## Recomendaciones

Usar de manera constante el Manual web como un recurso de apoyo docente en los profesores de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes.

Llevar el Manual web a la etapa de

aplicación, para determinar la efectividad de este material educativo, debido a que la factibilidad confirma su utilización en el contexto específico para el cual fue creado.

Construir otros manuales o materiales educativos que sirvan como herramientas de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de los profesores de la Universidad de Los Andes.

## Referencias bibliográficas.

Ruiz, C (2007). El Blenden learning: evaluación de una experiencia de aprendizaje en el nivel de postgrado. Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. 8 (3): 188-199. Disponible desde internet en:[http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_08\\_03/n8\\_03\\_ruiz\\_bolivar](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_08_03/n8_03_ruiz_bolivar)

Loyola, E. (2006). Uso inteligente de Internet: experiencia en la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación. Revista: Biblios 7 (23): 1-22

Cebrián, M. (2003). Innovar con tecnologías aplicadas a la docencia universitaria. Editorial Nancea21-34.

Cebrián M. (2003.). Enseñanza virtual para la innovación universitaria. Madrid, Editorial Nancea, 21-36.

León, F. (2012). Manual web para el uso educativo de la web 2.0 (blog, wiki y redes sociales), en los procesos

de enseñanza y aprendizaje dirigido a docentes de la facultad de odontología de la Universidad de Los Andes. Tesis presentada para optar al Título de Maestría en Educación mención Informática y Diseño Instruccional, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Pérez, G. (2011). La web 2.0 y la sociedad de la información. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales 56 (212): 57-68.

Cabero, J. (2009). Educación 2.0 ¿marca, moda o nueva visión de la Educación? En Castaño, C. (Coord.) Web 2.0: el uso de la web en la sociedad del conocimiento, Caracas, Venezuela, 13-34.

Hurtado, J. (2006). El proyecto de investigación (5a. Ed.). Caracas: Ediciones Quirón.

Sabino, C. (1997). El Proceso de la Investigación. Caracas: Panapo.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5a. Ed.). México: McGraw Hill.

García, L. (1999). Fundamentos y componentes de la educación a distancia. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED) 2 (2): 43-61.

García, L. (2001). La educación a distancia. De la teoría a la práctica. España: Ariel Educación.

---

# **LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR FINANCIERO VENEZOLANO BASADOS EN EL CICLO DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

Roo <sup>1</sup> A. y Boscán <sup>2</sup> N.

<sup>1</sup>Banco Occidental de Descuento, Maracaibo

<sup>2</sup>Universidad Rafael Belloso Chacín

arlenysroo@gmail.com

## **Resumen**

El propósito fundamental de esta investigación fue analizar la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano, identificando las debilidades potenciales dentro del ciclo de desarrollo que caracteriza esta tecnología, para facilitar el proceso de toma de decisiones. La investigación es de tipo descriptiva, con un diseño de campo no experimental y transeccional. Como técnicas de recolección de datos fue utilizada la observación directa y la encuesta, esta última basada en un cuestionario aplicado al personal del área de Inteligencia de Negocios que labora en los bancos Banesco, Banco Occidental de Descuento, Corpbanca y Banco Caroní, instituciones que forman parte del sector financiero nacional. Luego de analizar la situación existente, los hallazgos señalan que existe una notoria debilidad en la etapa de análisis, lo cual interfiere con la adecuada toma de decisiones en función de la información sensible del negocio. A partir de estos resultados, se formularon una serie de lineamientos dentro de los que destacan integrar la inteligencia de negocios como parte de la estrategia empresarial, incrementar la prioridad de las etapas preliminares del proceso, entre otros; enmarcados en el desarrollo de la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano.

**Palabras clave:** inteligencia de negocios, sector financiero, lineamientos estratégicos.

## Introducción

Enfocando la dinámica que caracteriza a las diversas áreas de negocio, la toma de decisiones representa un proceso fundamental en toda actividad, y repercute de forma directa en el producto de la gestión organizacional. En este sentido, el concepto de *inteligencia de negocios* surge como un conjunto de tecnologías adoptadas por una organización ante el cambiante entorno, para la generación no sólo de información, sino de inteligencia y análisis que permitan obtener ventajas competitivas y productivas a nivel sociotecnológico.

Considerando lo anterior, se parte de la premisa de que el sector financiero venezolano requiere cambiar la forma en que opera los negocios, debido a que la economía se caracteriza por ser dinámica, y requiere de herramientas que le permita integrar la información para obtener las directrices necesarias y así determinar qué hacer, y cómo sacar el mayor provecho para responder de forma oportuna a la demanda generada por sus clientes.

De acuerdo a lo antes expuesto, este estudio tiene como propósito final plantear una serie de lineamientos estratégicos enmarcados en el ciclo de la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano, como proceso vinculante del factor humano y la tecnología, a través del uso de información de negocio de forma oportuna y confiable, para ser utilizada como insumo en la toma de decisiones. El estudio fue desarrollado en dos fases: la primera fase de tipo descriptiva, la cual aborda el enfoque teórico de la

inteligencia de negocios y su ciclo; y una segunda fase de tipo analítica, a través del uso de la estadística descriptiva para la interpretación de los datos. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo a través de la técnica de la triangulación, donde se confrontan los datos generados por la observación directa y la encuesta, en contraste con el criterio del autor, para las alternativas disponibles frente a los datos obtenidos. De esta forma, se pretende proveer a las instituciones que conforman el sector financiero de una serie de lineamientos que propicien la calidad funcional de los procesos organizacionales, en especial aquellos ligados a la toma de decisiones, los cuales son vitales para el logro de los objetivos estratégicos.

### Análisis del entorno

#### Fundamentos de la inteligencia de negocios

Vitt *et al.* (2003) señalan que el término inteligencia de negocios (*business intelligence*) es un proceso de conversión de datos simples en información relevante en los diversos niveles para la toma de decisiones acertadas, orientado en primera instancia al área estratégica organizacional, y que ha venido perfilándose como herramienta sociotecnológica aplicada a la toma de decisiones dentro de la operación de toda empresa.

Según Peña (2006), se entiende como una filosofía de administración organizacional, al conjugar una serie de elementos tecnológicos, tales como plataformas, aplicaciones especializadas y desarrollo de *software*, capaces de contribuir a tomar decisiones que mejoren el desempeño y promuevan su

ventaja competitiva en el mercado.

Dentro de la inteligencia de negocios, destaca el protagonismo de la información y su análisis, elementos que permiten conocer la situación actual y realizar predicciones acertadas, a lo cual se adiciona la mejora de la integridad de los datos manejados, un ambiente confiable, disminución de costos, al tiempo que facilita la realización de las diferentes funciones analíticas y mejora las relaciones existentes entre los clientes externos e internos.

Para Olszak y Ziembak (2012), la concepción de la inteligencia de negocios posee de forma implícita la aplicación de herramientas no convencionales, que trascienden la barrera tecnológica al involucrar el conocimiento como punto focal, en lugar de la típica plataforma de *hardware* y *software*, caracterizada por una implementación gradual en el tiempo.

De acuerdo a lo antes mencionado, y en consonancia con Rainardi (2007), esta tecnología comprende el manejo de datos de origen transaccional, actividades, desempeño financiero, movimientos del mercado, actividades reguladoras y de control de calidad.

En síntesis, la inteligencia de negocios comprende un conjunto de actividades que facilitan la comprensión de la situación actual y futura del negocio, desarrollando diversos tipos de análisis a partir de la información organizacional, que sirvan de apoyo a la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operacionales, para la ejecución de acciones que incrementen el desempeño de la organización.

### Ciclo de desarrollo de la inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios representa la perfecta sinergia entre los procesos empresariales, la toma de decisiones y la medición de los resultados. Es por ello que se derivan diversos enfoques sobre su ciclo, caracterizado por un conjunto de fases que varían de acuerdo a los criterios de los autores.

Según lo expuesto por Vitt et al. (2003), el ciclo de la inteligencia de negocios se compone de cuatro etapas fundamentales: análisis, visión, acción y medición. De igual manera, Peña (2006), coincide con este autor en la definición de las etapas, presentando sin embargo una variante de la visión, denominada reflexión.

Por su parte, Ortiz (2006) propone un ciclo más complejo definido por cinco etapas, a saber: planeación; recolección, estructuración y almacenamiento de datos; análisis de información; difusión del producto y evaluación de la calidad de la información, cada una de ellas con sus funciones y características particulares.

Partiendo de los diversos enfoques que definen este ciclo, se hace necesaria la comparación de las fases manejadas por los autores antes señalados en un modelo que conjugue los contrastes presentes en cada etapa, tal como se observa en la Tabla 1.

Tomando como base las fases antes expuestas, se evidencia que el ciclo descrito por Vitt et al. (2003) y Peña (2006), considera una etapa de análisis para la generación de las interrogantes asociadas con las metas, reconociendo a su vez las ideas relevantes asociadas

a la producción y la calidad dentro del proceso organizacional. Seguidamente, se encuentra una fase que contempla la visión o reflexión de la situación actual, que precede a la acción o toma de decisiones, para finalmente medir los resultados obtenidos del proceso (medición).

No obstante, Ortiz (2006) incluye la planeación dentro de las fases preliminares, como elemento imprescindible para poder llevar a cabo la difusión, cerrando este ciclo de igual manera con una etapa de evaluación del todo el proceso en conjunto.

El ciclo de desarrollo antes señalado permite determinar cada una de las etapas requeridas al momento de implementar soluciones basadas en la inteligencia de negocios, aspecto de gran relevancia a considerar para proponer lineamientos organizacionales que sirvan de apoyo para la toma de decisiones estratégicas. Inteligencia de negocios: aplicabilidad en el sector financiero venezolano

Partiendo de un enfoque sociotecnológico, la inteligencia de negocios comprende un gran número de recursos que han logrado una acelerada penetración en el mercado, debido a la búsqueda de soluciones ante el cumplimiento metas, las fluctuaciones de los costos financieros y, en especial, el nivel de satisfacción de los clientes.

Tomando como base esta premisa, la Asociación Bancaria de Venezuela (2009) identifica dentro de las funciones básicas que deben ser realizadas por las herramientas de inteligencia de negocios en toda institución financiera, a la gerencia de riesgos y el procesamiento de información, a través de un correcto

intercambio entre las áreas de riesgo de las instituciones del sistema, a fin de establecer un entorno homogéneo que apoye a la toma de decisiones.

Dentro del sector financiero venezolano, según el informe presentado por el Banco Occidental de Descuento (2012), la inteligencia de negocios permite implementar el uso de tecnología para la transformación efectiva de datos en información relevante, requerida principalmente para la toma de decisiones, a fin de mejorar las operaciones de la banca, garantizando el cumplimiento de las normas y necesidades de la organización.

De acuerdo a lo antes expuesto, la inteligencia de negocios representa un elemento presente en todos los niveles de la organización, transformando las necesidades de información y permitiendo a las empresas ser competitivas ante las economías dinámicas en que se insertan, así como anticiparse a nuevas oportunidades de una manera asertiva.

**Tabla 1. Perspectivas del Círculo de la Inteligencia de Negocios.**

F	Ortiz (2006)	Vitt (2003)	Peña (2006)
a s e s p r e l i m n a r e s	Comprende la identificación de las necesidades y factores claves para el resto de las etapas.	Elaboración de modelos mentales para la generación de interrogantes asociadas a la comprensión del negocio y las metas.	Analisis de la situación actual
a c c i o n	Identifica la información sensible para la toma de decisiones, así como su estructura y codificación de los datos.	Visión de las ideas operacionales	Estudia la situación actual identificada en la fase de análisis para establecer los casos de estudio.
a c c i o n	Reconoce la información relevante dentro del proceso empresarial.	Compara y valora la información obtenida en el análisis.	Reflexión
e v a u a c i o n	Asociada al acceso a la información por parte de los tomadores de decisión.	Acción	Asociada a los resultados generados a partir de la toma de decisiones.
e v a u a c i o n	Difusión del producto	Comprende las estrategias a implementar a corto, mediano y largo plazo.	Comparar los resultados con los estándares con los resultados. Involucra el manejo de métricas.
e v a u a c i o n	Evaluación de la calidad de la información	Medición	Evaluación

Fuente: Elaboración propia.

## Materiales y Métodos

Desde el punto de vista metodológico, este estudio es de carácter descriptivo, con un diseño de campo que fue aplicado, en primer término, la técnica de la observación directa del entorno de trabajo, utilizando una guía de observación como instrumento para la recolección de datos.

Paralelamente, fue empleada la técnica de la encuesta, la cual permitió la recolección de datos a través de preguntas aplicadas individualmente a los informantes claves, grupo conformado por diez (10) sujetos pertenecientes al nivel de supervisión del área de inteligencia de negocios de las siguientes instituciones bancarias: Banesco, Banco Occidental de Descuento, Corpbanca y Banco Caroní. Los mismos fueron seleccionados de forma intencional, debido a la facilidad de acceso que tienen a la información de estudio, así como a la experiencia de este personal en la materia, lo que los convertía en los más apropiados para generar aportes el desarrollo de la investigación.

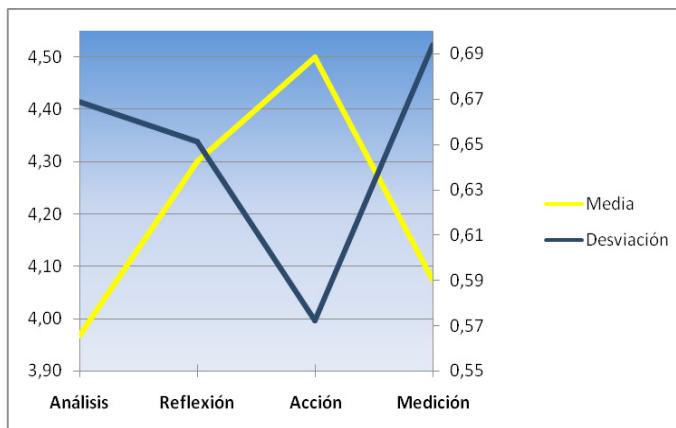
Una vez clasificada la información obtenida, se procedió a tabular y procesar los resultados, utilizando la herramienta Microsoft Office Excel 2007, para la realización de los cálculos y fórmulas estadísticas aplicadas. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo a través de la técnica de la triangulación, donde se evidencian los datos de observación directa y la encuesta, en contraste con el criterio del autor, para cada una de las alternativas disponibles frente a las respuestas obtenidas.

## Ciclo de la inteligencia de negocios:

### Situación Actual

Partiendo de las fases de *análisis, reflexión, acción y medición*, definidas por Peña (2006), fue determinada la situación actual del ciclo de la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano, tomando como base los resultados de la media y desviación estándar obtenidos en la aplicación de los instrumentos, los cuales se pueden observar en la Figura 1. Al comparar los resultados obtenidos, resulta evidente la debilidad existente en la fase de análisis, presentando una tendencia negativa en la realización de los modelos mentales, como una actividad relevante dentro de esta fase, en virtud de conocer las interrogantes claves para la toma de decisiones. Este factor afecta de forma directa las acciones a ejecutar por parte de los tomadores de decisiones. En cuanto a la etapa de reflexión, los resultados reflejan que es realizado un correcto estudio de los hechos al efectuar una adecuada comparación de la información, al igual que la fase de acción, en la que destaca la identificación de las oportunidades de negocio para la posterior toma de decisión.

Finalmente, el indicador en la fase de medición representa un elemento con una tendencia significativamente baja. Las empresas del sector financiero pocas veces consideran la relación existente entre los indicadores y los planes de acción, afectando las acciones futuras de la organización. Soportando estos comentarios, se plantea lo expuesto por Peña (2006), esto es, que los factores críticos de éxito constituyen la base para el descubrimiento de tendencias, así como la definición de las actividades a realizar.



**Figura 1. Resultados del Ciclo de la Inteligencia de Negocios**

Fuente: elaboración propia

Luego de exponer el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas, se hace necesario observar las diferencias significativas existentes entre los resultados de los diferentes instrumentos utilizados (encuestas y observación directa), en conjunto con el juicio del investigador; estas quedan ilustradas en la Tabla 2.

Con respecto al ciclo de la inteligencia de negocios, la observación directa muestra debilidades en la fase de análisis, donde existe una carencia en el uso de modelos mentales, esenciales para la adecuada ejecución del resto de los procesos, seguido de la medición, en la cual las expectativas del negocio no se encuentran debidamente identificadas.

De esta forma, las decisiones tomadas constituyen el principal elemento a considerar dentro del ciclo antes expuesto, seguido de la reflexión, presentando una fuerte debilidad en la

etapa de análisis y medición al momento de realizar los modelos mentales, originando una reacción en cadena en el resto de las fases.

**98 Tabla 2. Comparación de Resultados.** Fuente: Elaboración propia

	Encuesta	Observación Directa	Juicio del investigador		
	Debilidades Carencia	Fortalezas	Debilidades Fortalezas		
A	n de modelos mentales. l Dificultad para precisar las i interrogantes de s negocio.	Descubrimiento de tendencias e interpretación de los datos.	No siempre se utilizan los modelos mentales.	Existe una adecuada interpretación de los datos para la situación actual y futura.	Es necesario reforzar las actividades llevadas a cabo en esta fase, en especial la elaboración de modelos mentales previo a los procesos de toma de decisiones.
R	e f i x i ó n o n	Reforzar el estudio de los hechos y las ideas operacionales.	Adecuada comparación de la información obtenida.	Las debilidades del análisis afectan a las ideas operacionales.	La etapa de reflexión es realizada de forma adecuada, en función a lo evidenciado a través de ambas técnicas.
A	c c i ó n e n	Las decisiones tomadas dan origen a la acción.	Las oportunidades de negocio no se encuentran debidamente identificadas.	Debilidades heredadas de las fases anteriores.	La acción surge como resultado de la decisión.
M	d i c i ó n e n	Considerar los factores críticos para el éxito organizacional.	Existe una verificación integral del proceso.	Las expectativas organizaciones no siempre se evalúan de forma correcta.	Se requiere la adecuada identificación de las oportunidades de negocio, y así realizar los procesos para la posterior toma de decisión.
				Los factores del éxito constituyen la base para las acciones futuras.	Las expectativas deben estar estrechamente relacionadas con los indicadores de éxito, siendo la medición un proceso relevante dentro del ciclo.

## **Propuesta de Lineamientos de inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano**

Luego de determinar la situación actual del ciclo de la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano, es de gran valor presentar una propuesta donde se evidencien algunos lineamientos que permitan la articulación de los factores que intervienen en su uso, brindando una alternativa que permita dar respuesta a las debilidades detectadas en el proceso de diagnóstico.

Esta propuesta, toma como base el modelo explicativo expuesto en el basamento teórico, teniendo como objetivo plantear las directrices y sugerencias aplicables a las instituciones financieras, a fin de garantizar el flujo correcto de las etapas que integran el ciclo de la inteligencia de negocios y, en consecuencia, la competitividad de la institución en general.

El alcance no incluye la definición de políticas de seguridad, así como las especificaciones en cuanto al recurso humano, ni los costos asociados a las soluciones en materia de inteligencia de negocios. A continuación se presentan los lineamientos sugeridos:

Integrar la inteligencia de negocios como parte de la estrategia empresarial, alineada a los objetivos de la organización, para una utilización eficiente y efectiva de recursos, además de incrementar la capacidad de tomar decisiones rápidas y correctas, orientadas a obtener mejores resultados.

Incrementar la prioridad de las etapas preliminares de los procesos llevados a cabo en el área de inteligencia de negocios, ya que de ellas depende el

resto de la ejecución de las distintas actividades y, en consecuencia, la toma de decisiones estratégicas.

Desarrollar un modelo único de información de inteligencia de negocios, que permita unificar los múltiples sistemas de origen transaccional, operacional y analítico, presentes en las empresas que conforman el sector financiero venezolano.

Adquirir nuevas tecnologías de acuerdo a las necesidades de información detectadas en el análisis, puesto que no se trata de tener el conocimiento, sino de saber aprovecharlo y utilizarlo convenientemente para generar una ventaja competitiva.

Garantizar la calidad de los datos y la consistencia de la información, lo cual representa un factor crítico de éxito, aunado al compromiso del nivel gerencial.

Garantizar la escalabilidad de las aplicaciones utilizadas para la toma de decisiones, de tal forma que éstas puedan ir creciendo conforme a las necesidades de la organización y el entorno cambiante en el cual se desenvuelven.

Concientizar al personal de las organizaciones que integran el sector financiero venezolano sobre la importancia de la inteligencia de negocios como componente para una determinada solución, ya que las fallas comúnmente son generadas por factores metodológicos y humanos.

## **Conclusiones**

Entre los hallazgos más relevantes, destaca la necesidad de inclusión de herramientas tecnológicas que

manején un enfoque holístico ante las necesidades actuales del sector financiero venezolano, de tal forma que permita y facilite la adecuada toma de decisiones estratégicas.

De igual forma, se evidencia una notoria debilidad en la fase de análisis del ciclo de la inteligencia de negocios, generando una reacción en cadena que afecta el correcto flujo del resto de las etapas, en especial al momento de medir los resultados del proceso productivo.

Asimismo, los modelos de información utilizados deben mejorar la capacidad de consolidar la información de negocio, al mismo tiempo que garantizar la calidad de los datos, ya que éstos representan el elemento primario para la posterior toma de decisiones.

De acuerdo con las premisas antes expuestas, el ciclo de la inteligencia de negocios en el sector financiero venezolano, debe garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos, a fin de que los tomadores de decisiones puedan transformar el conocimiento en resultados concretos, aunados a la competitividad y capacidad productiva dentro de la organización.

## Referencias Bibliográficas

Asociación Bancaria de Venezuela (2009). *Evolución del Sistema Financiero Venezolano*, [en línea]. Recuperado el 28 de marzo de 2010, de <http://www.asobanca.com>

Banco Occidental de Descuento (2012). *Descripción de las funciones del área*. Manuscrito no publicado. Caracas, Venezuela.

Guanipa, M.; Ramírez, P. (2011). Inteligencia de Negocios y Toma de Decisiones de los Gerentes en la Banca Universal en Venezuela. *CICAG*, 8 (2): 50-63.

Olszak, C.; Ziembka, E. (2012). Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Systems in Small and Medium Enterprises on the Example of Upper Silesia, Poland. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 7: 129-150.

Ortiz, M. (2006). *La Inteligencia de Negocios aplicada a las organizaciones en Latinoamérica*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Peña, A. (2006). *Inteligencia de Negocios: Una Propuesta para su Desarrollo en las organizaciones*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Plant, R.; Murrell, S. (2007). *An executive's guide to information technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rainardi, V. (2007). *Building a Data Warehouse: With Examples in SQL Server*. New York: Appress Academic.

Vitt E.; Luckevich, M.; Misner, S. (2003). *Business Intelligence, Técnicas de análisis para la toma de decisiones estratégicas*. Madrid: Mc Graw Hill.

---

# **MODELO DE MEJORAMIENTO CONTINUO PARA LA GESTION DE LOS PROCESOS ACADEMICO - ADMINISTRATIVO DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION CIVIL DEL IUTAG.**

Ferrer Danny

Instituto Universitario de Tecnología "Alonso Gamero"

## **Resumen**

La gerencia de las funciones académicas: docencia, investigación, administración y extensión en los institutos de educación superior como el Instituto Universitario Alonso Gamero (IUTAG), son siempre objeto de análisis y reflexión por parte de los principales autores del escenario educativo. Es un proyecto factible, apoyado en un estudio de campo, no experimental, descriptivo y ex post facto; se abordó científicamente la gestión académico-administrativa del Departamento de Construcción Civil del IUTAG; con el cual se logró diseñar un modelo de mejoramiento continuo para la gestión de esta instancia académica. La población objeto de estudio estuvo integrada por un total de 34 docentes a los cuales se les aplicó cuestionario conformado por 57 reactivos con alternativas de respuestas tipo Likert de cinco pasos, desde Totalmente de Acuerdo (5), hasta Totalmente en Desacuerdo (1). Entre las principales conclusiones destacan que los docentes consideran que la calidad de la docencia, la extensión, la administración y la investigación es regular y que el Departamento objeto de estudio carece de organización de las funciones académico-administrativas, lo cual ha dificultado la implementación de programas de mejoramiento continuo. Como recomendaciones se sugiere dar a conocer a los docentes el marco filosófico del Departamento y reorientar todo el trabajo académico-administrativo según lo establecido en él, e implementar el Plan de Mejoramiento Continuo que se presenta en esta investigación a los fines de optimizar la planificación, la administración, la integración de personal y el control en las funciones responsabilidad de los docentes, ya que en él se consideran como aspectos centrales el marco filosófico, los espacios físicos, la tecnología, el personal docente, la comunicación organizacional, la motivación, las relaciones interinstitucionales y la evaluación.

**Palabras clave:** calidad en educación, procesos académico-administrativos, modelo de mejoramiento continuo.

## Introducción

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo, debe incorporar todas las actividades y departamentos de la organización. Deming (1996), explica que el proceso de mejoramiento continuo es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que permiten a cualquier institución ahorrar tiempo y capital. En el caso específico de las organizaciones de servicio, como lo son las instituciones educativas, resulta necesario tomar en cuenta una mayor exigencia sobre su calidad de gestión. Esta exigencia requiere formas de pensar, decidir y actuar acordes con los nuevos supuestos de la gerencia de recursos humanos y de los procesos de desarrollo organizacional, lo que las obliga a interesarse más por adquirir ventajas competitivas como producto de su capacidad de coordinación, compromiso y la competencia del personal. En la actualidad, el mejoramiento continuo se torna cada vez más importante porque implica, entre otros, inversión en nuevas tecnologías, el uso adecuado de políticas educativas eficientes que conduzcan a la calidad, que facilite la productividad del recurso humano, además de contar con ambientes motivadores. No obstante, como afirma Harrington (2000), la base del éxito del proceso de mejoramiento es establecer una buena política de calidad que pueda definir con precisión lo esperado por los empleados y de los servicios que ofrece cada departamento. Según esta concepción, el mejoramiento continuo

es la herramienta fundamental para toda la organización porque le permite renovar los procesos administrativos que realizan y la mantiene en constante actualización. Partiendo de este cuadro de referencia, se propone un modelo de mejoramiento continuo para los procesos académico-administrativos del Departamento de Construcción Civil del Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero, a fin de capacitar y orientar al personal en la realización de mejoras sustanciales en su trabajo, incrementando su competitividad y asegurando su permanencia en el ambiente educativo.

## Materiales y Métodos

### Diseño y Tipo de la Investigación.

El diseño la investigación, según lo expresado por Arias (2000) fue no experimental debido a que no hubo manipulación deliberada de las variables; y transeccional descriptivo, porque la medición de las variables se realizó en un momento único, con el fin de examinar su incidencia y valores (Hernández, Fernández y Baptista, (2003). De igual forma, se considera como una investigación de campo porque los datos fueron recogidos directamente de la realidad donde se encuentra el objeto de estudio (Sabino, 1999). De acuerdo con los planteamientos formulados la investigación aplicada, de tipo proyecto factible y ex post facto, pues consistió en la investigación, elaboración y formulación de la propuesta de un Modelo de gestión de la calidad viable para solucionar los problemas y requerimientos del departamento de construcción civil del Instituto Universitario Alonso

Gamero (UPEL, 2005). Igualmente se trató de un estudio descriptivo, porque con él se especificaron y evaluaron las características de las dimensiones planificación, organización, integración de personal y control, pertenecientes a las variables docencia, investigación, extensión y administración (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

## **Población y Muestra**

La población que conformó el presente estudio científico, estuvo integrada por un total de treinta y cuatro docentes que laboran actualmente en el departamento de construcción civil del Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero (IUTAG). Apoyados en los postulados de Sabino (1999) se decidió que la muestra sería igual a la población por ser una población finita y de fácil acceso. En tal sentido, la muestra estuvo constituida por el 100% de la población, es decir, los 34 docentes del departamento de construcción civil del IUTAG, clasificados por categoría y dedicación.

## **Procedimiento de la Investigación**

La investigación se realizó siguiendo las fases que a continuación se describen:

### **Fase I: Desarrollo Conceptual**

Se recaudó la información relacionada con el tema de estudio, por medio de fuentes impresas y electrónicas especializadas, tales como: Libros, Documentos, Ponencias y Publicaciones derivadas de Eventos, Trabajos y Tesis de Grado, Trabajos de Ascenso, entre otros.

### **Fase II: Diagnóstico situacional**

Consistió en realizar el diagnóstico en sitio sobre los procesos académicos-

administrativos que soportan la gestión del departamento bajo estudio. En esta fase se aplicaron los instrumentos de recolección de información, previamente validados y establecido su nivel de confiabilidad, a fin de obtener los resultados de la investigación, luego se procedió al análisis e interpretación de los mismos. A continuación se muestran los resultados, organizados respecto a cada una de las variables de estudio y en cada una de sus dimensiones (Planificación, Organización, Integración de personal, y Control).

## **Análisis de la variable Docencia**

Definida como la actividad que promueve conocimientos, y que sitúa al docente como factor especial, tanto con referencia a los conocimientos mismos, como con respecto a las condiciones específicas en que éstos son producidos (Guerrero, 2004); Esta variable operacionalmente se midió a través del puntaje obtenido en las opciones totalmente de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. Los resultados de las opiniones emitidas por los docentes en cada una de las dimensiones fueron representadas mediante gráficas.

## **Análisis de la Variable Investigación**

Corresponde analizar los resultados de la variable Investigación, que es definida como la actividad de búsqueda caracterizada por ser reflexiva, sistemática y metódica; que tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas científicos, filosóficos o empíricos técnicos mediante la aplicación del proceso científico (Martínez, 1999). Esta variable fue abordada bajo la misma estructura

metodológica de la anterior.

### **Análisis de la Variable Extensión Universitaria**

La variable extensión universitaria fue definida para el presente estudio como toda labor expansiva de carácter educativo y social, realizada por la universidad fuera de su esfera oficial docente [Posada, citado por Giménez Martínez, (2000)]. Sus resultados se analizaron a partir de la representación gráfica de las dimensiones planificación, organización, integración del personal y control; y su interpretación se apoyó en el uso de la distribución de frecuencia y valores porcentuales a fin de determinar la inclinación expresada por los encuestados respecto a cada de uno de los ítems evaluados.

### **Análisis de la Variable Administración**

Definida como el proceso de coordinar los esfuerzos de un grupo para lograr metas de grupo, y para el cual se deben cumplir con las funciones de planificar, organizar, integrar y controlar [Donelly, Gibson e Ivancevich, (2000)]. Estas funciones básicas se abordaron como dimensiones, las cuales se analizaron considerando la representación gráfica de sus resultados, y su interpretación a través de la distribución de frecuencia y valores porcentuales.

### **Establecer lineamientos**

Se definieron los elementos a considerar en el modelo de Mejoramiento Continuo para el Departamento de Construcción Civil del Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero (MCDCC); los cuales permitirá agilizar e incrementar la calidad de la gestión académico-administrativo en dicho departamento.

### **Propuesta del Modelo de Mejoramiento Continuo Presentación**

El modelo diseñado se presenta en un documento en el que luego de la introducción se realiza su fundamentación conceptual, se detallan los 12 pasos que lo constituyen, así como los valores que lo deben orientar el proceso y que debe ser cumplido para implantar correctamente el MCDCC, las ventajas que reportará al Departamento el adaptar sus procesos al enfoque de mejora continua aportado por el modelo, así como el proceso de evaluación que tiene que ser desarrollado para asegurar su funcionalidad y oportunidades de mejora o adecuación.

### **Fundamentación**

La realidad del sector universitario nacional requiere del aporte de soluciones viables a los múltiples problemas que confrontan sus procesos internos básicos, entre ellos, los originados en las funciones académicas que deben cumplir los docentes. De esta manera, la docencia, la investigación, la extensión y la administración constituyen factores determinantes para el correcto funcionamiento de los procesos académico-administrativos en dichas instituciones de educación.

El Instituto de Tecnología “Alonso Gamero”, y específicamente su Departamento de Construcción Civil, requiere hoy por hoy de un modelo de gestión orientado en la mejora continua, para lograr el cumplimiento eficaz de sus objetivos y maximizar los pocos recursos que le son asignados. En virtud de esto, el modelo se fundamenta en los principios de planificación, organización,

integración de personal y control, con el propósito de que sirva para mejorar los procesos del Departamento y cumplir eficientemente con los objetivos mediante el mejoramiento continuo. De este modo, la gestión de la calidad permitirá incrementar las ventajas competitivas que posee, representadas por sus capacidades organizativas. El modelo de Mejoramiento Continuo presentado (MCDCC), partió de la indagación científica efectuada al departamento, ya que el diagnóstico permitió conocer su situación actual, sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. En esencia, el modelo MCDCC orientará los intentos estratégicos que permitirán cumplir efectivamente los objetivos organizacionales para lograr el cumplimiento de los parámetros sociales de desarrollo, tanto en el ámbito local y regional como a escala nacional. Teniendo este Norte, su diseño responde a la integración del conjunto de procesos que parten de las principales áreas claves dentro de este sistema organizacional, constituidos por las funciones de Docencia, Investigación, Administración y Extensión Universitaria, las cuales son definidas de la siguiente manera:

**Docencia:** Actividad que promueve conocimientos, y que sitúa al docente como factor especial, tanto con referencia a los conocimientos mismos, como con respecto a las condiciones específicas en que éstos son producidos (Guerrero, 2004).

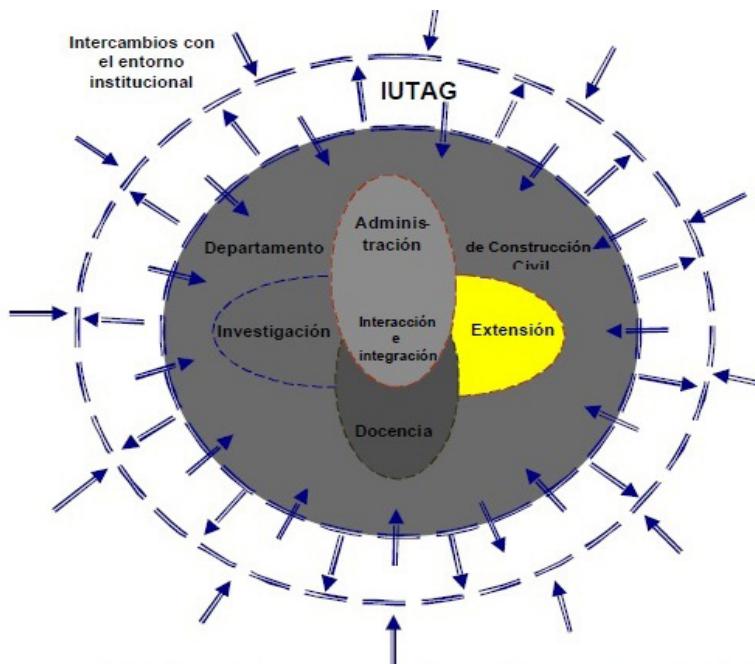
**Investigación:** Es la actividad de búsqueda que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica; tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas científicos,

filosóficos o empírico-técnicos, y se desarrolla mediante un proceso (Martínez, 1999).

**Administración:** Proceso de coordinación de esfuerzos de grupo para lograr metas de grupo y para el cual se deben cumplir con las funciones de planificar, organizar, dirigir y controlar [Donelly, Gibson e Ivancevich, (2000)].

**Extensión Universitaria:** Toda labor expansiva de carácter educativo y social, realizada por la universidad fuera de su esfera oficial docente [Posada, citado por Giménez Martínez, (2000)].

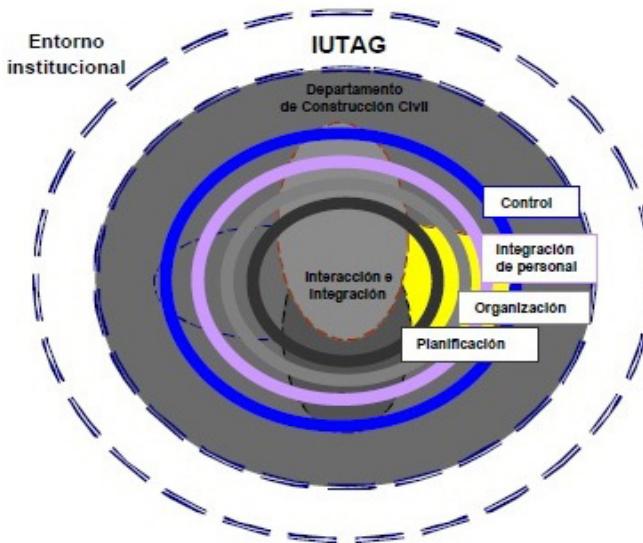
El deber ser de estas funciones indica que tienen que interactuar de manera sistémica en el ambiente universitario, de tal manera, que aunque cada una mantenga su individualidad pueda nutrirse de la experiencia y comportamiento de las otras. Esta situación se muestra en la figura A, en la cual las líneas punteadas y las flechas entrantes y salientes indican que el Departamento no debe ser un sistema cerrado, sino que se mantiene en constante contacto e intercambio comunicativo con su entorno inmediato, es decir el IUTAG, y con el contexto de la institución. Internamente, en cada función académica cumplida por los docentes del Departamento y entre éstas, también debe mantenerse un activo proceso de comunicación, de manera de garantizar la calidad en los procesos individuales así como en su interacción e integración, al igual que con el entorno inmediato (a lo externo) de donde el IUTAG obtiene su materia prima: alumnos, profesores, empleados, información, bienes, servicios, entre los más importantes.



**Figura A. Integración e interacción de los procesos académico-administrativos**

No obstante, para que cada función se ejecute con calidad y se logre su correcta interacción e integración al resto de las funciones, es preciso aplicar el Modelo de Mejoramiento Continuo diseñado a partir de la investigación científica realizada. Para ello el modelo MCDCC, tal y como lo muestra la Figura B, responde internamente a los siguientes principios sustantivos: Planificación, que consiste en plantear la necesidad de seleccionar los objetivos, metas y acciones más apropiados para afrontar el futuro con una proyección realista. Organización, pues establece la relación entre los recursos humanos y los recursos económicos que dispone la institución para alcanzar los objetivos

y metas propuestas. Integración del personal, porque propone que todos los miembros de la organización sean motivados para que deseen alcanzar los objetivos señalados. Control, ya que busca contrastar lo planificado con lo que progresivamente va ocurriendo, a fin de conocer y dar solución a las desviaciones que pueden irse suscitando.



**Figura B. Vinculacion de los principios sustantivos del modelo MCDCC con los procesos académicos-administrativos**

#### **Modelo de mejoramiento continuo MCDCC**

El presente modelo de mejoramiento de la calidad, se empleará para orientar la mejora continua de la gestión académico-administrativa del Departamento de Construcción Civil del Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero, y tiene como objetivos específicos los siguientes: a) Promover el rediseño y valoración del marco filosófico del departamento. b) Impulsar la cultura de la calidad en la organización. c) Mejorar los procesos de comunicación. d) Orientar la interrelación de las funciones Académicas. e) Apoyar el diseño de las estrategias y acciones que constituyen la Planificación del departamento.

#### **Estructura**

El modelo de Mejoramiento Continuo

del Departamento de Construcción Civil (MCDCC) responde a las cuatro dimensiones de las funciones académico-administrativas enfocadas como premisas claves, es decir, la planificación, organización, integración de personal y control; por lo que lo constituyen 12 criterios elementales que deben ser considerados para ejecutar el proceso mejoramiento continuo de la gestión en el Departamento de Construcción Civil, a los fines de implantar la calidad en todos sus procesos. Esta estructura se describe a continuación:

1. Definir los criterios de calidad mediante el consenso: Los criterios de calidad a ser seguidos en el Departamento deberán resultar de la discusión, análisis y consenso del personal, de tal manera que la definición sea compartida por todos y facilitar la ejecución de los

procesos bajo estos paradigmas.

2. Incluir en el marco filosófico los criterios de calidad a ser alcanzados: Una vez definidos los criterios de calidad, estos deberán incorporarse a la misión, visión y valores del Departamento.

3. Promover la actualización tecnológica: Contar con la tecnología suficiente y adecuada permitirá al Departamento facilitar y optimizar sus procesos académico-administrativos.

4. Evaluar las necesidades de espacio físico: Se debe mantener en constante revisión las condiciones y las necesidades de espacio físico con el propósito de facilitar la ejecución de las actividades de investigación, docencia, extensión y administración.

5. Contar con personal docente suficiente: Es indispensable que el Departamento planifique y organice la cantidad de personal que realmente necesita para la ejecución de los diferentes proyectos y actividades académico-administrativos, ya que esto le permitirá el logro de los resultados esperados y promover la integración y control.

6. Fortalecer la comunicación intra y extra institucional: Formalizar los procesos comunicativos facilitará la integración del personal en las actividades y proyectos planificados, además de permitir la discusión analítica, la retroalimentación, y mejorar el desempeño del personal. Respecto a la comunicación con el entorno o extra institucional, favorece la vinculación con otras instituciones de los sectores público, privado y organizaciones no gubernamentales (ONG's).

7. Incrementar los niveles de confianza del personal: La confianza es un aspecto

imprescindible para la ejecución de los procesos de mejora continua, pues indica que el personal conoce lo que hace, por qué lo hace, para qué lo hace, y la importancia que tiene el que con su trabajo ejecutado con calidad aporta a la calidad de la gestión general de todo el Departamento. Para lograr el incremento de la confianza en los docentes se les debe ponderar sobre las actividades y proyectos que realizan, se les debe permitir que expresen sus ideas nuevas e innovadoras, y que estos sean acogidas con responsabilidad por parte de la jefatura.

8. Motivar constantemente al personal docente: El Departamento debe diseñar estrategias dirigidas a lograr la integración e identificación del personal con el trabajo y lograr una mayor participación en las actividades y proyectos de investigación, docencia, extensión y administración.

9. Establecer programas de capacitación para el personal: El Departamento debe garantizar la continuidad en la capacitación de sus docentes, ya que de esta manera logrará ampliar el espectro de posibilidades en cuanto a nuevos proyectos y programas para las funciones académicos- administrativos; así como las posibilidades de integración entre actividades, proyectos y funciones.

10. Promover el liderazgo y el trabajo en equipo: Para lograr que los procesos académico-administrativos se realicen correctamente se requiere contar con equipos de trabajo bien constituidos y cohesionados, e igualmente promover el liderazgo creativo y participativo para que los docentes puedan gerenciar diferentes proyectos e interrelacionarlos

con otros.

11. Fomentar las relaciones interinstitucionales: En la actualidad las organizaciones necesitan de otras, para crecer, fortalecerse y proyectarse. Las alianzas estratégicas y los convenios interinstitucionales son oportunidades que deben ser aprovechadas por el Departamento para mejorar continuamente su gestión.

12. Monitorear y controlar continuamente los procesos académico-administrativos: El Departamento debe monitorear las actividades y proyectos durante su ejecución para conocer oportunamente las desviaciones que puedan presentarse y que pueden obstaculizar su calidad. Estableciendo los controles y las correcciones pertinentes. Este paso permite minimizar las posibilidades de fracaso y de incumplimiento de objetivos.

### **Valores del modelo MCDCC**

La aplicación del modelo MCDCC se fundamenta en los parámetros aportados por los valores que a continuación se definen:

**Integral:** Ya que incluye una visión sistémica de la organización y de la interacción con el medio ambiente en el que se desempeña.

**Eficiencia:** Garantiza el cumplimiento de los objetivos en el uso racional de los recursos.

**Adaptabilidad:** Debe ser capaz de adaptarse a los cambios y exigencias de la

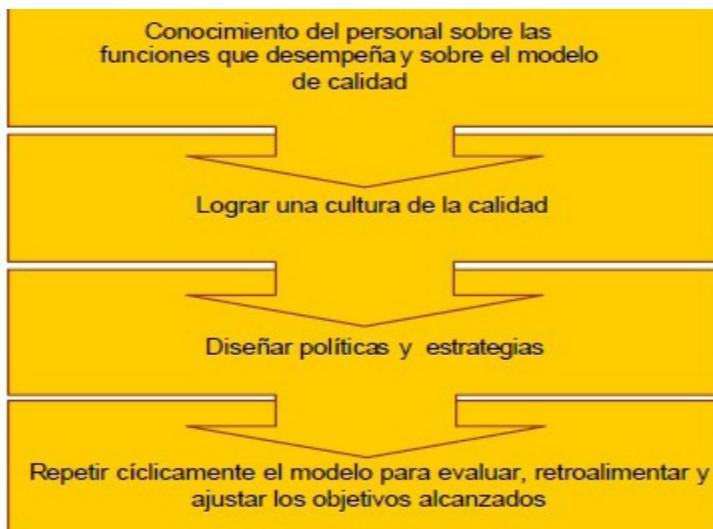
Organización para la cual fue diseñado y su entorno.

**Perfectibilidad:** Toda acción humana es perfectible por lo que, con el objeto de mejorar la eficacia de este modelo dentro y fuera del ámbito organizacional, deberá ser sometido a monitoreo constante.

**Responsabilidad social:** Considera la actuación del Departamento bajo revisión permanente de las áreas de sus procesos, relacionados con el desarrollo local, regional y nacional, como son la transferencia de tecnología, la diversificación del conocimiento, el desarrollo técnico-social y la pertinencia social de sus resultados.

### **Proceso de implantación**

El proceso de mejora continua no es un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la calidad y ser cada día más exitosos. En tal sentido, para implantar el modelo propuesto se requiere en un primer término, que el personal involucrado tenga muy clara la información sobre las funciones que realiza y sobre el modelo que se va implantar; este aspecto es imprescindible para poder cumplir con el segundo paso, es decir, lograr una cultura de la calidad, ya que ésta marcará la nueva forma de ser de las personas y del Departamento (Figura C).



**Figura C. Proceso de implantación del modelo MCDCC**

Como tercer aspecto, se tiene que la mejora continua tiene que ser establecida como política para lo que se deben diseñar estrategias adecuadas para implantarla. El cuarto paso consiste en repetir cíclicamente el modelo para evaluar, retroalimentar y ajustar los objetivos alcanzados, y asegurar que realmente existan avances y no retrocesos en la implantación.

## Conclusiones

Las conclusiones que a continuación se plantean tienen su base en el análisis estadístico efectuado y tienen como intención expresar las posturas de la autora acerca de los hallazgos del estudio.

Las variables extensión, administración e investigación presentaron un alto porcentaje de respuestas hacia la opción en desacuerdo con uno, lo cual indica

que los docentes universitarios poseen una percepción regular respecto a la calidad de estas funciones universitarias. De la valoración de la calidad respecto a las dimensiones en la cual fue medida, se evidenció que las mismas son calificadas como regulares con tendencia a deficientes. Igualmente se puede concluir que la variable más crítica es la extensión.

El Departamento de Construcción Civil es una dependencia del Instituto Universitario “Alonso Gamero” que carece de organización de las funciones académico-administrativo; lo cual ha dificultado la implementación de programas de mejoramiento continuo. Parte del personal docente desconoce el funcionamiento y operatividad de las funciones académico- administrativa que debe cumplir, lo cual está asociada a la falta de comunicación formal en el

departamento.

El marco filosófico del departamento es desconocido por parte de los docentes que lo integran, situación que debilita el establecimiento de la planificación, el sentido de pertenencia y la coordinación de actividades.

La ausencia de un modelo de gestión ha imposibilitado el diseño de estrategias y acciones que faciliten el desarrollo adecuado del departamento, de tal manera que le permita ejecutar correctamente la investigación, extensión, docencia y administración. En este sentido, se evidencia una falta de armonía y coordinación entre estas cuatro funciones, las cuales deberían ejecutarse como una unidad departamental unida a los lineamientos generales de la institución.

Luego de analizar la situación de los procesos académico-administrativos de la unidad de estudio, se puede concluir que los elementos a considerar en el modelo de mejoramiento continuo son: el marco filosófico, los espacios físicos, la tecnología, el personal docente, la comunicación organizacional, la motivación, las relaciones interinstitucionales y la evaluación.

## Referencias Bibliográficas

[Alarcón N. y Méndez R. (2002)]. *Calidad y productividad en la Docencia de la Educación Superior*. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/ponenc/ponenc.shtml>.

[Al Mouchaal, B. (2004)]. Sistema de Gestión de la Calidad y Productividad de la Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda, bajo la norma ISO 9001-2001.

[Arias, F. (2000)]. El Proyecto de investigación. Venezuela: Editorial Epísteme.

[Aznouz, J.; Díaz, M. y Fasenda, J. (2000)]. *Mejoramiento Continuo*. Universidad Bicentenaria de Aragua. Facultad de ciencias Administrativas y Sociales. Escuela de Administración de Empresas.

[Brünner, J. (1999)]. *Calidad y Evaluación en la Educación Superior en: evaluación y Acreditación Universitaria. Metodologías y experiencias*. Eds. Mario Letelier y Eduardo Martínez. Caracas, Venezuela, Nueva Sociedad, UNESCO.

[Castellano de S., M (2002)]. *Políticas de Extensión Universitaria*. Ministerio de Educación Superior. Viceministerio de Políticas Académicas. Primer Congreso de Extensión en Educación Superior.

[Chirinos, R. (2001)]. *Los Institutos Universitarios de Tecnología Hacia la Competitividad: Una Visión Gerencial*. Maracaibo: Ed. Universidad “Dr. Rafael Belloso”.

[De la Orden Hoz, A. (1999)]. *Desarrollo y Validación de un Modelo de Calidad Universitaria como base para su Evaluación*. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. Volumen 3. Número 1-2.

[Deming, W. (1996)]. *Calidad y Productividad*. Guía Mimeografiada.

[Donelly, J.; Gibson, J. e Ivancevich, J. (2000)]. *Fundamentos de Dirección y Administración de Empresas*. Colombia: Mc Graw Hill.

[Giménez Martínez, J. (2000)] *Sociedad, Educación Superior y Extensión: Balance y Perspectivas*. V Congreso Iberoamericano de Extensión. Universidad Michoacana de San Nicolás

- de Hidalgo México. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [Gómez, J. (2004)]. *Implantación de la Mejora Continua en la Calidad Educativa*. EE.UU. Edc. Universidad Autónoma de Baja California.
- [Gómez Bravo, L. (1992)]. Mejoramiento Continuo de Calidad y Productividad: Técnicas y herramientas (2<sup>a</sup>.ed.). Venezuela: FIM Productividad.
- [González, (2000)]. Gestión de la calidad en la educación superior. Disponible en: [www.consortio.edu.pe](http://www.consortio.edu.pe).
- [Guerrero, F. (2004)]. *La didáctica hoy y el aprendizaje auténtico*. Selección de temas. Módulo Gestión de la Calidad, Maestría Ing Industrial. Universidad de Cienfuegos.
- [Harrington, J. (2000)]. *Administración total del mejoramiento continuo*. La nueva generación. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, S.A., Colombia.
- [Hernández, L. (2000)]. Gestión Educativa en la Educación Superior. Caracas. Edc. Universidad Pedagógica Libertador.
- [Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Batista Lucio, P.; (2003)]. *Metodología de la Investigación*. México: Edc. Mc Graw Hill.
- [Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero (2002)]. Definición de valores: Misión, Visión y Valores. Planificación Estratégica, Falcón: I.U.T.A.G.
- [Legislación Venezolana. (1970)]. Capítulo II. De la enseñanza universitaria. Sección I. Disposiciones Generales. Artículo 146. Caracas: Pantín, Ramírez & asociados.
- [Ley Orgánica de Educación. (28 de Julio de 1980)]. Gaceta Oficial N° 2635 extraordinaria.
- [Martínez, E. (1999)]. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Caracas: Editorial Nueva Sociedad.
- [Méndez, (2001)]. Diseño y desarrollo del proceso de investigación.(3<sup>a</sup> ed). Bogota: Edc. Mc Graw Hill.
- [Morles, A. (1994)]. *Trabajo de Investigación*. Venezuela : Universidad Central de Venezuela.
- [Sabino, C. (1999)]. *Metodología de la Investigación*. Caracas: Edc. El Cid.
- [Sánchez, (2000)]. Revista de Pedagogía. Gestión educativa para la transformación de la escuela. Disponible en: Universidad Computense de Madrid. <http://www.ucm.es/Bucm/fsl>
- [Sanner, (2002)]. Mejoramiento Continuo, una necesidad de estos tiempos. Disponible en: [www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com)
- [Sullivan, L. (1998)]. *Productividad como Base del Mejoramiento*. México: Edc. Universal.
- [Sundevil, V. (2001)]. *Calidad y Productividad*. Guía Mimeografiada.
- UNESCO (1995). *La Calidad en Educación Superior*. Disponible en: [www.Google.com](http://www.Google.com).
- [Universidad de Cienfuegos (2004)]. Gestacad 1.1: Gestión Académica Universitaria. Caliserv 1.0. (Información en línea) en [www.umcc.edu/Ciudad/Institución/InHistoria](http://www.umcc.edu/Ciudad/Institución/InHistoria).
- [Universidad Pedagógica Libertador (2005)]. *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: Edc. U.P.E.L.
- [Yajure,O.(1999)].*PropuestaAlternativa de CapacitaciónTecnológica y Gerencial*

*para la Docencia Universitaria de los  
I.U.T. dependientes del Ministerio de  
Educación. Barquisimeto:* Ed. Instituto

Universitario de Tecnología “Andrés  
Eloy Blanco”.



---

# EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA A TRAVÉS DEL LENGUAJE DE SEÑAS VENEZOLANO

Colmenares<sup>1</sup> P. y Vizcaya<sup>2</sup> T.

<sup>1</sup>UPTL Andrés Eloy Blanco

<sup>2</sup>UPEL Luis Beltrán Prieto Figueroa

pecova\_24@hotmail.com

## Resumen

Ante la carencia de señas especializadas para la enseñanza y aprendizaje de la Química, se diseñó un recurso educativo que incorpora algunas de éstas con esa finalidad. El estudio se fundamentó en una investigación de campo, de carácter descriptivo y se tipifica como un proyecto especial. El recurso electrónico educativo fue diseñado a partir de las teorías cognoscitivista y constructivista a través de las imágenes y complementariamente usa la traducción simultánea del mensaje a través del lenguaje de señas venezolano permitiendo la fácil comprensión de la clasificación de la materia dentro del universo.

**Palabras clave:** educación especial, lenguaje de señas, química.

## Introducción

Ya en la antigüedad, las personas con alguna discapacidad eran juzgadas debido a sus condiciones físicas y motoras, esta condición se había materializado en tratamientos especiales, a menudo lejanos de la vida social ordinaria, en un modelo que atribuía a determinada minusvalía física la condición de enfermedad. Actualmente el modelo social subraya en cambio, que la discapacidad es un tipo particular de relación social y que estas personas padecen las limitaciones y los prejuicios creados por la sociedad. En este mismo orden de ideas, es oportuno señalar que para una verdadera integración de los discapacitados a la sociedad, ellos no sólo deben aspirar a poseer los mismos derechos y deberes que el resto de los

ciudadanos como: el derecho al trabajo, la salud, la educación, el deporte, la recreación y la cultura, sino que, además, deben erradicarse las barreras físicas y mentales que puedan existir en torno a los discapacitados.

Para favorecer la expresión de sus derechos, los videos proporcionan a los alumnos con discapacidad auditiva una amplia selección de herramientas tecnológicas con variedad de aplicaciones diversas, que pueden transformarse en una herramienta imprescindible que permite a los alumnos poder superar barreras especiales, facilitar la autonomía personal, compensar en alguna forma las dificultades de memoria y razonamiento e incorpore a los jóvenes especiales a la educación formal.

Para tratar de subsanar en parte la

carenica detectada de este recurso de aprendizaje, se realizó una investigación enfocada en la ventaja de proporcionar un prototipo de video educativo para la enseñanza de la Química.

Por ello se concibió este producto como un recurso tecnológico que dará una opción a los estudiantes, de visualizar la Química a través de imágenes, figuras en movimiento y adicionalmente el lenguaje de señas, permitiendo superar las barreras especiales, facilitando la autonomía personal, y compensar en alguna forma las dificultades de memoria y razonamiento. Para esto se trazó como objetivo formular un modelo de video educativo que incorpore señas en el lenguaje venezolano, como recurso para la enseñanza y el aprendizaje de la Química.

El video empleado adecuadamente en las clases es un medio extraordinario en la presentación de información, así que para mejorar el proceso educativo de los alumnos, se necesita que adquieran los conocimientos requeridos por la sociedad actual, donde la informática y los recursos multimedia juegan un papel de primer orden.

Igualmente, la creación de recursos didácticos a partir de la ayuda de las tecnologías de información y comunicación (TIC), permite en los estudiantes con discapacidad auditiva y de lenguaje, crear y organizar su propio conocimiento además de estimularlos a pensar cómo representar una idea a través del lenguaje de señas, cómo establecer relaciones entre ellas y cómo unir diferentes representaciones de las mismas. A su vez el profesor, cede parte de su responsabilidad al alumno,

pues éste guía y controla su proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **Sustentación teórica**

Como objeto de interés de otros investigadores, se reseñan los aspectos principales que fundamentan el presente trabajo.

### **Recursos**

Los recursos son considerados como todos aquellos medios empleados por el docente para apoyar, complementar, acompañar o evaluar el proceso educativo que dirige u orienta. Los recursos didácticos abarcan una amplísima variedad de técnicas, estrategias, instrumentos, materiales, que van desde la pizarra y el marcador hasta los videos y el uso de Internet. (Grisolía s/f)

Así mismo, el citado autor, sostiene que los recursos se consideran como múltiples medios y vías que permiten el logro de los objetivos y a la vez son estímulos que favorecen la participación activa de los educandos.

Igualmente Marqués (2001), plantea que un recurso “es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo: un libro de texto o un programa multimedia que permite hacer prácticas de formulación química”. (pág. 214).

El recurso didáctico es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas se pueden utilizar en una situación de enseñanza y aprendizaje. Un video para aprender qué son los volcanes y su dinámica será un material didáctico (pretende enseñar), en cambio un video

con un reportaje del National Geographic sobre los volcanes del mundo a pesar de que pueda utilizarse como recurso educativo, no es en sí mismo un material didáctico ya que sólo pretende informar. Componentes de los recursos tecnoeducativos.

Marqués (ob. cit.), plantea 4 grandes componentes que se visualizan en un recurso:

Sistema de símbolos: textuales, icónicos, sonoros.

El contenido material (software): los elementos semánticos del contenido, su estructuración, los recursos didácticos, la forma de presentación y el estilo.

La plataforma tecnológica (hardware): sirve de soporte y facilita el acceso al material

El entorno de comunicación: proporciona determinados sistemas de mediación

El mismo autor plantea que existen varios tipos de recursos didácticos, a saber:

Materiales convencionales: no son más que materiales impresos y fotocopiados, materiales de imagen fija no proyectados, tableros didácticos y otros como juegos, materiales de laboratorio

Medios Audiovisuales: se refieren a proyección de imágenes fijas como diapositivas, transferencias, materiales sonoros tales como radios, discos, CD, materiales audiovisuales en los cuales están presentes TV, videos, montajes

Nuevas Tecnologías: representado por los programas informáticos, servicios telemáticos y video interactivos.

### **Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)**

La Fundación Bolivariana de Informática y Telemática (FUNDABIT, 2008) define

las tecnologías de la información y la comunicación como el conjunto de servicios, redes, software y aparatos que tienen como fin el mejoramiento de la calidad de vida de las personas dentro de un entorno, y que se integran a un sistema de información interconectado y complementario. Esta innovación serviría para romper las barreras comunicacionales que existen entre los individuos.

Según el Programa de las Naciones Unidas (PNUD, 2002), las TIC con definidas como el universo de dos conjuntos, representados por las tradicionales Tecnologías de la Comunicación (TC) (constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía convencional) y por las Tecnologías de la información (TI) caracterizadas por la digitalización de las tecnologías de registros de contenidos (informática, de las comunicaciones, telemática y de las interfaces).

Por su parte Miratia (2005), hace referencia a las TIC como tres grandes sistemas de comunicación: el video, la informática y la telecomunicación, los cuales abarcan los siguientes medios: el video interactivo, el videotexto, el teletexto, la televisión por cable y satélite, la web con sus híper documentos, el CDROM, los sistema multimedia, la teleconferencia en sus distintos formatos (audio conferencia, videoconferencia, conferencia por computadora y teleconferencia desktop, los sistemas expertos, la realidad virtual, la telemática y la tele presencia.)

Es así como Rosado (2005), la define como el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción,

almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de información, en forma de voz, imágenes, videos, sonidos, animación y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética componentes y todos los procedimientos asociados con el procesamiento de data. (pág. 230)

Como todo recurso pueden apreciarse ventajas y limitaciones en su uso. Entre las ventajas que ofrece el uso de las TIC a los estudiantes durante el aprendizaje autónomo se pueden indicar el interés de los estudiantes al utilizar los recursos TIC y la motivación usada como motor del aprendizaje, ya que incita a la actividad y al pensamiento (ob. cit.). Por otro lado, actúa igualmente la interacción continua o actividad intelectual, el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje a partir de los errores. De la misma manera activa el aprendizaje cooperativo facilitando el trabajo en grupo y el cultivo de actitudes sociales, el intercambio de ideas y el desarrollo de la personalidad. Fomenta en alto grado la interdisciplinariedad, mejora de la expresión y creatividad, facilita el acceso a mucha información de todo tipo y por último coadyuva a una auto evaluación, puesto que la interactividad que proporcionan las TIC pone al alcance de los estudiantes múltiples materiales para la auto evaluación de sus conocimientos.

Respecto a las limitaciones que se pueden encontrar, se tiene a las distracciones (jugar en vez de trabajar), dispersión (desviarse de los objetivos de su búsqueda), pérdida de tiempo, informaciones no fiables, parciales, equivocadas, obsoletas y dependencia

de los demás.

### **Discapacidad auditiva y de lenguaje**

El término sordomudo, es un estigma con el que la sociedad ha definido tradicionalmente a las personas sordas. Responde a la idea de una supuesta incapacidad de las personas sordas para comunicarse por medio de una lengua. Sin embargo, las personas sordas tienen una lengua propia, la lengua de signos, y mediante una educación adecuada pueden acceder a la lengua oral en sus formas escrita y, en función de las circunstancias individuales, hablada. Por tanto, la expresión *muda* es incorrecta. La Organización Mundial de la Salud (2006), concluye que para este tipo de estudiantes existen aparatos que permiten amplificar el sonido; también pueden proporcionárseles, en pantallas de televisión o monitores, textos que reproduzcan de forma escrita el mensaje oral. Muchos alumnos con sordera o con dificultades auditivas utilizan el lenguaje de signos mientras que otros aprenden a leer en los labios del emisor. Algunos alumnos reciben implantes cocleares en el caracol de su oído, consistentes en unos receptores que les permiten oír los sonidos con distintos grados de intensidad.

### **El Lenguaje de señas venezolano**

En Venezuela viven varios miles de personas con discapacidades auditivas al respecto Montenegro, (2009) cita “cuya primera lengua es una lengua de señas, esto es, una lengua que se habla con las manos y las expresiones y posturas del cuerpo y de la cara. Tal lengua viene siendo llamada, desde hace más de una década, lengua de señas venezolana (LSV). La LSV tiene una gramática y un

vocabulario propios, que la diferencian de las lenguas de señas de otros países". (pág.250)

En 1999, tal como lo señala Mendoza (2009) "después de un intenso cabildeo de las asociaciones de Sordos de toda Venezuela, los legisladores incluyeron dos menciones a la LSV en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela: el artículo 81 reconoce el derecho de las personas sordas a comunicarse por medio de la LSV, mientras que el 101 establece que ese grupo de personas tiene el derecho de ser informado, en su lengua, a través de la televisión pública y privada". (pág. 86)

El estatus de la LSV permanece, sin embargo, en una posición jurídica inferior a la de las lenguas reconocidas oficialmente por la Constitución. En su artículo 9, se le concede estatus de "lenguas oficiales" al castellano (en toda la república) y a las lenguas indígenas (en sus territorios ancestrales). A la LSV no se le otorga tal reconocimiento. En su redacción actual, sólo se concede el derecho a su uso.

#### **Características del lenguaje de señas.**

Poseen una fonología abstracta, llamada en este caso queirología, analizable en términos formales en rasgos de posición, orientación, configuración, en un modo análogo a como son analizados los fonemas de las lenguas orales (García Benavides, 2004). Además la realización de cada signo está sujeta al mismo tipo de variedad que los sonidos de las lenguas orales (variación dialectal, asimilación, cambio lingüístico).

Poseen una sintaxis que obedece los mismos principios generales que las

otras lenguas naturales, y tienen algunos mecanismos de formación de palabra productivos que permiten afirmar la existencia de procesos morfológicos.

La adquisición de una lengua de señas por parte de bebés (sordos u oyentes) sigue un proceso paralelo a la adquisición de una lengua oral por parte de un niño oyente. Existen comunidades estables de hablantes, cuya lengua presenta tanto variaciones dialectales, modismos propios de cada comunidad, y está sujeto al mismo tipo de cambio lingüístico universalmente detectado en todas las lenguas naturales (las lenguas artificiales carecen de estas características).

Las lenguas de señas, al igual que las orales, se organizan por unidades elementales sin significado propio (lexemas).

#### **Abordaje metodológico**

Este trabajo se ubica en la categoría de proyecto social pues intenta mejorar las capacidades educativas de alumnos con discapacidad auditiva y de lenguaje.

De acuerdo con lo descrito en el Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales de la UPEL (FEDUPEL, 2008) el estudio se tipifica como un proyecto especial y se enmarcó dentro de una investigación de campo, ya que la data se recogió de manera directa de la realidad en su ambiente natural concordante con lo expresado por Hernández, Fernández y Baptista (2003).

La población considerada para esta investigación estuvo referida a los sujetos involucrados directamente en el área de estudio y en este caso a un número de 44 personas incluyendo alumnos con discapacidad auditiva y de lenguaje y

docentes del área de Química. En este caso por tratarse de una población muy pequeña se planificó trabajar con el 100 % de los sujetos involucrados.

El proyecto se desarrolló en tres fases: estudio diagnóstico de la necesidad del modelo, diseño del video didáctico y validación del prototipo, con la finalidad de cumplir con las características referidas para este tipo de investigación.

## **Resultados y Discusión**

El modelo diseñado como formato de video didáctico fue sometido a experticias por parte de árbitros con experiencia en la realización de recursos audiovisuales con el contenido químico tratado y en la praxis pedagógica.

Para recoger su opinión sobre el video presentado se realizó un instrumento de validación contentivo de veintitrés (23) ítems redactados como afirmaciones bajo una escala de apreciación de tres niveles. El conjunto de ítems se agruparon en tres grandes secciones, a saber: Aspectos Fundamentales, referido a la utilidad del prototipo, Aspectos Técnicos, en la cual se evaluaron características como secuenciación, organización y uso de lenguaje de señas y por último la sección que evaluó los Aspectos Pedagógicos que indagaban sobre la motivación, congruencia de actividades y relación con el objetivo planteado. Los expertos presentaron su opinión en el mismo instrumento y finalmente expresaron su valoración global sobre el video.

Se pudo observar cómo los árbitros evaluadores del prototipo coinciden en considerar con una muy buena aceptación del mismo respecto a su utilidad. La presentación del recurso

educativo es bien acogida por los expertos, toda vez que conlleva a suministrar este material a una población que lo demanda y necesita para su formación académica integral, máxime si se analiza su condición especial y al parecer escasamente considerada para la producción de recursos educativos *sui generis*.

Sobre la calidad pedagógica del prototipo diseñado, los árbitros coinciden al opinar que se conservan las cualidades sobre la finalidad educativa, su motivación y la coherencia de intención y logro en el producto final. Esta apreciación es de sumo valor, puesto que aun cuando el objetivo primordial era diseñar un producto inexistente para la población con esta discapacidad, el mismo tenía que conservar los valores fundamentales considerados para un recurso educativo. Es decir, debía preservar las características de un recurso pedagógico como valor principal y no añadido al mismo. Así coincidieron los árbitros al considerarlo un recurso óptimo en este sentido.

## **Conclusiones**

Al finalizar las actividades inherentes a la investigación se detectó la necesidad de incorporar nuevas señas al lenguaje venezolano para la enseñanza y el aprendizaje de la Química en estudiantes con discapacidad auditiva. En concordancia con lo indagado se presentan unas nuevas señas para la enseñanza de la Química adecuadas a las necesidades de la población elegida, para la enseñanza y el aprendizaje de la Química en estudiantes con discapacidad auditiva y de lenguaje. De igual manera

se evidenció a través de la opinión de los expertos que evaluaron el prototipo que incorpora las señas para la enseñanza y el aprendizaje de la Química, indicó que el mismo se considera como un recurso óptimo para estos estudiantes.

En función de ello se recomienda entonces que se considere el recurso realizado en futuras actividades guiadas, que permitan explicar temáticas completas de la Química y no por fragmentos. De igual manera se sugiere registrar y difundir las nuevas señas plasmadas en el video como palabras de la Química aún no conocidas o divulgadas.

## Referencias Bibliográficas

- Díaz, F.; Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista.* (2<sup>a</sup>. ed.). Mc Graw Hill/ Interamericana editores. México.
- FUNDABIT (Fundación Bolivariana de Informática y Telemática), (2008). [en linea] [http://fundabit.me.gob.ve/index.php?option=com\\_content&task=view&id=196&Itemid=80](http://fundabit.me.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=196&Itemid=80). [en linea ] Recuperado el 08 de mayo de 2010
- García Benavides, I. (2004). *La Lingüística en el lenguaje de señas.* [en linea] <http://www.espaciologopedico.com /articulos/articulos2.php ?Id articulo =662>. Recuperado el 08 de mayo de 2010
- Grisolía, M. (s/f). *Recursos Didácticos.* [en linea] <http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri/recursos.php>. Recuperado el 08 de mayo de 2010
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación.* México; Mc Graw Hill.
- Latorre, A., Del Rincón, D. y Arnal, J., (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa.* Edición Hurtada, Barcelona. España.
- Marqués, P. (2001). *Los medios didácticos.* [Documento en línea] [en linea] <http://peremarques.pangea.org/medios.htm> [Consulta: 2010, mayo 08]
- Mendoza, J. (2009). *La lengua de seña como código de comunicación para las personas sordas.* Documento en línea] Disponible en [www.unellez.org/jhofrym/weblog/1059.html](http://www.unellez.org/jhofrym/weblog/1059.html) Recuperado el 08 de mayo de 2010
- Miratia, T. (2005). *La Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación, publicado en la revista n°4 de INFOBIT. p 12 y 13.* [Artículo en línea] Disponible en [http://portaleducativo.edu.ve/index.php?option=com\\_content&task=view&id=876&Itemid=69](http://portaleducativo.edu.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=876&Itemid=69). [Consulta: 2010, mayo 08]
- Montenegro, L. (2009). *Lengua de señas venezolana (LSV).* [en linea]<http://tecnologiaeducativa.portafolioseducativos.org.ve/te/?p=533&wscr=1280x800>. [en linea ] Recuperado el 08 de mayo de 2010
- Organización Mundial de la Salud (2006). *Clasificación de las discapacidades.* [en linea] <http://www.scribd.com/doc/4778947/Clasificaciones-de-las-Discapacidades-OMS> Recuperado el 08 de mayo de 2010
- Programa de las Naciones Unidas (2002). *Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela TIC.* [en linea] Disponible en <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr1991/>. [Consulta: 2010, mayo 08]
- Rosado, A. (2005). *El uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación En la educación superior:*

*El desafío del aula multimedia uam-universia.* Universidad Autónoma Metropolitana. [en línea] Disponible en

[http://multimedia.xoc.uam.mx/docs\\_inv/eldasfio.doc.pdf](http://multimedia.xoc.uam.mx/docs_inv/eldasfio.doc.pdf). Recuperado el 08 de mayo de 2010

---

# **PROTOTIPO INALÁMBRICO DE ELECTROMIOGRAFÍA PARA EL ANÁLISIS CLÍNICO DE LA MARCHA DE PACIENTES HEMIPLÉJICOS**

Ubaldo, R. Padilla, L.

Departamento de Tecnología Industria, Universidad Simón Bolívar,  
ubaldorpl@yahoo.com

## **Resumen**

En el Laboratorio de Marcha del Hospital Ortopédico Infantil (HOI), se aplica un método científico de evaluación, diagnóstico y tratamiento de la marcha Hemipléjica Espástica (HE), allí se recopilan los registros físicos articulares, antropométricos, cinemáticos, cinéticos y electromiográficos del paciente. La electromiografía mide y registra la actividad muscular durante la marcha. El Laboratorio de Marcha evalúa y registra la actividad de los músculos de los miembros inferiores. Sin embargo, en muchísimas oportunidades la recepción de las señales es tan deficiente que se prescinde de ella, generándose reportes incompletos. Que estos dispositivos son de tecnología cerrada cuya solución es crear un circuito con tecnología abierta y empleando para su transmisión inalámbrica, tecnología ya disponible como Bluetooth. Esta investigación es un proyecto en desarrollo y en la fase de simulación, que propone analizar el contexto de evaluación, diagnóstico y tratamiento de la marcha, especialmente la marcha HE, para proponer un circuito electrónico electromiográfico, no invasivo, con dispositivos asequibles en el mercado, basado en tecnología local y bajo costo, complementado con Bluetooth. Se utiliza Proteus (Labcenter Electronics) y CircuitMaker Protel International.

**Palabras clave:** prototipo inalámbrico, análisis clínico, hemiplejia, espástica.

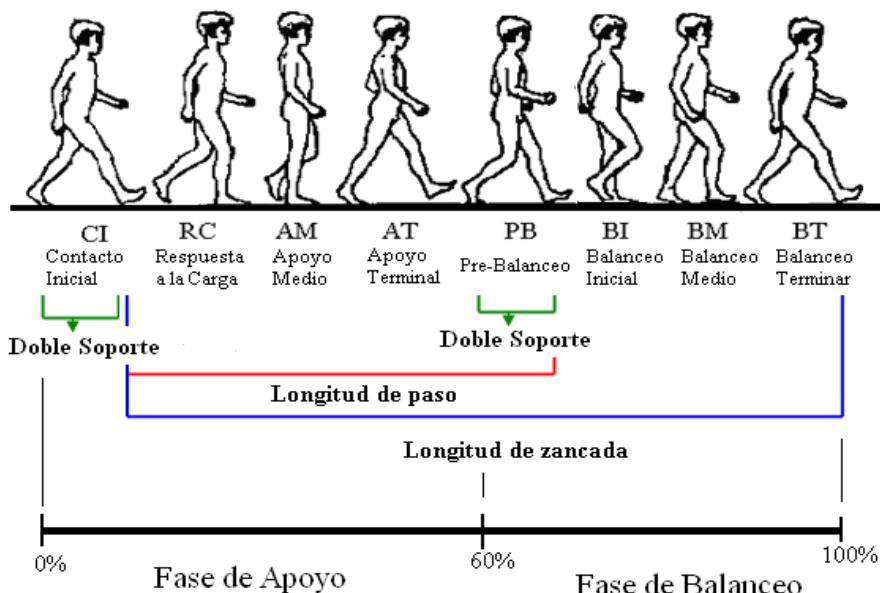
## Introducción

La marcha normal se caracteriza por estabilidad durante el apoyo, paso libre del pie en balanceo, preparación adecuada del pie para el contacto inicial, longitud adecuada del paso y conservación de la energía, [Proubasta *et al.*, (1997)]. Las enfermedades neuromusculares como la Parálisis Cerebral (PC) alteran estos requisitos. La Hemiplejia Espástica (HE) es una secuela de la PC que se caracteriza por músculos tensos y espasmos exagerados que afecta la cara, el tronco, el brazo y la pierna de un mismo lado del cuerpo. La marcha HE es tratada y clasificada en términos del miembro inferior afectado [Gage *et al.*, (1991)]. La interpretación de los registros obtenidos en el Análisis Clínico de la Marcha (ACM), facilita el estudio y comprensión de los efectos patológicos neuro-músculo-esquelético que la afectan. Perry *et al.*, describe la acción muscular de las articulaciones del miembro inferior desde las regiones distales a las proximales. La electromiografía se utiliza para medir la actividad muscular durante un movimiento. [Perry *et al.*, (1992)] utilizó la electromiografía para investigar la deformidad del pie equino forzando la dorsiflexión cuando se extiende la rodilla. [Hoffer *et al.*, (1974)] utilizó la electromiografía en la planificación del tratamiento de niños con pie varo espástico. Una señal electromiográfico es la suma algebraica de muchas secuencias repetitivas de potencial de acción que atraviesan numerosos

axones de nervios [Gage y Winter *et al.*, (1980)]. El laboratorio de marcha del Hospital Ortopédico Infantil se cuenta con sensores inalámbricos de señal , pero estos dispositivos son de tecnología cerrada y en muchísimas oportunidades la recepción es deficiente, al punto que en varias oportunidades se prescinde de ella, generando reportes del ACM incompletos. Este inconveniente abre la posibilidad de crear un prototipo de circuito electrónico electromiográfico y tecnología Bluetooth ya existente en Venezuela.

## Fundamentos Teóricos

Análisis Clínico de la Marcha (ACM) Winter, Perry y Posada, dividen el Ciclo de Marcha (CM) en cinco eventos para la Fase de Apoyo (FA) y tres para la Fase de Balanceo (FB), la Figura 1 muestra el ciclo de marcha normal.



**Figura 1.** Fases secuenciales del Ciclo de Marcha.

La Tabla 1 Describe la fase de apoyo subdividida en: Contacto Inicial (CI), Respuesta a la Carga (RC), Apoyo Plantar (AP), Apoyo Medio (AM), Apoyo Terminal (AT) o despegue del

talón, Pre-Balanceo (PB) o despegue de los dedos. La fase de balanceo se subdivide en: Balanceo Inicial (BI), Balanceo Medio (BM) y Balanceo Terminal (BT).

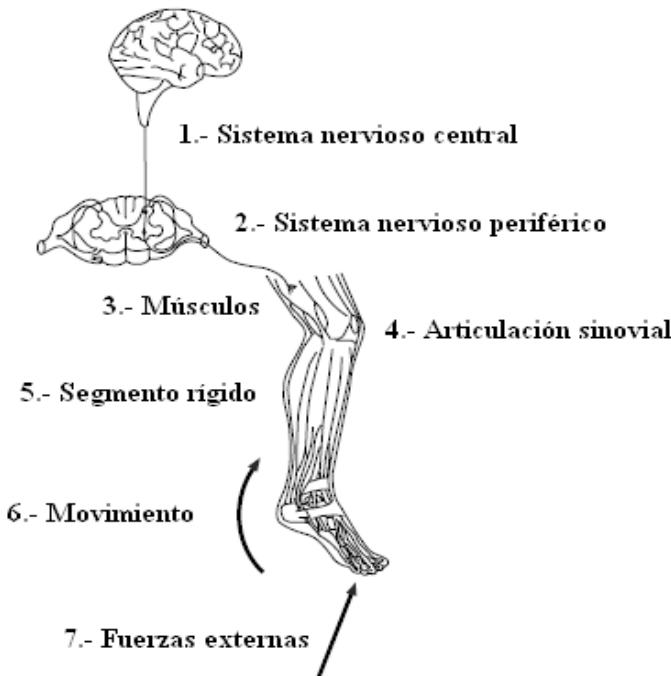
**Tabla 1.** Descripción de los indicadores evaluados

Fases	Sub-división	Descripción	Intervalo
Apoyo (0-60) %	CI	Contacto Inicial (CI)	(0-2) %
	RC	Respuesta a la Carga (RC)	(0-10) %
	AM	Apoyo Medio (AM)	(10-30) %
	AT	Apoyo Terminal (AT)	(30-50) %
	PB	Pre- Balanceo (PB)	(50-60) %
Balanceo (60-100) %	BI	Balanceo Inicial (BI)	(60-73) %
	BM	Balanceo Medio (BM)	(70-85) %
	BT	Balanceo Terminal (BT)	(85-100) %

**Fuente:** elaboración propia.

Según [Vaughan *et al.*, (1999)] la marcha es una relación causa-efecto, se inicia en el cerebro como un impulso del sistema nervioso y viaja a través del sistema

neuromusculoesquelético y termina en las extremidades inferiores con la fuerza de reacción del suelo.



**Figura 2.** Programación secuencia de la marcha

**Músculos Monitoreados por Electromiografía en el Laboratorio de Marcha**

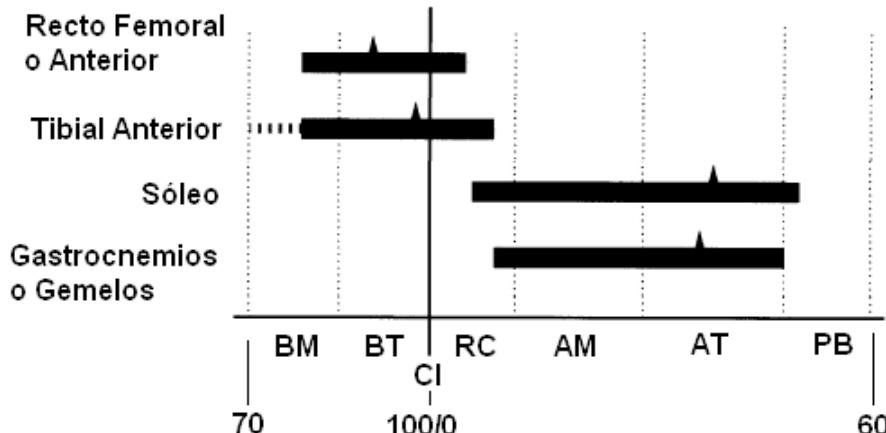
El recto anterior o femoral es un músculo fusiforme y porción del cuádriceps, solo ésta cabeza es biarticular. Se origina en la espina iliaca antero-inferior y se inserta en el borde superior de la rótula, continuando por su cara anterior hasta llegar a la espina anterior de la tibia por el tendón rotuliano. Se inerva por el nervio femoral. Contribuye a flexionar la cadera, con una ligera abducción, y a extender la rodilla. El tibial anterior es un músculo grueso y carnoso palpable, se ubica en la parte delantera de la tibia. Se origina en la mitad superior de la tibia por debajo de la rodilla y se inserta en

el cuneiforme medio y base del primer metatarsiano rodeando el escafoides. Se inerva por la rama profunda del nervio peroneo. Controla el descenso del pie al andar después de apoyar el talón. El sóleo es un músculo grueso y fusiforme situado en la parte posterior de la porción inferior de la pierna, se fija a la vez en la parte superior de la tibia y en el peroné, y en el arco tendinoso que conecta ambas cabezas. El tendón del sóleo se combina con el gastrocnemio para formar el tendón de Aquiles, la cual se inserta en la parte media del calcáneo. El sóleo está inervado por el nervio tibial, este músculo se utiliza para extender el tobillo o levantar el cuerpo. La contracción continua del sóleo evita

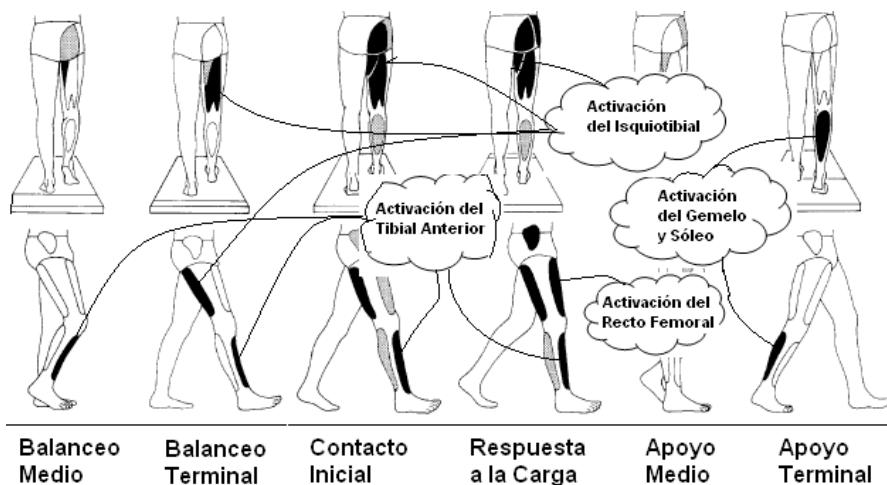
que el cuerpo se caiga hacia delante cuando se permanece de pie.

### La electromiografía de la activación muscular

En la Figura 3 se aprecia según [Perry *et al.*, (1974)], la activación muscular (línea gruesa en negro) del Recto Femoral y del Tibial Anterior casi al final de la sub-fase de BM, en todo el BT y al principio de RC. El sóleo y los Gemelos se activan al final de RC y en todo el AM y AT [3].



**Figura 3.** Activación muscular en determinadas subfases de la Marcha Normal



**Figura 4.** Expresión gráfica de la activación muscular durante la marcha

En un esfuerzo para visualizarlo mejor, la Figura 4,muestra esquemáticamente el músculo activado en color negro en cada uno de las sub-fase de la marcha. Según [Perry *et al.*, (1974)] la técnica de

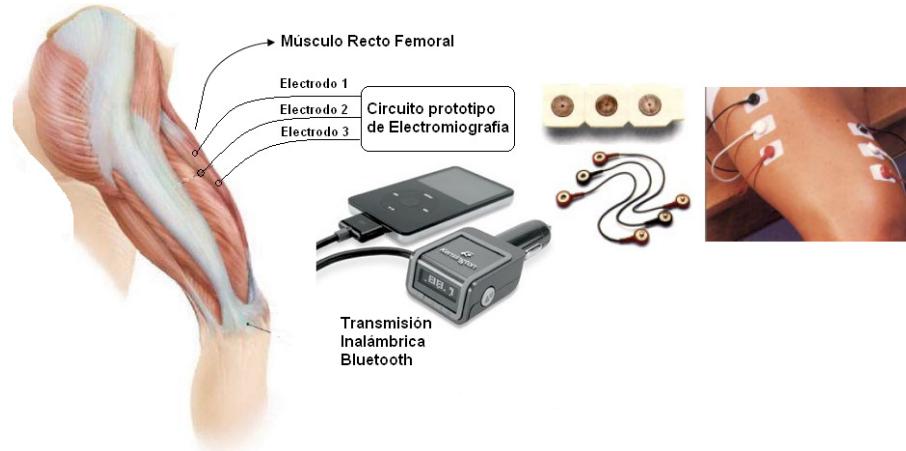
medición electromiográfico tiene rangos de voltajes de medición muy pequeños y frecuencia hasta cerca de 10 Kiloherzio, el método de adquisición es no invasivo, tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Descripción de los indicadores evaluados

Técnica de medición	Rango de medición	Rango de frecuencia (Hertz)	Sensor estándar
Electromiografía (EMG)	0,1 – 5 mVoltios	50 – 10.000	Superficial no invasivo

**Fuente:** Elaboración propia.

### Circuito electrónico electromiográfico

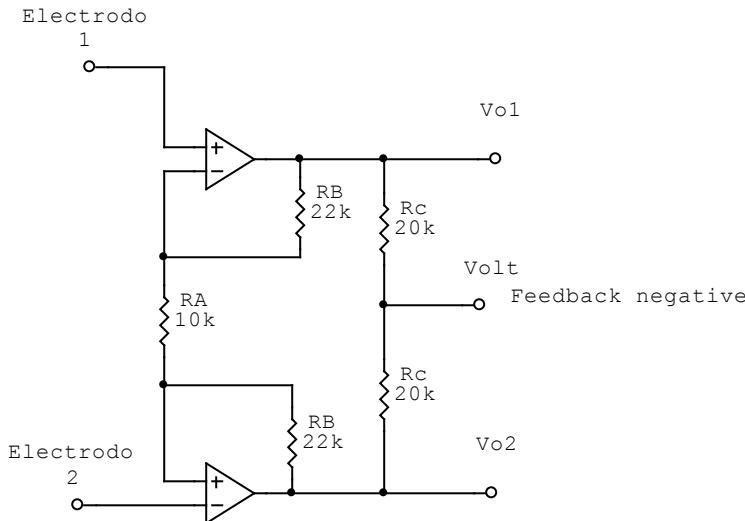


**Figura 5.** Esquema gráfico para monitorear el músculo Recto Anterior

### Amplificador de Instrumentación

Esta primera etapa, mostrada en la Figura 6, tiene la finalidad de no cargar el circuito de la red al paciente, su diseño debe corresponder para una Razón de Rechazo de Modo Común (RRMC) elevado. La RRMC es el cociente entre la ganancia diferencial y la ganancia

de modo común Cuando la RRMC es alta, la señal de activación muscular se amplificará mucho más que la señal modo común.

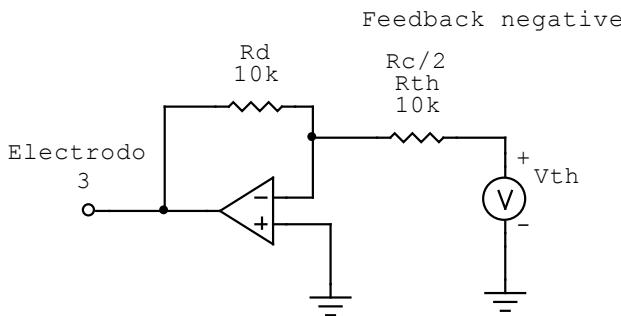


**Figura 6.** Esquema de circuito amplificador de instrumentación

### Amplificador de Realimentación negativa

La realimentación negativa polariza el músculo y disminuye la señal de modo

común a la entrada del amplificador de instrumentación, este circuito de realimentación se muestra en la Figura 7.

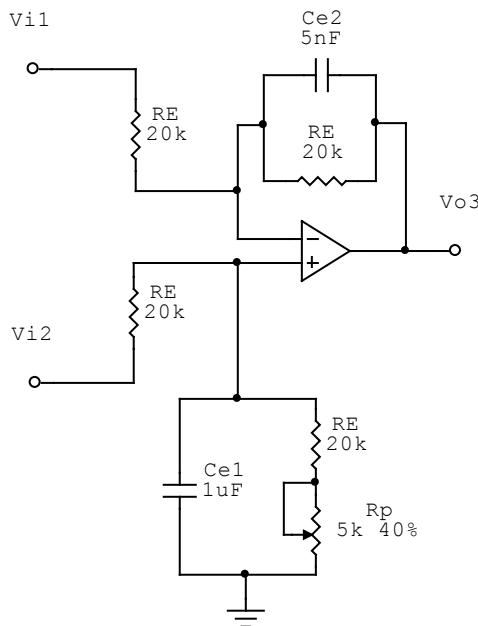


**Figura 7.** Esquema de circuito amplificador de realimentación

### Amplificador diferencial

El amplificador diferencial en la Figura 8, además que permite obtener la diferencia entre las dos entradas, con alta relación de rechazo de modo común aceptable,

tiene etapas limitadoras de frecuencial en la banda de interés electromiográfico.

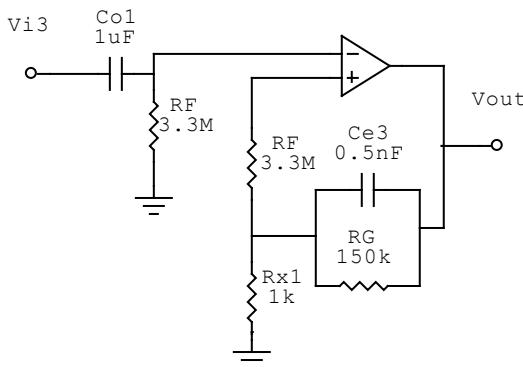


**Figura 8.** Esquema de circuito amplificador diferencial

#### Amplificador de salida

En la Figura 9, se presenta el circuito de salida configurado como amplificador no inversor, la señal se introduce a través del capacitor de desacople en la entrada,

el cual ayuda eliminar la componente de continua, circuitos RC permiten filtrar la señal en la banda de frecuencia de interés.

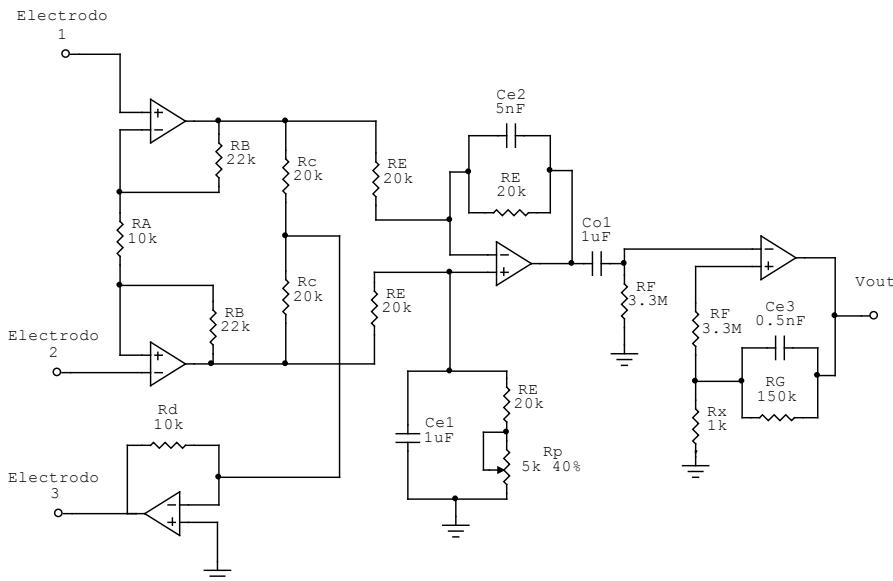


**Figura 9.** Esquema de circuito amplificador de salida

## Círculo electrónico de Electromiografía con Amplificadores Operacionales

El circuito analizado por parte corresponde

a una modificación realizada al circuito propuesto por Webster (2010) el circuito acoplado se muestra en la Figura 10.



**Figura 10.** Esquema de circuitos acoplados

### Objetivos

Identificar y conocer los músculos de los miembros inferiores más importantes para ser evaluados en el proceso de Análisis Clínico de la marcha

Implementar un prototipo de circuito electromiográfico para la visualización las señales de activación músculo-esquelético y luego transmitirla inalámbricamente vía Bluetooth para su procesamiento.

Evaluar y comparar los registros obtenidos de la actividad de grupos musculares a través del circuito prototípico, con los registros conocidos de dicha actividad en pacientes normales.

### Materiales y Métodos

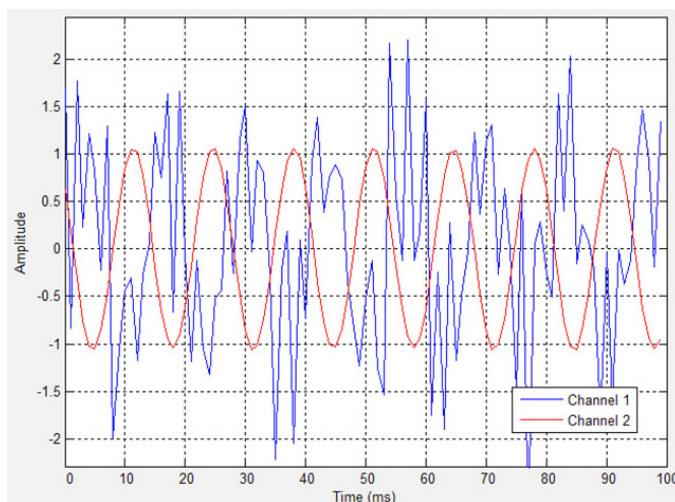
Inicialmente se procede a conocer el contexto del análisis clínico de la marcha siguiendo el protocolo establecido los Laboratorios de Marcha.

Se recopilan las estrategias de interpretación de los Expertos (Médicos Traumatólogo Ortopedista, Fisioterapeuta e Ingenieros Biomédicos) para analizar los registros electromiográficos de paciente normales. Se determina los circuitos electrónicos de electromiografías apropiados y factibles para ser diseñados y la tecnología existente para transmitirla inalámbricamente.

## Resultados y Discusión

Fueron realizadas pruebas de simulación utilizando Proteus (Labcenter Electronics), en las etapas acopladas de todos los circuitos. Se aplicó una señal con amplitud y frecuencia dentro del rango de una señal de activación muscular. Una vez que se realice el montaje en físico de los circuitos se realizaran los ajustes necesarios y utilizando electrodos superficiales se

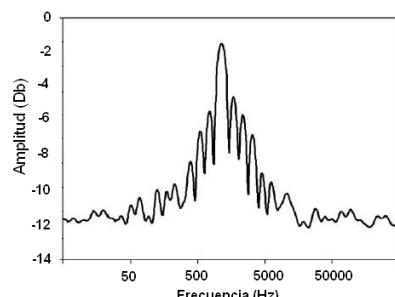
harán la pruebas de activación muscular en pacientes con marcha normal. Luego se implementará la transmisión en Bluetooth, de manera que el paciente pueda desplazarse cómodamente durante la marcha. Una vez que se tenga un prototipo capaz de registrar la activación electromiográfica de pacientes normales, se tendrá la capacidad de registrar la activación del mismo en de pacientes hemipléjicos.



**Figura 11.** Esquema de circuito amplificador de instrumentación

En una segunda evaluación simulada se verificó que el ancho de banda de dispositivo se encuentre dentro del

rango de frecuencias de las señales de activación muscular.



**Figura 12.** Esquema de circuito amplificador de instrumentación

## Conclusiones

La simulación de los circuitos acoplados, se realizó verificando la respuesta temporal con una señal dentro del rango de amplitud y frecuencia electromiográfica. Igualmente, se verificó la respuesta en frecuencia, al excitar el circuito con señales de diferentes valores de frecuencia y amplitud constante de 5mili-voltios (mVolt.), se tomó nota de la frecuencia y la amplitud de la señal de respuesta. La amplitud de la señal de respuesta se normalizó a la amplitud máxima de 5mVolt, para luego poder expresarla en unidades relativas de decibelios aunque la respuesta temporal presenta distorsión (Figura 11), el prototipo de circuito inalámbrico es un sistema causal dado que se obtiene una respuesta solo cuando es excitado por una señal de entrada dentro del rango y de respuesta es el conjunto de componentes de señales sinusoidales de Fourier que permiten reconstruir la señal de entrada. La respuesta en frecuencia (Figura 12) determina que el ancho de banda en frecuencia se ubica dentro de una señal electromiográfica. El ancho de banda puede ser modificado ajustando la frecuencia de corte de los dispositivos RC del circuito.

## Agradecimiento

Al Doctor Carlos Prato y todo el personal Especializado en Rehabilitación del Laboratorio de la Marcha del HOI, por colaborar con su experiencia en los conocimientos de la marcha humana.

## Referencias Bibliográficas

- Gage, J.(1991) "Gait Analysis in Cerebral Palsy". Mac Keith Press Ltd., Netherhall Gardens The Spastics Society. First Published New York. Pág 101-132.
- Hoffer, M. M., Reiswig: J. A., Garrett, A. M., Perry, J. (1974) 'The split anterior tibial tendon transfer in the treatment of spastic varus hind foot of childhood.' Orthopedic Clinics of North America, 5, 31-38.
- Perry, J.(1992). Gait Analysis, Normal and Pathological Function. McGraw-Hill, 2nd Edition, USA .
- Posadas, Alfredo, Rupcich, Marcel, Bravo, Ricardo, Urbano, Danirida, Barreto, Mariana. X Jornadas Científicas del Hospital Ortopédico Infantil. La Ortopedia Infantil hacia el siglo XXI. Curso Pre-Congreso: Análisis 3D de la Marcha Normal. Del 25 al 28 de Octubre de 2000, Caracas, Venezuela.
- Proubasta, I.; Gil, J. y Planell, J. (1997)"Fundamento de Biomecánica y Biomateriales". Editorial Ergon. 1era Edición. Madrid. Pág 73-269.
- Vaughan, C.; Davis, B. y O.Connor, J.(1999) "Dynamics of Human Gait". Editorial Kiboho. 2era Edición. Cape Town, South Africa.
- Webster, J.(2010) "Médical Instrumentation Applications and Design", Capítulo 3, Amplificadores biopotenciales, Interferencia de equipos Eléctricos, Pág. 249.
- Winters,T., Gage, J. y Hicks, R.(1987) "Gait Patterns in Spastic Hemiplegia in Children and Young Adults". J. Bone Joint Surg Am. Vol 69.pp.437-441, 1987.



---

# CARACTERIZACIÓN INMUNOLÓGICA DE PÉPTIDOS SINTÉTICOS REPRESENTANDO SECUENCIAS NATURALES DE LEISHMANIA spp

Télles-Quintero Senobia, Latorre Lisette, Velasquez Zamira  
Servicio Autónomo Instituto de Biomedicina, Laboratorio de  
Parasitología  
stellesq@gmail.com

## Resumen

El desarrollo de vacunas contra enfermedades producidas por parásitos intracelulares, se recomienda el esclarecimiento de los mecanismos moleculares asociados, particularmente la identificación de péptidos (epítopes de células T) que puedan estimular los receptores de células T. A nivel mundial se realizan múltiples estudios con la finalidad de identificar y caracterizar componentes antígenicos de *Leishmania* que puedan ser utilizados en la detección de la enfermedad y/o en ensayos terapéuticos para prevenir la infección o post-infección. En este sentido y desde hace varios años nuestro laboratorio esta avocado a la búsqueda e identificación de péptidos naturales de *Leishmania spp.* con potencialidad de estimular subpoblaciones de células T productoras de citocinas asociadas con protección de la enfermedad. En estudios inmunológicos previos, utilizando sueros y células mononucleares de sangre periférica (CMSp) de pacientes con *leishmaniasis* y fracciones de péptidos naturales de *Leishmania brasiliensis* (obtenidas en nuestro laboratorio), hemos logrado detectar reactividad importante en dos de las fracciones ensayadas. El objetivo del presente trabajo es la caracterización inmunológica de 4 péptidos sintéticos (representando las secuencias de los péptidos naturales presentes en las fracciones peptídicas señaladas), frente a células y sueros de pacientes con y sin tratamiento. Los resultados mostraron la capacidad de los péptidos de generar la estimulación de CMSp con una respuesta celular Th1. Tres de los péptidos ensayados mostraron la mayor reactividad en los inmunoensayos (Maba y Elisa-péptido), lo que sugiere continuar con ensayos de especificidad serológica con un mayor número de sueros de pacientes y estudios con animales experimentales utilizando los péptidos individuales y mezclas de los mismos para evaluar la posibilidad de su inclusión en ensayos diagnóstico y/o inmunoterapias.

**Palabras clave:** caracterización cronologista, péptido, leishmania spp.

## Introducción

La infección por *Leishmania* constituye un problema de extraordinaria importancia desde el punto de vista de la salud pública, ya que afecta a la población de 88 países de zonas intertropicales y templadas, de los cuales sólo en 40 es de declaración obligatoria, por lo que de los aproximadamente 2 millones de casos nuevos estimados por año, sólo 600.000 se declaran oficialmente. La prevalencia está en torno a los 12 millones de enfermos y la población en riesgo de más de 350 millones de personas (WHO, 2001). El conocimiento de la respuesta inmune en la infección por *Leishmania*, ha sido desarrollado fundamentalmente a partir de modelos experimentales, particularmente en ratones, que permiten conocer el desarrollo de dos subpoblaciones de linfocitos T colaboradores, Th1 y Th2. La identificación de tales subpoblaciones se basa en el diferente perfil 33 de producción de citoquinas que se desencadena ante la estimulación antigénica (Mosmann, *et al.*, 1986, Scott y col., 1991, McSorley y col. 1996, Bourreau, *et al.*, 2001). La interacción entre citoquinas, es uno de los aspectos determinantes de la respuesta inmunitaria y del progreso o no de la infección, se ha sugerido que para la activación de respuestas Th1, es necesaria la presencia de IL-12, mientras para Th-2 se necesita IL-4 para su desarrollo (Babaloo y col. 2001, Nashed y col., 2001). Las proteínas del parásito, juegan un papel fundamental en la respuesta immunológica del hospedero que va a depender principalmente al tipo de moléculas del complejo mayor

de histocompatibilidad (CMH) al que se asocian (Clase I o Clase II), las cuales actúan como proteínas transportadoras y presentadoras de antígeno en la superficie del macrófago para la activación de las células T, siendo esta activación la que desempeña un papel determinante en la respuesta inmunitaria frente a *Leishmania*. En vista de la importancia de esta parasitosis no sólo por su complejidad en la interacción hospedador-parásito, sino por la ausencia de esquemas terapéuticos y/o profilácticos efectivos, se han desarrollado numerosos estudios enfocados hacia la identificación, aislamiento y caracterización de antígenos con potencialidad para ser usados en estos esquemas. En este sentido, el presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar mediante un estudio piloto la caracterización inmunológica de 4 péptidos sintéticos correspondientes a secuencias de péptidos naturales obtenidos previamente en nuestro laboratorio mediante su aislamiento a partir de complejos péptido/CMHII (Liscano y col., 2011). Para ello se utilizaron diversos inmunoensayos como Elisa- Péptido, Multi Antigen Blot Assay (MABA), ensayos de linfoproliferación y detección de citocinas mediante el estímulo de células de sangre periférica provenientes de pacientes con Leishmaniasis cutánea, con el fin de investigar su potencialidad como agentes inmunoprofilácticos e inmunoterapéuticos o como una alternativa en el inmunodiagnóstico.

## Objetivo General

Caracterizar inmunológicamente péptidos sintéticos correspondientes a secuencias de antígenos naturales de *Leishmania spp.*

## Materiales y Métodos

**Población de estudio.** En este estudio se utilizó una muestra de 20 pacientes provenientes de áreas endémicas para Leishmaniasis, con historia clínica y evidencias físicas de lesiones compatibles con la enfermedad y con una prueba de Montenegro positiva. Los individuos que decidieron voluntariamente ingresar al estudio firmaron previamente el consentimiento informado, de acuerdo con los parámetros de la declaración de Helsinki , 1981.

### Parásitos

Como fuente del antígeno total se utilizó la cepa de *Leishmania braziliensis* MHOM/BR/84/LTB300. Los cultivos de parásitos fueron preparados en medio SDM-79 (JRH Biosciences) suplementado con 10% Suero Fetal Bovino, 50 U/mL penicilina (Gibco BRL), se colectaron promastigotes de cultivos de 5 días de crecimiento.

### Péptidos sintéticos

Los péptidos (correspondientes a secuencias naturales), fueron obtenidos mediante su síntesis química con la tecnología t-boc en el Laboratorio de Química de Proteínas del Instituto de Medicina Tropical, Universidad Central de Venezuela como cortesía del Dr. Oscar Noya. Secuencias y pesos moleculares: P1) P-M-P-T-Y-F-Q-Y-F-T-N-A-F-L-G, (2049,26 gr/Mol) P2) K-Y-E-Q-A-D-K-M-Q-R-D-A-L-E-A, (2048,18 gr/

Mol)

P3) L-E-N-Y-A-Y-S-M-K-N-T-V-S-D-T, (1988,08 gr/Mol) P4) Q-V-Q-G-S-W-K-V-T-G-M-M-G-R-I, (1930,17 gr/Mol)

### Multi Antigen Blot Assay (MABA)

En este ensayo se utilizaron 10ug/ml de cada péptido y sueros de pacientes con la enfermedad donados por el Laboratorio de Inmunología II del Servicio Autónomo de Biomedicina- MPPS. El ensayo permite detectar el reconocimiento de los péptidos sintéticos por parte de los anticuerpos específicos de leishmania presentes en el suero de personas infectadas con el parásito Leishmania. Mediante el mismo, se realiza el análisis simultaneo de diferentes antígenos basado en un ensayo dot-blot Elisa y en el cual se distribuyen e inmovilizan los mismos en una membrana de nitrocelulosa. Posteriormente, las tiras conteniendo los antígenos se cortaron perpendicularmente y se exponen a los sueros (diluidos 1:250) por 1 hora a 37°C, se realizaron dos lavados para posteriormente desarrollar el revelado por dos métodos: incubados por 1 hora a 37°C con un Anti IgG Fc Humana de cabra, marcado con peroxidasa (Inmuno Pure), la reacción se reveló en película : Fuji Medical 8 x 10 x Ray Film , equipo KODAK X – OMAT 200 y con un conjugado de Fosfatasa alcalina (Inmuno Pure ®) en un ensayo western blot. La técnica se realiza en un sistema acrílico (Minibloter® 28 S-L Immunetics Inc, Cambridge, MA, USA).

### Elisa-Péptido

El estudio consistió en la determinación de la reactividad de los péptidos al

ser incubados con un pool de sueros de pacientes con Leishmaniasis cutánea de mediante el ensayo de ELISA. Cada uno de los péptidos se evaluó por triplicado, haciendo ensayos de los péptidos solos y con mezclas de ellos. En este caso, el estudio se realizó alterando la superficie de las placas mediante la utilización de una solución de glutaraldehido al 2 %, lo cual favorece la fijación de los péptidos a la placa. Se utilizó un conjugado de Anti IgG humana marcado con peroxidasa (Inmuno Pure ®). Las lecturas fueron realizadas a 492 nm en un espectrofotómetro BIO-RAD Smart-Spect™ 300.

### **Ensayos *in vitro* de proliferación de células T y determinación de citocinas.**

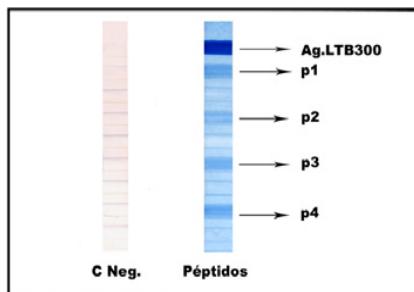
Células de sangre periférica (CMSP) fueron separadas por centrifugación en gradiente de densidad usando Lymphoprep (Nycomed, Oslo, Norway). Para los ensayos de proliferación de CMSP, 2x10<sup>5</sup> células/pozo fueron resuspendidas en medio RPMI 1640 (GIBCO aislely, United Kingdom) suplementado con penicilina/estreptomicina, L-glutamina y 10% de suero fetal bovino (GIBCO), más 1% de medio mínimo esencial, siguiendo con su incubación a 37°C en un ambiente de 95% aire y 5% de CO<sub>2</sub> por triplicado, en placas fondo plano con los péptidos y/o mezclas de péptidos a (5 µg/pozo) por 5 días. Como control positivo se utilizó PHA (5 µg/pozo). Las células se pulsaron con 0,5 µCi /pozo de (3H)-thymidine (Amersham, United Kingdom)

por 18 h de cultivo y la incorporación del marcaje se evaluó mediante un contador de centelleo líquido (LKB Wallac). Los datos se representan como la media de índices de estimulación calculados por división de las medias de CPM de los cultivos estimulados y no estimulados. Las citocinas se midieron en los sobrenadantes de CMSP cultivadas en las mismas condiciones estimulatorias usadas en los ensayos de linfoproliferación previamente descritas, colectados luego de 18, 24 and 72 h de incubación. La producción de citocinas IL-4, IL-12 e INF-γ se determinó mediante ELISA usando el inmunoensayo humano Quantikine (R&D Systems), siguiendo las indicaciones del manufacturador.

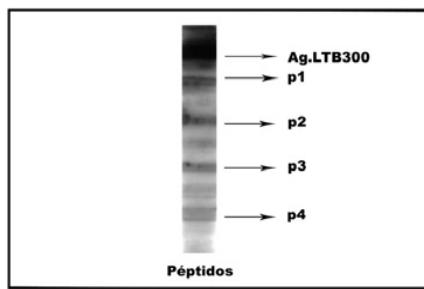
## **Resultados**

### **Multi Antigen Blot (Maba)**

En el caso de los resultados correspondientes al ensayo de Multi Antigen Blot (Maba), los mismos mostraron la reactividad de los péptidos utilizados en este estudio con los anticuerpos específicos presentes en el suero de pacientes, determinándose una importante reactividad con los péptidos 1 y 4 (P1, P4) que muestran una mayor amplitud y definición de las bandas en los dos ensayos realizados. (Figuras 1 y 2).



**Figura 1:** Ensayo de Multi Antigen Blot ( MABA ). Reactividad de los antígenos con un pool de sueros de pacientes con leishmaniasis cutánea. El antígeno total (LTB300) se utilizó como control positivo. A la derecha: péptidos ( p1, p2, p3, p4 ). Izquierda: control negativo. Se utilizó un conjugado de Fosfatasa alcalina (Inmuno Pure ®). Figura escaneada en densitómetro ( BIO-RAD ) Model GS-690 Imaging, a través del programa FotoLook32 V .O9.O2.

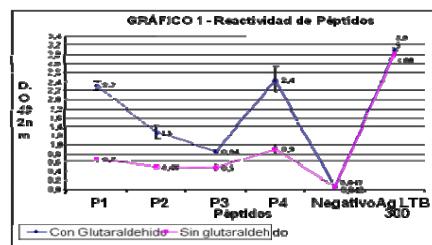


**Figura 2:** Ensayo de Multi Antigen Blot ( MABA ) . La figura muestra la reactividad de los péptidos con anticuerpos específicos presentes en el pool de sueros de pacientes con leishmaniasis, se utilizó como conjugado un Anti IgG Fc Humana

de cabra, marcado con peroxidasa ( Inmuno Pure ®). Revelado en película : Fuji Medical 8 x 10 x Ray Film , equipo KODAK X – OMAT 200

### Elisa–péptido

El ensayo Elisa–péptido, se desarrolló en placas tratadas o no con glutaraldehido. Las mayores reacciones coinciden con las obtenidas en el ensayo de MABA (P1 y P4) a excepción del péptido 3, que resultó menos reactivo que el péptido 2. Se observa mayor reactividad de los péptidos en las placas tratadas con glutaraldehido. Las mezclas M3 y M4 mostraron la mayor reactividad (2,4 y 2,0, respectivamente). El antígeno total (LTB300) no mostró diferencia significativa en su reactividad al utilizar placas tratadas o no con glutaraldehido, resultado esperado dado el número de especificidades antigenicas presentes en el mismo.

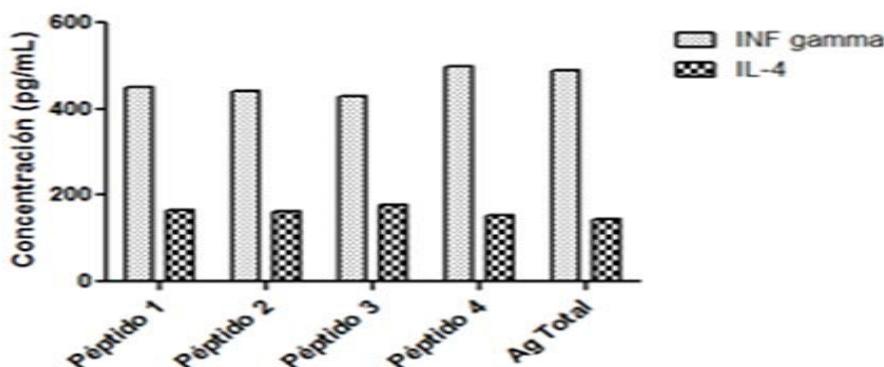


**Figura 1 y 2: Elisa–Péptido.**

Comparación de la reactividad de péptidos individuales y mezclas de péptidos frente anticuerpos específicos presentes en sueros de pacientes con Leishmaniasis cutánea en ensayos de Elisa. Cada uno de los puntos, representan el promedio de tres determinaciones realizadas para cada ensayo por mezcla de péptido.

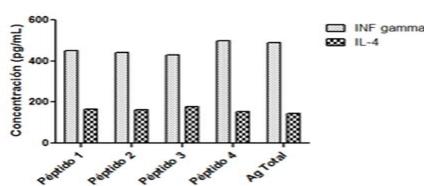
**Ensayo de Proliferación celular.** Los análisis de estimulación de CMSP con los péptidos demostraron la estimulación de todos los péptidos utilizados en el estudio, detectándose la mayor estimulación con el péptido 1

(P1)m, seguido del péptido 3 (P3) y el péptido 2 (P2), mientras el péptido 4 (P4) mostró la menor estimulación. El antígeno total LTB300, mostró la mayor estimulación. (Figura 3).



**Figura 3.** Índice de Estimulación de CMSP: en esta figura se reflejan los índices de estimulación de los cuatro péptidos utilizados (P1, P2, P3 y P4), del Antígeno total utilizado como control positivo y del mitógeno celular PHA, control del método.

**Determinación de citocinas.** Utilizando los sobrenadantes obtenidos a diferentes tiempos post estimulación (18h, 24h y 72h) se evaluó la producción de INF- $\gamma$ , IL-4 e IL12, utilizando un inmunoensayo Quantikine, R & D Systems, siguiendo las indicaciones del manufacturador. Todas las muestras fueron ensayadas por duplicado. No se observaron diferencias significativas de secreción inducidas por los péptidos y la secreción inducida por el antígeno total de Leishmania. (Figura 4).



**Figura 4.** Determinación de citocinas: en la figura se muestran los valores (pg./ml) obtenidos en el ensayo

## Discusión

En el estudio de enfermedades parasíticas y desarrollo de vacunas, es importante identificar péptidos que puedan estimular el receptor de células T (TCR). Numerosos estudios de respuestas de células T, frente a antígenos proteicos desarrollados en

humanos y animales experimentales, han llevado al conocimiento del papel principal que juegan las proteínas del CMH en el control de la respuesta inmune [(Malik y col., (2000), Green y col., (1990), Rogers y col., (2004)]. En humanos, la activación de células T cooperadoras por péptidos enlazados a proteínas HLA, es de primordial importancia para la iniciación de la respuesta inmune. Por ello, el aislamiento y caracterización de péptidos asociados con moléculas del CMH es relevante para el conocimiento de la biología de la presentación antigenica y también para aspectos prácticos con respecto a su uso en sistemas experimentales y clínicos, tales como formulaciones de vacunas y ensayos diagnósticos. En los últimos años, varios grupos han aislado péptidos procesados naturalmente, enlazados a moléculas clase I y clase II, caracterizando los mismos mediante secuenciamiento directo o por analogía a péptidos sintéticos (Demontz, et al., 1989, Rudensky A, Janeway Jr C. 1993, Rötzschke, O., Falk, K. 1994.). Los resultados de estos estudios han proporcionado información precisa sobre los epítopes seleccionados por la célula hospedadora (longitud, secuencia, residuos críticos); sin embargo, la mayoría de los péptidos se han aislado a partir de células B no infectadas experimentalmente, procesados a partir de proteínas propias o del medio de cultivo celular. En el caso de *Leishmania spp.*, se han reportado algunos estudios que demuestran tanto el procesamiento como la expresión del complejo péptido-CMH. Sin embargo, sólo un estudio ha

reportado el aislamiento de péptidos a partir de células presentadoras de antígeno infectadas con *Leishmania spp.* [(Campos Neto, et al., (1995)]. En nuestro trabajo, pionero en los estudios de péptidos sintéticos correspondientes a secuencias naturales de Leishmania, los resultados mostraron en el ensayo de Maba la reactividad de los péptidos utilizados con los anticuerpos específicos presentes en el suero de pacientes con la enfermedad leishmanica. Se detectó la mayor reactividad con los péptidos P2, P4 y P1 tanto en el ensayo de revelado por quimioluminiscencia como en el ensayo de western blot. En ambos ensayos se detectó la mayor reactividad con el antígeno total de Leishmania debido a su condición multiantigenica. Los resultados obtenidos en el ensayo Elisa-péptido, en placas tratadas o no con glutaraldehido sugieren que el tratamiento con glutaraldehido al 2% favorece la fijación de los péptidos a la placa; lo cual se refleja en los mayores valores de reactividad, posiblemente motivado a que el glutaraldehido altera la carga de la placa favoreciendo la fijación de los grupos polares de los péptidos a la misma. Cabe destacar, la ausencia reacciones sinérgicas de reactividad significativa al comparar los resultados entre las mezclas de péptidos y los péptidos individuales. El estudio correspondiente a la proliferación de células mononucleares de sangre periférica (CMSP) mostró que, de un total de 20 pacientes utilizados en el ensayo, provenientes de la consulta clínica para Leishmaniasis del Servicio Autónomo Instituto de biomedicina, el 70% de los pacientes mostraron Índices

de Estimulación importantes con los 4 péptidos utilizados, de estos, 30% respondieron con todos los péptidos. El trabajo mostró que los péptidos ensayados son capaces de generar un estímulo para la producción INF- $\gamma$ , una de las principales citocinas que se asocian con una respuesta de tipo (th1) por parte de linfocitos T CD4. Además cabe destacar, que no se observó diferencia significativa entre la estimulación de la producción de INF- $\gamma$  e IL-4, por parte de cada péptido, con respecto a la producción por parte del antígeno total, este resultado significa que estos péptidos, individualmente, fueron capaces de inducir prácticamente la misma respuesta que el antígeno total, lo que llama mucho la atención si tomamos en cuenta que los péptidos ensayados, corresponden a secuencias de aminoácidos muy pequeñas (entre 12 y 14 residuos), en comparación con el antígeno total. Finalmente, en base a nuestros resultados que mostraron el reconocimiento de los péptidos sintéticos correspondientes a secuencias naturales de antígenos de *Leishmania* por Anticuerpos específicos presentes en sueros de pacientes con Leishmaniasis Cutánea Localizada, se demostró un importante índice de estimulación de la proliferación celular de un 70% de la población en estudio, observándose la mayor estimulación con el péptido 3 (P3), con valores similares al Antígeno total LTB300. Los ensayos de producción de citocinas post-estimulación de las CMSP con los péptidos demostraron la inducción de respuestas inmunes celulares del tipo Th1, detectándose mayores concentraciones de IL12 (datos

no mostrados),  $\gamma$ -INF en comparación con la secreción de IL4 (citocina del tipo Th2). Todo lo anterior, sugiere que estamos en presencia de epítopes restringidos por el CMHII capaces de generar respuestas estimuladoras de tipo Th1 como se observa por la proliferación de células T y producción de citocinas, haciéndose necesaria una muy cuidadosa caracterización inmunológica con un mayor número de sueros de pacientes con las distintas enfermedades leishmanicas para explorar la posibilidad de su inclusión ya sea en esquemas inmunoterapéuticos e inmunoprofilácticos, o bien dado su potencial antigénico, en esquemas del diagnóstico de la enfermedad.

### Agradecimientos

Dr. Oscar Noya, del Instituto de Medicina Tropical, Laboratorio de Química de Proteínas por la síntesis de los péptidos. Este trabajo fue financiado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT, Proyecto S1-2000000460 y Proyecto Iniciativa Científica del Milenio 4572VE, UNDO/World Bank/WHOPrograma especial para la búsqueda y entrenamiento en Enfermedades Tropicales.

### Referencias Bibliográficas

- Babaloo, Z.; Kaye, P.M.; Eslami, M.B. (2001). Interleukin-13 in Iranian patients with visceral leishmaniasis: relationship to other Th2 and Th1 cytoquines. Trans R Soc Trop Med Hyg. 95:85-88.
- Bourreau, E.; Prevot, G.; Pradinaud R. et al. 2001. Interleukin (IL)-13 is the predominant Th2 cytokine in

- localized cutaneous leishmaniasis lesions and renders specific CD4+ T cells unresponsive to IL-12. *J Infect Dis* 183:953-59.
- Campos-Neto, A.; Soong, L.; Cordova, J.L.; Sant'Angelo, D.; Skeiky, Y.A.; Ruddle, N.H.; Reed, S.G.; Janeway, C. Jr.; McMahon-Pratt, D. (1995). Cloning and expression of a *Leishmania donovani* gene instructed by a peptide isolated from major histocompatibility complex class II molecules of infected macrophages. *J. Exp. Med.* 82(5):1423-1433.
- Demontz SA, Grey E, Apella EY, et al. 1989. Characterization of a naturally processed.
- Leishmania* major using peripheral blood mononuclear cells from *Leishmania*-naïve humans. *Am J Trop Med Hyg* 71: 568-576. Histocompatibility Complex Class II Molecules of Infected Macrophages. *J Exp Med.* 182: 1423-1433
- Green SJ, Meltzer MS, Hibbs JB, et al. 1990. Activated macrophages destroy intracellular *Leishmania* major amastigotes by an L-arginine-dependent killing mechanism. *Immunol* 144: 278-282.
- Leishmania donovani* Gene Instructed by a Peptide Isolated from Major MHC class II restricted T cell determinant of hen egg lysozyme. *Nature* 342: 682-684.
- Liscano María Gabriela, Zahira Longa, Mariangela Infante, Senobia Telles. 2011. Evaluación de un método para el aislamiento de péptidos naturales de *Leishmania* spp. *Salus Abril* 15: 1, 41-53
- Malik P. Strominger JL. 2000. Perfusion chromatography for very rapid purification of class I and II MHC proteins. *J Immunol Meth* 234: 83-88.
- Mosmann T.R. Cherwinsky H. Bond M.W. et al. 1986. Two types of murine helper T cell clone. I. Definition according to 154 profiles of lymphokine activities and secreted proteins. *J Immunol* 136:2348-57.
- McSorley S. Proudfoot L. O'Donnell C.A. et al. 1996. Immunology of murine leishmaniasis. *Clin Dermatol* 14:451-64.
- Nashed B.F. Maekawa Y. Takashima M. et al. 2000. Different cytokines are required for induction and maintenance of the Th2 type response in DBA/2 mice resistant to infection with *Leishmania* major. *Microbes Infect* 2:1435-43.
- Rogers KA, Titus, RG. 2004. Characterization of the early Cellular Immune response to .
- Rudensky A, Janeway Jr C. 1993. Studies on naturally processed peptides associated with MHC class molecules. *Chem Immunol* 57: 134-151.
- Scott P. 1991. Host and parasite factors regulation the development of CD4+ subsets in experimental cutaneous Leishmaniasis. *Research in Immunology* 42: 32-36.
- Rötzschke, O., Falk, K. 1994. Origen, structure and motifs of naturally processed MHC class II ligands. *Curr Opin Immunol* 6: 45 - 51.
- WHO Report on Global Surveillance of Epidemic-prone Infectious Diseases. 2010.
- WHO/CDS/CSR/ISR/2000.1



---

# **COMPARACIÓN DEL EFECTO ANALGÉSICO PERIOPERATORIO DE CLORHIDRATO DE MORFINA PERIDURAL Y ENDOVENOSO EN PERRAS SOMETIDAS A OVARIOHISTERECTOMIA ELECTIVA**

Chávez Víctor E.<sup>1,2,3</sup>, Mogollón Laura V.<sup>3</sup>, Montes Freiban S.<sup>3</sup>, Villarroel Fernando J.<sup>1,2</sup>, Villarroel Rommer J.<sup>1,2,3</sup>,

1-. Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo J. Carrillo, H.

2-Unidad de Investigación Quirúrgicas, 3-. Programa de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda

veco1982@hotmail.com

## **Resumen**

El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a daño tisular donde intervienen diversos factores, como respuesta a una lesión. El manejo de dolor reduce el periodo de recuperación, disminuyendo los costos por tratamiento médico. Este trabajo tuvo como objetivo comparar el efecto analgésico de clorhidrato de morfina administrada vía peridural y endovenosa en perras sometidas a ovariohisterectomia electiva. Se utilizaron 12 perras ASA I, con pesos entre 10 y 20 kg, divididas en dos grupos de 6 pacientes; fueron sometidas a ovariohisterectomia electiva en el Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo J. Carrillo H.”. Al grupo A, se le administró morfina peridural (0.1mg/Kg), mientras que el grupo B se medicó vía endovenosa (1mg/Kg). Se midió frecuencia cardiaca (FC) y presión arterial media (PAM) transquirúrgica; los niveles de dolor se evaluaron cada 3 horas hasta la hora 12 postcirugía, mediante la Escala Visual Análoga (EVA) y la Escala de la Universidad de Colorado (EDUC). Se obtuvieron valores de FC=89,83±26,04 y 139,62±28,27 lat/min en el grupo tratado vía peridural y endovenosa respectivamente; La PAM arrojó valores de 68,81±22,81 y 53,16±26,38 mmHg; la valoración con EDUC registró 3.93±1,63 y 3,27±1,71 mientras que con EVA el valor obtenido fue de 32.4±8,60 y 24.03±6,57 siendo las diferencias estadísticamente significativas ( $p <0.05$ ). Concluyéndose que la morfina administrada vía peridural produce menores niveles de analgesia postoperatoria con mayor tiempo de acción y mejores condiciones hemodinámicas transoperatorias.

**Palabras clave:** clorhidrato de morfina, analgesia peridural, caninos.

## Introducción

En la práctica veterinaria de pequeños animales se han establecido métodos de evaluación del dolor que pueden establecer de forma confiable la magnitud de la respuesta dolorosa, así como también se han desarrollado múltiples terapias analgésicas, experimentando con diferentes fármacos, combinaciones y vías de administración, con la finalidad de reducir en lo posible el dolor. Al realizar cualquier tipo de procedimiento quirúrgico en animales, uno de los signos que se va a expresar, independientemente de la naturaleza de la técnica quirúrgica empleada, es el dolor; es por esto que el control del dolor en los animales, hoy en día es un tema de gran relevancia y preocupación tanto para el médico veterinario como para los propietarios. Es posible establecer estrategias analgésicas desde el proceso preoperatorio, transoperatorio y postoperatorio, logrando así reducir el sufrimiento y las respuestas fisiopatológicas asociadas a este fenómeno, facilitando el manejo de pacientes y, en especial, estabilizar la situación general del mismo.

El manejo del dolor en los animales se ha incrementado a través del tiempo debido a la información generada en múltiples investigaciones recientes [Archila y Ochoa, (2008); Barrada y Cobo, (2008); Michelangelli, (2008); Perafán, (2008)] y a la conciencia adquirida en los médicos veterinarios, en relación al hecho de que los animales sienten dolor al igual que los humanos. Se trata entonces, de disminuir esa sensación desagradable que además interviene de manera negativa en la convalecencia de

los pacientes, prolongando los períodos de recuperación, retardando el proceso de cicatrización y elevando los costos por tratamiento. Por ello el objetivo de esta investigación será evaluar el efecto analgésico del clorhidrato de morfina administrado vía peridural y endovenosa en pacientes caninas sometidas a ovariohisterectomía electiva.

## Objetivos

### General

Comparar el efecto analgésico perioperatorio de clorhidrato de morfina administrado vía peridural y endovenosa en perras sometidas a ovariohisterectomía electiva.

### Específicos

Determinar la condición hemodinámica transquirúrgica en perras sometidas a ovariohisterectomía electiva medicadas con clorhidrato de morfina vía peridural y endovenosa, a través de la medición de la frecuencia cardíaca y la presión arterial media.

Valorar el nivel de dolor postoperatorio en perras sometidas a ovariohisterectomía electiva medicadas con clorhidrato de morfina vía peridural y endovenosa, mediante el uso de la Escala de la Universidad de Colorado y la Escala Visual Análoga.

## Materiales y Métodos

Investigación analítica, bajo un diseño experimental. Se utilizaron 12 perras, ASA I, de 1 a 5 años, y de 10 a 20 kg y sin distinción de raza. La muestra se dividió en dos grupos de 6 pacientes; La estrategia anestésica, consistió en la administración de acepromacina

(0.25 mg/kg) vía endovenosa como tranquilizante y propofol (4.4 mg/kg) vía endovenosa como agente inductor. El mantenimiento de la anestesia se realizó con Isofluorano a CAM 3% (Tennant, 1999). Posterior a la inducción se aplicó para el grupo A morfina vía peridural a dosis de 0.1 mg/kg como analgésico regional (Robertson, 2005) y al grupo B, morfina vía endovenosa a dosis de 1mg/Kg. Ambos grupos fueron sometidos a ovariohisterectomía (OVH) en las instalaciones del Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo J. Carrillo H.”, con la técnica descrita por Fossum (2002). Los pacientes fueron valorados utilizando el monitor multiparametro *Citrikion Dinamap™ PLUS vital signs monitor*, obteniendo datos de FC y PAM cada 5 minutos durante el periodo transoperatorio, a fin de obtener un promedio de la condición hemodinámica y cambios cardiovasculares asociados al dolor para cada grupo de estudio. Los niveles de dolor se observaron en las horas 1, 3, 6, 9 y 12 post operatorias, mediante observación directa, utilizando para esto la Escala Visual Análoga (Yacut y Bayar, 2003) y la Escala de la Universidad de Colorado (Salmore, 2002). Los resultados obtenidos fueron graficados y tabulados a fin de facilitar el análisis e interpretación de los mismos; igualmente fueron sometidos a estadística inferencial mediante la prueba de medidas repetidas que permitió establecer la significancia entre las diferencias observadas según el tratamiento, mediante el paquete estadístico SPSS V.17.0.

## Revisión Bibliográfica

El dolor es un elemento determinante en la evaluación clínica del paciente, sobre todo si se considera que la mayoría de los propietarios que llevan a sus mascotas a consulta refieren al dolor en cualquiera de sus modalidades e intensidades como el motivo principal de la visita. La evaluación del dolor en animales se puede llevar a cabo de dos formas: 1) observación de alteraciones en el comportamiento, y 2) interpretación de respuestas sistémicas [(Ruiz *et al.*, (2003))].

Los estados de dolor provocan una estimulación simpática, que desencadena la liberación de catecolaminas. Estas dan lugar a un aumento de contractilidad, a un aumento de la frecuencia cardiaca que llegara hasta taquicardia y una constricción de los vasos periféricos, lo cual se traduce en incremento de la presión arterial y, si se manifiestan de forma breve, constituyen realmente una protección del organismo que puede llegar a salvar la vida (Henke y Erhardt, 2004). Por ello, la evaluación de la condición hemodinámica de los pacientes a través de mediciones de la frecuencia cardiaca y presión arterial media, son considerados indicadores objetivos de dolor, [(García *et al.*, (2010))].

En otro orden de ideas, la morfina, es un opiáceo agonista puro con afinidad y acciones *mu* ( $\mu$ ) a nivel prespinal y *kappa* ( $\kappa$ ) a nivel espinal que se usa en perros y gatos, y que puede ser muy eficaz en el tratamiento del dolor moderado a intenso ((Laredo *et al.*, (2001)).

Ahora bien, la intensidad del dolor en animales ha sido evaluada con el

uso de escalas de medición del dolor las Escala visual numérica (EVN), la Escala Visual Análoga (EVA), la escala de la Universidad de Melbourne, la escala de la Universidad del estado de Colorado (EDUC), entre otras, las cuales otorgan puntuación y categorizan el nivel de dolor de acuerdo a una serie de indicadores objetivos y subjetivos, y se basan en el principio de la teoría antropomórfica, siendo adecuaciones de instrumentos ideados para valorar el

dolor en medicina humana (González y Álvarez, 2001).

## Resultados y Discusión

Los valores promedio de frecuencia cardíaca y presión arterial media transquirúrgica, así como las puntuaciones de dolor postquirúrgico obtenidos al aplicar las escalas del dolor de la Universidad de colorado y la escala visual análoga. pueden evidenciarse en las tablas siguientes:

**Tabla 1. Valores de frecuencia cardíaca transquirúrgica en perras sometidas a ovariohisterectomia, tratadas con clorhidrato de morfina peridural y endovenosa**

Vía de Administración	Media (lat./min)	D. E.
Peridural	89,83	26,04
Endovenosa	139,62	28,27

Sig. = 0.04

En la valoración transquirúrgica de la frecuencia cardíaca en perras sometidas a ovariohisterectomia (OVH) con clorhidrato de morfina administrada por diferentes vías, se evidenció que el grupo tratado vía peridural tuvo un valor promedio de  $89,83 \pm 26,04$  latidos por minutos, mientras que el grupo tratado vía endovenosa arrojó valores de  $139,62 \pm 28,27$  latidos por minutos, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ); no obstante, no se observaron variaciones significativas a lo largo de los tiempos de medición, lo cual guarda relación con los señalamientos de

Hartman *et al.* (1996) quienes señalan que los pacientes tratados con morfina mantienen los valores de frecuencia cardíaca relativamente constantes a lo largo de las mediciones, observándose que en ambos grupos de tratamiento, los promedios de frecuencia cardíaca se mantuvieron entre los parámetros normales establecidos coincidiendo con Nelson *et al.* (2005). Asimismo, Hardman *et al.* (1996) señalan que las dosis terapéuticas de fármacos del tipo de la morfina no tienen efectos importantes sobre la frecuencia o el ritmo cardíaco.

**Tabla 2. Valores de Presión Arterial Media Transquirúrgica en Perras Sometidas a Ovariohisterectomia, tratadas con clorhidrato de morfina por vía peridural y endovenosa.**

Vía de Administración	Media (mmHg)	Desviación Estándar
Peridural	68,81	22,81
Endovenosa	53,16	26,38

Sig. = 0.0645

La presión arterial media de los pacientes sometidos a ovariohisterectomia con la administración endovenosa de clorhidrato de morfina evidenció valores promedios  $53,16 \pm 26,38$  mmHg mientras que el grupo que fue medicado por vía peridural expresó valores  $68,81 \pm 22,81$ , no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p>0.05$ ); en este sentido, los opioides pueden ocasionar grados variables de reducción de la presión arterial, asociados a disminución en el tono vascular periférico, concordando además con los señalamientos de [Botana *et al.*, (2002)] quienes indican que los analgésicos opioides producen hipotensión la cual puede relacionarse a

su acción sobre los receptores opiáceos ubicados en el tallo cerebral, produciendo inhibición de tono simpático cardiaco. Se ha señalado que la administración intravenosa en perros a dosis de 2 mg/kg produce disminución de la presión arterial, mientras que humanos la misma dosis no tuvo efectos significativos, sugiriendo que existen diferencias en la respuesta al fármaco entre las especies, reportando que no ocurren alteraciones cardiovasculares después de la inyección de morfina peridural a dosis de 0.1 mg/kg; no obstante, mencionan que los efectos depresores cardiovasculares de la morfina son dosis dependientes [Sabb *et al.*, (1994)].

**Tabla 3. Valoración promedio del nivel de dolor postquirúrgico en perras sometidas a ovariohisterectomia electiva, mediante el uso de la Escala de la Universidad del Estado de Colorado (EDUC)**

Vía de Administración	Media	Desviación Estándar
Peridural	3,93	1,63
Endovenosa	3,27	1,71

Sig. ( $p = 0.00$ )

Al realizar la evaluación del dolor mediante EDUC, se observó un promedio de  $3,93 \pm 1,63$  al considerar todas las horas de medición en los pacientes que fueron medicados con clorhidrato de morfina vía peridural, en tanto que, el grupo tratado por vía endovenosa arrojó valores de  $3,27 \pm 1,71$ , ubicando a los dos grupos en un rango de dolor leve según esta escala de valoración del dolor; estos resultados reflejan diferencias estadísticas significativas ( $p<0.05$ ) entre ambas vías de administración. Perafán (2008) reporta valores similares de  $3,05 \pm 0,96$  al evaluar el efecto analgésico postoperatorio de la combinación

de morfina, lidocaína y ketamina administrada vía endovenosa en perros sometidos a cirugía abdominal; así también, existe una marcada similitud con los reportes de (García *et al.* 2010) cuando evaluaron el dolor postquirúrgico mediante el uso de esta escala en perras sometidas a ovariohisterectomia electiva tras la administración transquirúrgica de dexmedetomidina en infusión continua vía endovenosa, al obtener valores promedio de  $3.92 \pm 1.04$ , siendo estos tenores de dolor catalogados como dolor leve.

Por otra parte, los valores reportados en esta investigación, difieren de

los señalados por Barrada y Cobo (2008) quienes consiguieron un valor promedio de  $6,56 \pm 2,52$  al utilizar morfina de forma transoperatoria en perros sometidos a cirugía abdominal; igualmente, discrepan de lo referido por Archila y Ochoa (2008) al reportar valores de  $7.47 \pm 1.26$  con el empleo de ketamina transoperatoria en infusión continua en perros sometidas a cirugía abdominal, y por Michelangelli (2008) al utilizar clorhidrato de ketamina como tratamiento analgésico postoperatorio en perros sometidos a cirugía abdominal, indicando un valor promedio de  $6.83 \pm$

$3.72$ ; estas diferencias se fundamentan en el hecho de que los individuos incluidos en dichas investigaciones fueron tomados de cirugías experimentales de docencia, por lo cual se alargan los tiempos de cirugía, ocurriendo manipulación inadecuada de tejidos durante el acto quirúrgico, lo que conlleva a elevar los niveles de dolor postoperatorio, tal como lo afirmaron Gonzalo *et al.* (1994) quienes señala que tras la acción quirúrgica se estimulan la liberación de sustancias químicas mediadoras del dolor, las cuales son capaces de activar el metabolismo postraumático.

**Tabla 4. Valoración promedio del nivel de dolor postquirúrgico en perras sometidas a ovariohisterectomía electiva, mediante el uso de la Escala de la Escala Visual Análoga (EVA)**

Vía de Administración	Media	Desviación Estándar
Peridural	32,4	8,60
Endovenosa	24,03	6,57

Sig ( $p < 0.05$ )

En la evaluación del dolor mediante la Escala Visual Análoga (EVA) en las perras sometidas a ovariohisterectomía electiva, se observó en todas las horas de medición un valor promedio de  $32,4 \pm 8,60$  (Incomodidad Marcada o Dolor Leve) en los pacientes tratados por vía peridural mientras que los pacientes tratados por vía endovenosa reflejaron valores de  $24,03 \pm 6,57$  (Incomodidad Mediana) evidenciando que para la vía endovenosa hubo mayor analgesia que en los grupos de perras tratado de manera peridural.

Estos resultados son más alentadores que los presentados por García *et al.*, (2010) quienes reportan  $47,97 \pm 10,70$  (Incomodidad media) al utilizar xilacina

a dosis analgésica en perras sometida a ovariohisterectomía, diferencias que se pueden fundamentar ya que la xilacina es un fármaco utilizado para producir un estado de sedación profunda con periodos cortos de analgesia, según [Botana *et al.*, (2002)]. Por su parte, [Laffita *et al.*, (2008)] al comparar el efecto analgésico de clorhidrato de tramadol frente a clorhidrato de morfina, obtuvieron valores de  $16.7 \pm 4.01$  suministrando la morfina de manera peridural a dosis de 4 mg en humanos, concluyendo que la morfina posee un mejor efecto analgésico más que el tramadol; aun cuando existen similitudes en relación a los resultados obtenidos en este estudio, Sumanoy Ocampo (2006)

cuando señalan que existen diferencias en la respuesta a la morfina entre las diferentes especies.

En la medición con la Escala Visual Análoga la puntuación del dolor arrojó diferencias significativas ( $p<0.05$ ) entre el grupo tratado vía peridural y el tratado vía endovenosa, esto se atribuye a que el efecto analgésico ofrecido por ambas rutas tienen diferentes períodos de acción analgésica, en este orden de ideas, Tennant (1999) señala que el clorhidrato de morfina administrada vía endovenosa tiene un periodo de acción de 1 a 4 horas, mientras que su efecto analgésico administrado por la vía peridural es de 12 a 24 horas, concordando con lo reportado en este estudio, sugiriendo que tanto el tiempo de acción como el efecto analgésico de este opioide, depende de la vía de administración, produciendo mayor analgesia tras la administración endovenosa, no obstante, la vía peridural ofreció un periodo más prolongado en el control del dolor postoperatorio.

## Conclusiones

Aun cuando en ambos casos los valores de frecuencia cardiaca transquirúrgica se mantuvieron dentro de los parámetros fisiológicos, tras la administración de clorhidrato de morfina vía peridural dichos valores fueron más estables a lo largo de los tiempos de medición.

Los valores de presión arterial media transquirúrgica en el grupo medicado vía peridural, se mantuvieron por encima del parámetro mínimo establecido, no así en el grupo tratado vía endovenosa.

Con el uso de las escalas de valoración del dolor de la Universidad de Colorado

(EDUC) y la Escala Visual Análoga (EVA) se observaron menores niveles de dolor tras la administración de morfina vía endovenosa.

Al comparar el tiempo de efecto analgésico, se puede observar que la administración de morfina vía peridural produce analgesia por un periodo más prolongado que la vía endovenosa.

## Referencias Bibliográficas

- Archila, R.; y Ochoa, D.; (2008). Valoración del efecto analgésico de Ketamina en caninos sometidos a cirugía de cavidad abdominal. Trabajo especial de grado para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Falcón Venezuela.
- Barrada, Y.; y Cobo, R.; (2008). Valoración del efecto analgésico de clorhidrato de morfina transoperatoria en caninos sometidos a cirugía de cavidad abdominal. Trabajo especial de grado para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Falcón Venezuela.
- Michelangelli, M.; (2008). Valoración postoperatoria del efecto analgésico de la ketamina en caninos sometidos a cirugía de cavidad abdominal. Trabajo especial de grado para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Falcón Venezuela.
- Perafán, D.; (2008). Valoración del efecto analgésico de la combinación de morfina, lidocaína, Ketamina administrados transoperatoriamente en caninos sometidos a cirugía de cavidad abdominal. Trabajo especial de grado

- para optar al título de médico veterinario. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Falcón Venezuela.
- Tennant, B.; (1999). Small animal formulary. Third edition. Editorial Panel. Reino Unido. Pp. 7, 131, 213.
- Robertson, S. (2005). Epidural Injection & Catheter Placemen (en línea). NAVC clinician's brief. Recuperado (6 mayo 2010) : <http://www.cliniciansbrief.com/sites/default/files/4.5.pdf> .
- Fossum, T. (2004). Cirugía en pequeños animales. Segunda edición. Editorial Inter-media Argentina, Pp 559-560.
- Yacut, E.; Bayar, B. (2003). Reliability and Validity of Reverse Visual Analog Scale (Right to Left) in Different Intensity of Pain. The Pain Clinic. 15(1):1-6.
- Salmore, R. (2002). Development of a new pain scale: Colorado Behavioral Numerical Pain Scale for sedated adult patients undergoing gastrointestinal procedures. [En línea]. el 19 de Mayo de 2010, Recuperado: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list\\_uids=12488689&Quero\\_hl=2&itool=pubmed\\_docsum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=12488689&Quero_hl=2&itool=pubmed_docsum)
- Ruiz S., Calzada N., Tachika O., Vargas G. 2003. Sistema de evaluación de la intensidad del dolor en perros y su aplicación en la elección de la terapia analgésica. (En línea). AMMVEPE. Consultado el 10 de mayo de 2010. [http://imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetalle&id\\_articulo=13460&id\\_seccion=15&id\\_ejemplar=1377&id\\_revista=4#](http://imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetalle&id_articulo=13460&id_seccion=15&id_ejemplar=1377&id_revista=4#).
- Henke, J., Erhardt, W. 2004. Control del dolor en pequeños animales por mascotas. Editorial Masson. España.
- 32, 40.
- García, M.; Moreno, F. (2010). Valoración del efecto analgésico perioperatorio de dexmedetomidina en relación a xilacina en perros sometidos a ovariohisterectomía electiva. Trabajo especial de grado para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Francisco de Miranda. Falcon Venezuela.
- Sabbe, M., Grafe, M., Mjanger, E., (1994). Spinal delivery of sufentanil, alfentanil and morphine in dogs. Physiologic and toxicologic investigations. Anesthesiol. 81 (4): 899-920.
- Laredo, F., Redondo, J., Gómez, R., Belda, E., Cruz, J. (2001). Preanaesthesia: analgesia chemical restraint. Consulta Difus Vet 2001. 9 (77):37-50.
- González M., Álvarez L. (2001). Reconocimiento del dolor: manifestaciones y valoración clínica. En: Canis et felis. 52:34-44.
- Nelson., Cauto, G. (2005). Medicina interna de pequeños animales. Tercera Edición. Vol I. Editorial Intermedia. Buenos Aires Argentina. 18Pp
- Hardman, J.; Limbird, L.; Molinoff, D.; Ruddon, R.; Gilman, A. (1996). Bases farmacológicas de la terapéutica. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Novena edición. Tomo I. México. Pp. 565, 570, 571.
- Botana, L.; Landoni, F.; Martin, T. (2002). Farmacología y terapéutica Veterinaria. Editorial McGraw-Hill Interamericana. España. 577p.
- Gonzalo, J.; Avila, I.; San Roman, F.; Orden, A.; Sánchez V.; Bonafonte, I.; Pereira, J.; García, F. (1994). Cirugía veterinaria. Editorial McGraw-Hill Interamericana. España. 465p.

- Laffita, J.; Echazabal, J.; García, E.; Ortiz, H. (2008). tramadol frente a morfina para la analgesia peridural posoperatoria para las histerectomías abdominal. Recuperado el 12 de enero de 2011. Disponible en: <http://fesacac2008.sld.cu/Members/joan/tramadol-frente-a-morfina-para-la-analgesia-peridural-posoperatoria-para-las-histerectomias-abdominal>.



---

# **CROMOMICOSIS: ENDEMIA FAMILIAR INVALIDANTE DE LOS CRIADORES DE CAPRINOS EN LAS ZONAS RURALES SEMIÁRIDA DEL ESTADO FALCÓN.**

Yegres Francisco, Paris Luis, Hernández Henri, Yegres Nicole R  
Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Estado  
Falcón, Venezuela  
fyegres@gmail.com

## **Resumen**

La cromomicosis, micosis profunda crónica invalidante no contagiosa, se adquiere mediante la inoculación del hongo presente en la vegetación. Esta enfermedad es de distribución mundial. Se registran casos en todo el territorio nacional, siendo endémica en los estados Lara, Zulia y Falcón. El objetivo de este estudio fue contribuir al control de la misma mediante la localización, diagnóstico y tratamiento de los afectados, para evitar la evolución hacia la invalidez y el consecuente deterioro de su calidad de vida. Se hicieron salidas de campo y contactos con las medicaturas rurales y consejo comunales de la zona semiárida. El diagnóstico se logró mediante visualización de las formas características del hongo causal en las escamas de las costras retiradas del borde de las lesiones; la identificación mediante microcultivo en lámina y observación de la morfología. La casuística estudiada en el laboratorio hasta el 2008 fue de 500 casos y recientemente reportamos 35 nuevos casos desde Enero a Julio del 2012 por *Cladophialophora carrionii*. Se confirmó que se trata de una enfermedad laboral y familiar que afecta predominante a los criadores de caprinos, del masculino en los miembros superiores. Se logró el apoyo del Ministerio del Poder Popular para la Salud en cuanto al suministro del tratamiento, el cual se encuentra fuera del alcance de los pacientes por su alto costo. Se recomienda seguir divulgando este problema de salud pública, con el fin de reducir el número de casos activos y en las poblaciones más pobres de la zona semiárida el estado Falcón.

**Palabras clave:** cromomicosis, endemia, criadores de caprinos, zonas rurales semiáridas.

## Introducción

La cromomicosis es una enfermedad crónica granulomatosa de la piel, la cual suele evolucionar hacia la invalidez del miembro afectado. Esta patología es causada por varios hongos oscuros, es de distribución mundial y endémica en la región noroccidental de Venezuela. En particular los estados Lara, Zulia y Falcón. Los principales agentes implicados son *Cladopihalophora carriponii* en las zonas de vegetación xerófila y *Fonsecaea pedrosoi* en zonas sub-húmedas. Desde la década de los ochenta, se ha investigando la endemia en nuestro laboratorio. El agente etiológico identificado fue *C. carriponii* siendo los criadores de caprinos del sexo masculino lo más afectados en el estudios [Richard Yegres y Yegres 1,2,3,4.] Uno de los objetivos de la UNEFM fue contribuir a mejorar las condiciones de vida de los campesinos del estado Falcón mediante la investigación. Durante tres décadas, conjuntamente con los estudiantes de medicina, se hizo el diagnóstico en nuestro laboratorio de micología y se investigaron los factores que pudieran explicar la endemia de cromomicosis en la zona rural del estado.

## Materiales y Métodos

Se hicieron salidas de campo y contactos con las medicaturas rurales y consejo comunales de la zona semi-árida. El diagnóstico clínico basado en el aspecto y tiempo de evolución de

las lesiones posterior a la ocurrencia de traumas con la vegetación, se confirmó mediante visualización de las formas características del hongo causal en las escamas costras retiradas del borde de las lesiones; la identificación de la especie se realizó mediante micro-cultivo en lámina estudiando la morfología. No se realizó histopatología ya que la concentración del agente en las escamas costras, resulta muy eficiente al examen directo para evidenciar la forma parasitaria del hongo o cuerpo esclerótico. La historia de cada paciente se complementó con los 4 apellidos (de cada uno de los progenitores) se hicieron los árboles genealógicos para comprobar la consanguinidad en esas poblaciones rurales aisladas dedicadas a la agricultura y cría de ganado caprino con tendencia a la endogamia.

## Resultados

La casuística nacional reportada por los Grupos de Trabajo en Micología y publicaciones en de esta población revistas nacionales permitió realizar una sumatoria de los casos publicados hasta el año 2008.

En la revisión realizada se pudo observar que se registran casos en todo el territorio nacional, siendo endémica en los siguientes estados; Lara con 178 casos que representa un (19%) , Zulia con 186 (20%) y Falcón 500 (55%) y en otros estados 54 (5%).



Figura 1

**Cromomicosis en Venezuela Zona endémica Noroccidental (Estados Falcón, Zulia y Lara)**  
**Reserváreas:**  
 semi-árida para *Cladophialophora carriónii* y sub-húmeda para *Fonsecaea pedrosoi*

Mapa Fitogeográfico según Tamayo 1975

La casuística estudiada en laboratorio de la universidad hasta el 2008 fue de 500 casos y recientemente reportamos 35 nuevos casos desde enero a julio del 2012 por *Cladophialophora carriónii*. Se confirmó que se trata de una enfermedad laboral y familiar que afecta predominantemente a los criadores de caprinos del sexo masculino en los miembros superiores. Se evidenció, la frecuencia de los casos en algunos grupos familiares, expuestos por su actividad laboral a los traumatismos frecuentes en la reservárea de *C. carriónii*, asociada a la tendencia de esta población rural al establecimiento de uniones de consanguinidad entre descendientes. Se pudo establecer que se trata de una endemia rural, laboral y familiar, así

como demostrar que la búsqueda de los casos entre los familiares de cada paciente, representa una estrategia muy eficiente para la detección temprana y una posibilidad cierta y comprobada de reducir el número de casos activos en la zona endémica, así como impedir la evolución hacia la invalidez parcial del miembro afectado mediante el tratamiento a tiempo. (Figura 2)



Figura 2: cuatro (4) pacientes tratados. 3 hermanos con tiempo de evolución creciente hasta 30 años (ultimo a la derecha) en el cual se aprecia deformación irreversibles del miembro afectado. Un sobrino con lesión inicial. Se evidenció que, a pesar del esfuerzo realizado durante 3 décadas, el problema parece desconocido en la zona rural, tanto en la población como en los servicios de salud por lo cual seguimos publicando estos casos.

## Conclusiones

Se recomienda seguir divulgando este problema de salud pública en la zona endémica con el fin de reducir el número de casos activos y la invalidez en las poblaciones más pobres de la zona semiárida el estado Falcón.

## Referencias Bibliográficas

- Richard-Yegres N, Yegres F. (1.987) Cladosporium carriionii en vegetación xerófila: aislamiento en una zona endémica para la cromomicosis en Venezuela. Derm Venez; 25:15-8
- Richard-Yegres N, Yegres F, (1.992) Zeppenfeldt G. Cromomicosis: endemia rural, laboral y familiar en Venezuela. Rev Iberoam Micol. ;9:38-41.
- Richard-Yegres N, y Yegres F., (2.007) Cladophialophora carriionii, hongo causante de la endemia de Cromomicosis en criadores de caprinos de la zona semi-árida noroccidental de Venezuela. Salus. 7: 11(1)
- Yegres, F., Richard de Yegres N, Pérez Blanco M. (2.010). Cromomicosis, Dermatología Iberoamericana On Line.

## Agradecimiento

Se logró el apoyo del Ministerio del Poder Popular para la Salud en cuanto al suministro del tratamiento. a Claude M. Richard por donar el Efudix para tratamiento tópico A los estudiantes y Profesores de Medicina de la Universidad Francisco de Miranda, Daniel y Juan Carlos Yegres por diseñar y donar el afiche que se está distribuyendo en la zona endémica del estado Falcón.

---

# **LA NUTRIESCUELA UNA HERRAMIENTA DE MERCADEO SOCIAL EN LA COMUNIDAD RAFAEL CALDERA, MUNICIPIO VALERA, TRUJILLO – VENEZUELA**

<sup>1</sup> Luna María y Rojas Elina  
<sup>2</sup> Instituto Nacional de Nutrición. Unidad Estado Trujillo  
Instituto Experimental “José Witremundo Torrealba” (ULA)  
mluna24@hotmail.com

## **Resumen**

La educación nutricional juega un papel primordial en la promoción de hábitos adecuados para practicar una alimentación sana, suficiente y equilibrada. Se han realizado muchos esfuerzos que no han dado resultados positivos. De hecho, el mercadeo social, ofrece la combinación de los mejores elementos para los planteamientos tradicionales de cambio social, planificación integrada y un marco de acción, basado en los avances de la tecnología comunicacional y en las habilidades propias del mismo. Con este propósito se realizó el estudio fundamentado en una investigación cualitativa, modalidad investigación - acción en la comunidad Rafael Caldera, Valera, estado Trujillo. Se tomó una muestra intencional (34 manipuladores de alimentos y 6 representantes de grupos focalés.) Se caracterizó la comunidad mediante socioindicadores y diagnóstico participativo de grupos focales. En una jornada clínica diagnóstica se aplicaron dos encuestas mixtas validadas por especialistas: tipo historia médica y manipulación inocua de los alimentos (conocimientos, aptitudes y prácticas), además de evaluación clínica y nutricional, presión arterial, pulso y glicemia capilar. Las normas de higiene que aplican los grupos estudiados se evaluaron con observación participativa y registros tecnológicos, para luego capacitar con talleres correctivos. En todas las actividades se consideraron los principios básicos de bioética (consentimiento informado). Se realizó triangulación de resultados para proponer “La Nutriescuela” como plan de mercadeo social, que culminó con un festival gastronómico, donde además de valorar los conocimientos adquiridos, se expusieron productos preparados y una obra teatral, demostrando una efectiva interacción en red para la ejecución y aceptación de la propuesta.

**Palabras clave:** nutriescuela, educación nutricional, mercadeo social.

## Introducción

En la actualidad, es indiscutible la importancia de adquirir hábitos adecuados para practicar una alimentación sana, suficiente y equilibrada, ya que los efectos positivos o negativos de la misma tendrán repercusión tarde o temprano en la salud. La dieta forma parte del entorno que afecta a los individuos y constituye un elemento de abordaje esencial en la promoción de la salud y prevención de enfermedades. En este sentido, la educación nutricional juega un papel primordial, y ha sido definida por la Fundación Bengoa (1995), como la promoción de conocimientos, actitudes y prácticas, a fin de lograr hábitos y estilos de vida saludables. Se considera que es efectiva solamente cuando se basa en un análisis profundo del problema alimentario y nutricional, “una clara y precisa definición de los objetivos” y, una apropiada selección de los medios de comunicación. (FAO, 1996). Por otra parte, Andrien y Beghin (2001) exponen que es un “conjunto de actividades de comunicación que buscan una modificación voluntaria de prácticas que influyan en el estado nutricional, con el objetivo de mejorarlo”.

Bajo la orientación del uso de medios de comunicación masivos en la educación nutricional, han sido muchos los esfuerzos realizados a nivel nacional por organismos públicos, y empresas del sector privado ligadas al área nutricional, como la Fundación Bengoa con la campaña de educación nutricional contra la malnutrición por medios de comunicación masivos en Venezuela (Jiménez M, *et al.*, 2010). De acuerdo

con Kotler y Roberto (1992) toda causa social tiene un objetivo que alcanzar, que implica conseguir cambios en las personas, que en orden decreciente de dificultad incluye cambio cognoscitivo, en la acción, en la conducta y en los valores, y que para conseguir un cambio de conducta como en la educación nutricional el uso exclusivo de los medios de comunicación resulta insuficiente, ya que solo eleva el nivel cognoscitivo de la alimentación, y debe complementarse con intervenciones interpersonales y comunicaciones personales. Bajo esta premisa el concepto de Marketing Social o mercadeo Social propone “una estrategia para cambiar la conducta. Combina los mejores elementos de los planteamientos tradicionales de cambio social con la planificación integrada y un marco de acción, basado en los avances de la tecnología de las comunicaciones y en la habilidades del marketing”.

En cuanto a la conceptualización del Mercadeo Social y Promoción de la salud, Forero ( 2002 ) reseña que la mayoría de los conceptos de Mercadeo Social son muy concretos y omiten algunos pasos claves para el éxito en las estrategias de promoción de la salud, y lo define como ” Es una estrategia que permite el cambio de ideas, creencias, hábitos, mitos, actitudes, acciones, comportamientos, conductas, valores o prácticas sociales para mejorar integralmente la salud de los individuos y las comunidades intervenidas por los planeadores de la salud, mediante la investigación de necesidades, la planeación, ejecución y control de programas de comunicación

y educación social en salud; basado en las mismas técnicas analíticas del mercadeo comercial para diseñar mensajes, seleccionar los medios de difusión, difundir los mensajes y controlar y evaluar el impacto de los mismos, que reforzaran los hábitos y los comportamientos saludables.

El mercadeo social utiliza las 4 Ps del mercadeo comercial (producto, precio, promoción y plaza) y las ajusta al marco social; en producto para el caso del mercadeo social está destinado a modificar conductas indeseables de la población objetivo; el precio que el beneficiario paga por recibir el servicio o el producto generalmente es intangible y se refiere a un esfuerzo voluntario que lo conduce al cambio de conductas. La promoción, hace referencia a todas las actividades utilizadas para promover el servicio o producto; y la plaza es la población objetivo a la cual va dirigida la estrategia (Arrieta, 2006).

El estado venezolano bajo el principio de la Seguridad y Soberanía Agroalimentaria, establecida en la Ley homónima (2008), como el derecho de todos los ciudadanos y ciudadanas a la disponibilidad y acceso oportuno y suficiente de alimentos de calidad, implementó programas de suplementación alimentaria para atender esta necesidad. En relación a la comunidad “Rafael Caldera” en el caso de los niños escolarizados el Programa de Alimentación Escolar (PAE) atiende a 283 niños en la EB San Rafael y 260 niños en el Simoncito Libertador, y a 100 personas nutricionalmente vulnerables a través del Programa Casas de Alimentación perteneciente

a Fundaproal, que funciona en la sede de la organización comunitaria CENEDIC, (Centro Educativo Infantil Comunitario), espacio que fue utilizado para la educación, capacitación y formación en alimentación y nutrición. En entrevistas realizadas a informantes claves de la comunidad, y por la observación directa se advierte que preparan y expenden diversidad de alimentos en establecimientos formales (panadería) e informales (elaborados en las viviendas) tales como: helados, empanadas, pastelitos, y pan. Todas estas actividades implican manipulación de los alimentos, que según el Reglamento General de Alimentos y las Normas Complementarias (Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, 1996) se define como “Cualquier operación o proceso a la que es sometido el alimento desde el cultivo, recolección, selección, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte, expendio y preparación para el consumo”. En cuanto a las personas que llevan a cabo estas actividades, se denominan manipulador de alimentos, que se entiende según la FAO (1998) por “toda persona que manipule directamente alimentos envasados o no envasados, equipos y utensilios utilizados para los alimentos, o superficies que entren en contacto con los alimentos y que se espera, por tanto, cumpla con los requerimientos de higiene de los alimentos para prevenir enfermedades”. Así mismo, en el artículo 64 de la Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria refiere que “la disponibilidad y acceso oportuno a los alimentos inocuos, de calidad y

en cantidad suficiente a la población debe garantizarse en toda la cadena de producción agroalimentaria”

En base a estas consideraciones, este proyecto pretende elevar la calidad de los servicios de un sector tan importante como el de la alimentación en la comunidad Rafael Caldera, a través de La Nutriescuela como estrategia de mercadeo social, y de esta manera contribuir a la promoción de la salud con una visión integral.

El término Nutriescuela ha sido utilizado para denominar al I Festival Gastronómico, realizado en el Núcleo Universitario Rafael Rangel en el marco de la Feria del libro 2011, organizado por Instituto Experimental “José Witremundo Torrealba” (IEJWT) y estuvo dirigido a sus usuarios, docentes, escolares, miembros de la asociación civil, vendedores ambulantes, responsables y comisión de cantinas escolares; y su objetivo fue trabajar en la educación del paladar de los niños y ofrecer una mejor oferta para los productos alimenticios en las escuelas. (IEJWT, 2011)

El propósito final de este estudio es usar La Nutriescuela como herramienta de mercadeo social para la promoción de la salud integral en la comunidad Rafael Caldera.

### **Objetivo general**

Promocionar la educación nutricional, a través de la Nutriescuela como herramienta de mercadeo social, en la comunidad Rafael Caldera, municipio Valera, estado Trujillo.

### **Objetivo específicos**

1.-Diagnosticar conocimientos, actitudes

y prácticas en alimentación e inocuidad en los manipuladores de alimentos de la comunidad Rafael Caldera.

- 2.- Realizar actividades de capacitación y promoción en inocuidad de alimentos.
- 3.- Proponer como plan de mercadeo social “La Nutriescuela” en la comunidad Rafael Caldera, a través de la Casa de Alimentación Nº 150.

## **Materiales y Métodos**

**Tipo de investigación:** Fue proyectiva, el diseño fue de campo de cohorte observacional descriptivo.

La población estuvo constituida por: el Municipio Valera del Estado Trujillo y el área de estudio la comunidad urbana Rafael Caldera, ubicada en la Parroquia Mercedes Díaz, situada en la parte noreste de la ciudad, y colinda con las urbanizaciones San Luis y San Rafael, a través de las cuales se accede por vías pavimentadas, al igual que las tres carreras y las cuatro calles que conforman el sector

La mayoría de las edificaciones están fabricadas en bloque y techo galvanizado o placa de cemento, aunque se observan algunas construcciones más precarias, producto de la particularidad en la conformación de la comunidad: invasión. Cuenta con los servicios básicos: agua potable intradomiciliaria, agua servidas, electricidad, alumbrado público, aseo urbano, cable TV, teléfonos (CANTV) y dispone de dos líneas urbanas de transporte público. (comunidadsoberana, 2001)

En relación a expendios de alimentos establecidos, posee panadería, carnicería y frutería, además como una forma de obtener ingresos, se

han improvisado en las viviendas pequeños locales para la venta de víveres perecederos, y productos de fabricación casera (helados, golosinas y panes). La comunidad carece de escuelas, servicio de salud, y hogares de cuidado diario. Está conformado el Consejo Comunal y la organización comunitaria CENEDIC (Centro Educativo Infantil Comunitario).

Población y muestra: la población de estudio corresponde a 1300 habitantes, reunidos en 350 familias que residen en 222 viviendas, según censo 2011, por lo cual una gran cantidad de familias permanecen en las casas de parientes. La muestra de tipo intencional estuvo integrada por 34 manipuladores de alimentos, tanto de los programas de suplementación nutricional (PAE Bolivariano, Casa de Alimentación de Fundaproal) como los que preparan alimentos, y 6 representantes de los grupos focales.

Diagnóstico: esta comunidad fue caracterizada mediante socioindicadores, y diagnóstico participativo de los grupos focales. Entendiendo como grupo focal a manipuladores de alimentos, representantes del área educativa, consejo comunal, comité de tierras y del CENEDIC, antes los cuales se expuso la naturaleza, alcances y beneficios de desarrollar el proyecto en la comunidad, suscribiendo el acuerdo compromiso, conforme a las disposiciones bioéticas. Para el diagnóstico se aplicó una encuesta mixta validada por especialistas tipo historia médica en el marco de una jornada

clínica diagnóstica, en colaboración con la Asociación Latinoamericana para la Educación en Modelos Alternativos (ASO-EDUCALT) y el IEJWT. Esta encuesta se diseñó con una visión holística de la salud. Se tomaron mediciones antropométricas (peso y talla), presión arterial, pulso y glicemia capilar, además de la evaluación clínica. Así mismo, para explorar los conocimientos, aptitudes y prácticas en la manipulación inocua de alimentos, se aplicó una encuesta mixta tipo cuestionario, revisada por metodólogo, dicho instrumento se adaptó del material Cinco claves para la inocuidad de los alimentos elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007) y el Reglamento General de Alimentos y Normas Complementarias (1996).

Una vez identificadas las debilidades en conocimientos, aptitudes y prácticas de la alimentación en la comunidad, para evaluar se realiza la triangulación, y proponer “la Nutriescuela” como plan de mercadeo social. Se capacitó a través de talleres en higiene y manipulación de alimentos en los programas de suplementación nutricional, por los funcionarios del Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria, ente adscrito a la Fundación Trujillana para la salud (Fundasalud).

Para la evaluación se realizó observación participativa y registros tecnológicos (fotografías) Consideraciones bioéticas: para las actividades realizadas se contemplaron los principios del asentimiento, consentimiento informado y aprobación para realizar las entrevistas, observaciones, y

registros tecnológicos, conforme a los principios básicos de la bioética: autonomía y consentimiento informado, justicia, beneficencia y no maleficencia. suscritos en la declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2008) Tratamiento Estadístico: los datos fueron tratados mediante análisis estadístico no paramétrico.

## Resultados

1.-Caracterización de la comunidad Rafael Caldera mediante Socioindicadores: está integrado por ocho componentes: geográficos, históricos, educativos y culturales, recreacionales, asistenciales, religiosos y cultos, políticos, y laborales (económicos). Esta comunidad es el resultado de la invasión de terrenos que conformaban una hacienda, producto de lo cual no tienen titularidad de las tierras, ni poseen espacio para actividades recreativas, deportivas, religiosas, educativas (solo una docente comunitaria), ni establecimientos de salud. Hay problemas de consumo de alcohol y substancias estupefacientes. Además la deserción escolar es alta, resultando en bajo nivel educativo, que impide el acceso a otras fuentes de trabajo diferentes a las ofrecidas por la economía informal. Sin embargo tiene constituido el Consejo Comunal, y la organización Cenedic, además el IEJWT conformó una escuela no formal de salud comunitaria en el Simoncito Libertador a través de la cual se ha realizado diversas actividades en salud. Diagnóstico participativo: En base a estos planteamientos

comunitarios se elaboró el diagnóstico participativo de la comunidad, en cooperación con los grupos focales: miembros del consejo comunal y del comité de tierras, directivos de la organización comunitaria Cenedic y representantes del sector educativo.

Luego de exponerles la importancia del enfoque integral de la salud, y posterior al debate se priorizaron las fortalezas y necesidades, en el cual refieren las enfermedades asociadas a la alimentación y estilos de vida, la proliferación de ventas ambulantes de alimentos, en tanto que por la observación directa, se advierte la venta de alimentos en algunas viviendas (víveres, helados, pan y golosinas).

Diagnóstico de la salud clínica: En la jornada clínica diagnóstica se valoró a 34 integrantes de la muestra, previo consentimiento informado, encontrándose como edad promedio de los participantes 52 años, con predominio del sexo femenino (91,30%) y de ocupación ama de casa (52%). Los resultados de la evaluación nutricional muestran un elevado porcentaje de sobrepeso y obesidad (68,97%) discriminado en sobrepeso (48,28%), sobrepeso crónico (17,24%) y 3,45% en obesidad mórbida. En relación a los estilos de vida, en el aspecto nutricional, se advierte elevado consumo de dulces, embutidos, enlatados, mayonesa, gaseosas, harinas refinadas margarina, y azúcar, los cuales son altamente calóricos y en su mayoría ricos en grasas trans, aditivos y colorantes. También se destaca la baja ingesta de agua, ya que el 80,96 % consume menos de 8 vasos al día. Además, el 61,90% sufre de

flatulencias y cefaleas, consecuencia de este esquema alimentario. Con respecto a la visión holística de la salud, se hace énfasis en la exploración de factores de tipo psicológico, afectivo y ambiental, ya que son los que influyen sobre lo orgánico, y de esta manera impulsan los desequilibrios en la salud. En este orden de ideas, la información relacionada al descanso, ejercicio y recreación, se encontraron valores positivos para horas de sueño mayores a 8 (70%), para ejercicio y recreación fue 63 y 50%, respectivamente.

Conocimientos, aptitudes y prácticas en inocuidad de alimentos: Participaron 18 personas, un alto porcentaje (entre 94 y 100) considera importante mantener la limpieza para evitar contaminación de los alimentos. El 78,95% hiere el agua, sin embargo el 27% lo hace de manera inadecuada, solo la filtra el 10,0 % y el 11 % no aplica ningún tratamiento.

Con respecto al uso de agua potable y alimentos en buen estado, se tiende a confundir un alimento descompuesto con contaminado, cuando en realidad el alimento puede estar contaminado y no cambia sus características organolépticas. En lo que se refiere a la importancia del lavado de frutas y verduras antes de consumirlas, el total de encuestados respondió afirmativamente, no obstante solo el 36,84% señaló la manera adecuada.

El 5,26% de los encuestados descongela los alimentos de forma apropiada (en el refrigerador), y aunque el 94,74% expone que no se debe dejar la carne cocida fuera de la nevera por mucho tiempo, solamente el 10% argumenta la

contaminación.

En relación a la contaminación cruzada, el total de encuestados considera que no se deben mezclar alimentos crudos con cocidos, y el 80% alega razones de contaminación. El 36,84% refirió que se deben recalentar completamente los alimentos para evitar contaminación.

Actividades de capacitación y promoción: Se realizaron las siguientes actividades:

Taller correctivo de higiene y manipulación de alimentos “las 5 claves manipulación inocua de los alimentos”, dictado a 10 procesadoras de la Casa de Alimentación y el Simoncito Libertador. Distribución de material educativo: afiche y tríptico de las cinco claves para la manipulación segura de los alimentos, sobrepeso, diabetes, hipertensión arterial, y actividad física elaborado por el INN.

Realización del II Festival Gastronómico La Nutriescuela.

Se valoraron los conocimientos adquiridos a través de la dramatización de un cuento.

Discusión: a pesar de los esfuerzos realizados en el país, desde los organismos del sector público y privado, la educación nutricional no ha tenido la efectividad deseada en cuanto a la modificación voluntaria de la prácticas alimentarias, de acuerdo con la conceptualización planteada por Andrein y Beghin (2001), y solo se ha enfocado a la promoción conforme a lo expuesto por la Fundación Bengoa (1995).

Por el contrario, se acepta la propuesta de autores como Forero (2002) y Arrieta (2006), que basados en los

planteamientos de Kotler y Roberto (1992), de recurrir al Mercadeo o Marketing Social en la educación nutricional con el fin de lograr el esfuerzo voluntario que conduce al cambio de conductas, ajustadas al marco social y utilizando las cuatro Ps del mercadeo comercial que implican intervenciones interpersonales basado en los avances de la tecnología de las comunicaciones y en la habilidades del marketing". La participación de la comunidad Rafael Caldera, específicamente el personal de la Casa de Alimentación y del Simoncito Libertador en las actividades realizadas en el I Festival Gastronómico La Nutriescuela y el Navideño del Simoncito Libertador, fueron continuadas y mejoradas con la destacada intervención en el II Festival Gastronómico La Nutriescuela, demostrando el grado de compromiso. Otros autores han realizado estudios comunitarios acerca de la trascendencia de hábitos alimentarios adecuados en la promoción de la salud, Ramírez (2009) implementó estrategias educativas en la comunidad La Becerrera del estado Mérida, a través de exposiciones de platos elaborados con productos cultivados en la zona y usando ingredientes no tradicionales como la zábila y la pira, en tanto que Aldana (2011) se enfocó hacia la prevención de parasitosis transmitidas por los alimentos en La Mucusé del Estado Mérida, y más reciente Alarcón (2012) emplea planes de acción para contribuir en los procesos de formación para promocionar calidad de vida.

## Conclusiones

Para mejorar la calidad de la alimentación, es necesario implementar estrategias novedosas que involucren a la comunidad en la promoción de hábitos alimentarios que favorezcan la salud, en este orden de ideas este trabajo de investigación es pionero en el Estado Trujillo, a pesar que se han realizado diversas experiencias vinculadas a la alimentación y manipulación higiénica de la misma. Entre las conclusiones tenemos:

1. Se encontró un conocimiento suficiente sobre la alimentación, pero la práctica es contradictoria.
2. Se observó disposición para el cambio a través de la participación activa y comprometida con la propuesta de la Nutriescuela, a excepción de los manipuladores de alimentos de la Escuela Bolivariana San Rafael, cuya intervención se limitó a los talleres dictados por el Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria.
3. Hubo una efectiva interacción en red para la ejecución de la propuesta por los miembros de la comunidad.

## Agradecimiento

A la comunidad Rafael Caldera del municipio Valera, Estado Trujillo.  
Consejo de Estudios de postgrado de la Universidad de Los Andes.

Este estudio se realizó en las instalaciones del Centro Educativo Infantil Comunitario (CENEDIC), Casa de Alimentación de Rafael Caldera (Nº 150), Simoncito Libertador e Instituto Experimental "José Witremundo Torrealba" (IEJWT) del Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR)

El proyecto fue aprobado y cofinanciado por el Consejo de Desarrollo, Científico, Humanístico, Tecnológico y de la Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes: Código de proyecto: NURR-H-523-12-09-EE

A la ayuda becaria del Instituto Nacional de Nutrición.

## Referencias Bibliográficas

Alarcón, B. (2012).Desarrollo integral en Salud Comunitaria del sector Rafael Caldera. [Tesis de Maestría] Valera: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.

Aldana, I. (2011).Sensibilización para la prevención de la Fasciolasis en humanos al manipular alimentos. La Mucusé, Mérida [Tesis de Especialización] Trujillo: Núcleo Universitario Rafael Rangel.

Arrieta, G.; (2006).El Mercadeo Social, más allá del régimen de competencia económica. [en linea] : [http://promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%2011\\_8.pdf](http://promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%2011_8.pdf)

FAO-OMS. CODEX ALIMENTARIUS. (1998). [en linea] <http://www.fao.org/docrep/w6419s/w6419s00.htm#Contents>

FAO. (1996). Guía Metodológica de Comunicación Social en Nutrición. [en linea]: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X6957S/X6957S00.HTM>.

Forero, A.; (2002). El marketing social como estrategia para la promoción de la salud. [en linea] en[http://promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%207\\_4.pdf](http://promocionsalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%207_4.pdf)

Fundación, Bengoa. (1995).Nutrición: Base del desarrollo: Educación

en Nutrición. Caracas: Ediciones CAVENDES;.

Instituto Experimental José Witremundo Torrealba (IEJET). (2001) 1.I Festival gastronómico La Nutriescuela. [en linea] <http://iejwt.blogspot.com/2011/08/festival-gastronomico-la-nutri-escuela.html> Blog comunidadadelrafaelcaldera. 2001. [en linea] [comunidadadelrafaelcaldera.blogspot.com](http://comunidadadelrafaelcaldera.blogspot.com)

Kotler, P.; Roberto, E.; (1992). Marketing Social. [en linea] [http://books.google.co.ve/books?id=vMRDpBfowEMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.co.ve/books?id=vMRDpBfowEMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Landaeta de J M.; Patiño, E.; García, N. (2010). Campaña de educación nutricional contra la malnutrición por los medios de comunicación masivos en Venezuela. An Venez Nutr ; 23 (1): [en linea]: <http://www.slan.org.ve/publicaciones/completas/pdf/Campa%C3%B1a%20de%20educacion.pdf>

Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria. Gaceta Oficial de la Michel, A.; Beghin, I.; (2001). Marco conceptual. En: Nutrición y Comunicación. De la educación en nutrición convencional a la comunicación social en nutrición. [en linea]: [http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=KFvt8p2OsEIC&oi=fnd&pg=PA6&dq=related:EhllCLscsSMJ:scholar.google.com/&ots=w1RRyXN\\_jr&sig=9zU7RjbGFTiy7KBiiJGCokLwqBk#v=onepage&q&f=true](http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=KFvt8p2OsEIC&oi=fnd&pg=PA6&dq=related:EhllCLscsSMJ:scholar.google.com/&ots=w1RRyXN_jr&sig=9zU7RjbGFTiy7KBiiJGCokLwqBk#v=onepage&q&f=true).

Ramírez, V. (2009). Promoción de alimentación sana entre los habitantes de la comunidad de La Becerrera, Mérida.

[Tesis de Especialización] Trujillo:  
Núcleo Universitario Rafael Rangel.  
República Bolivariana de Venezuela,  
Nº 5.889 Extraordinario, (31 de julio de  
2008)  
Resolución Nº SG-081, por la cual se  
dictan las Normas Complementarias del

Reglamento General de Alimentos.  
Gaceta Oficial de la Republica de  
Venezuela, Nº 35.921, (15 de marzo  
de 1996). Disponible desde Internet en  
[www.procuraduriacarabobo.gob.ve/.../Resolucion-N-SG-081](http://www.procuraduriacarabobo.gob.ve/.../Resolucion-N-SG-081).

# LÍPIDOS AISLADOS DE LECHE MATERNA REGULAN LA EXPRESIÓN DE CITOQUINAS EN CÉLULAS INTESTINALES HUMANAS (Caco-2)

Sánchez<sup>2,3</sup> Gabriela. y Barrera<sup>1,3</sup> Girolamo.

<sup>1</sup>Universidad de Carabobo

<sup>2</sup>Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

<sup>3</sup>Laboratorio de Biotecnología Aplicada

girolamobarrera@hotmail.com

## Resumen

La leche materna consiste en una mezcla de carbohidratos, proteínas y lípidos, muchos de los cuales constituyen compuestos bioactivos cuya función no ha sido explorada en su totalidad. Además de proporcionar nutrientes, confiere protección, desarrollo, tolerancia y modulación de la respuesta inflamatoria, especialmente en el sistema gastrointestinal del bebé. En la última década, ha tomado auge el estudio de lípidos en los métodos de señalización celular que regulan procesos tales como proliferación, metabolismo, e inflamación celular. En este sentido, la investigación se propuso estudiar el efecto de los lípidos de leche materna humana sobre la expresión de citoquinas pro-inflamatorias (IL6 e IL8) y antiinflamatoria (IL-10) en células epiteliales intestinales humanas (Caco-2). Para ello se cultivaron y estimularon células HT-29 con distintas concentraciones de lípidos de leche materna durante 48 h y se cuantificaron los niveles de las citoquinas: Interleuquina 6 (IL6), Interleuquina 8 (IL8), e Interleuquina 10 (IL10) mediante un ensayo inmuno enzimático (ELISA), y los niveles de expresión del ARN mensajero (ARNm) correspondiente a cada citoquina mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa de tipo cuantitativo (PCR en tiempo real). Se observó que los niveles de las citoquinas pro-inflamatorias disminuyeron significativamente entre dos y tres veces ( $p<0,01$ ) en células estimuladas con concentraciones crecientes de lípidos aislados de leche materna humana. Estos resultados sugieren que los lípidos de leche materna humana pudieran tener un rol importante sobre la modulación de citoquinas en el intestino del neonato.

**Palabras clave:** lípidos, leche materna, expresión de citoquina, células intestinales, Caco-2.

## Introducción

La lactancia materna es el método de alimentación recomendado por excelencia para un recién nacido durante los primeros 6 meses de vida [ESPGAN, (1982); Koletzko *et al.*, (2001)]. Consiste en una mezcla de carbohidratos, lípidos y proteínas, entre los cuales se destacan diversos compuestos bioactivos tales como hormonas, factores de crecimiento, vitaminas, lípidos, citoquinas, glutamina, lactoferrina, péptidos antimicrobianos, nucleótidos que influyen en el crecimiento y desarrollo del bebé, y especialmente se ha encontrado un papel importante de estos mediadores en la protección contra enfermedades gastrointestinales (Bernt y Walker, 1999).

En general, el promedio de lípidos contenido en la leche humana es cercano a 3,8 g/mL, aunque este valor presenta grandes variaciones [Koletzko, *et al.*, (2001)]. Se han identificado de la leche materna más de 200 ácidos grasos de diferente longitud de cadena e instauraciones, incluyendo el ácido linoleico (18:2n-6), el ácido  $\alpha$ -linoleico (18:2n-3), dos ácidos grasos esenciales; y los ácidos grasos poli-insaturados (PUFA) de cadena larga, el ácido araquidónico (AA) (20:4n-6), ácido eicosapentaenoico (EPA) (20:5n-3) y ácido docosahexaenoico (DHA) (22:6n-3) (Innis, 2007). Esta composición de ácidos grasos poli-insaturados es de vital importancia para el lactante pues presenta cierta inmadurez enzimática para la generación de un ácido graso a partir de los demás (Vilaplana, 2011). Los componentes lipídicos de la leche

materna proveen la mayor fuente de energía, contribuyendo con un 40-55% de la energía total producida por el neonato. Los PUFA de cadena larga sirven como componentes estructurales indispensables de las membranas celulares, además se destaca el efecto de los PUFA en el desarrollo neurológico y retinal o sensorial del bebé (Fleith y Clandinin, 2005), es por ello que muchas compañías se han avocado a suplementar con proporciones DHA y AA sus formulas infantiles, obteniendo resultados favorables. Field *et al* (2005) hace referencia a algunos estudios de los PUFA y el desarrollo del sistema inmune. Sin embargo, ha sido poco estudiado el papel de lípidos en la regulación de este sistema y las vías de señalización implicadas.

De este modo, se ha demostrado que un gran número de formas lipídicas tales como eicosanoides, fosfolípidos, esfingolípidos y ácidos grasos, están implicadas en rutas de señalización celular actuando como mensajeros intracelulares y extracelulares que llevan a controlar la proliferación celular, apoptosis, metabolismo y migración celular (Zhang y Wakelam, 2010). También se destaca su papel en la regulación positiva y negativa de la inflamación celular. La transducción de la señal de los lípidos ocurre principalmente por los receptores activados por proliferadores de peroxisomas (PPAR), los receptores de ácido retinoico (RXRs) principalmente, y también a través de receptores tipo Toll 2 y 4, y receptores purinérgicos. Distintos estudios demuestran la capacidad agonista o antagonista de los

ligados lipídicos de estos receptores, y la modulación de la respuesta inflamatoria dada por el perfil de citoquinas (Lee y Hwang, 2006).

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es estudiar el papel de los lípidos de leche materna en la regulación de citoquinas pro-inflamatorias (IL-8 e IL-6) y anti-inflamatorias (IL-10) en células epiteliales de colon de la línea celular Caco-2.

## Materiales y Métodos

**Material biológico y aislamiento de lípidos de leche materna:** Se colectaron muestras de leche humana de madres voluntarias sanas (18-30 años) entre las 2-4 semanas post-parto, por medio de masajes manuales. Ninguna de las mujeres presentó antecedentes de enfermedades gastrointestinales, respiratorias, reumatólogicas, cardiovasculares. Todas las muestras se obtuvieron previo consentimiento firmado, y el estudio fue aprobado por el comité de investigación en bioética del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). La extracción de lípidos se realizó según el método de Folch *et al.*, (1957).

**Cultivo de células:** La línea celular de colón Caco-2 (pases 7-17) se obtuvo de la American Type Culture Collection (ATCC, Manassas, USA), y fueron cultivadas de acuerdo a las instrucciones de la casa comercial en medio DMEM (Dulbecco's Modified Eagle's medium) suplementado con glutamina 2 mM, penicilina 50 IU/mL, estreptomicina 50 mg/mL y suero fetal bovino (FBS) inactivado por calor al 10%, a una

temperatura de 37°C y en una atmósfera al 5% de dióxido de carbono.

**ELISA:** Se cultivaron células Caco-2 en placas de 6 pozos a una concentración de  $2 \times 10^5$  células/mL y al obtener 50 % de confluencia, se colocaron en un medio sin FBS durante 24 h. Posteriormente, las células se trataron con distintas concentraciones de lípidos de leche materna (10-200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), lípidos específicos comerciales (100 ng/mL) ó vehículo (DMSO 0,1%) durante 48 h. En algunos experimentos, las células fueron pre- incubadas con 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  de LPS ó con maleato de perhexilina 80  $\mu\text{M}$  durante 24 h, previo al tratamiento con los lípidos por 48 h. Se centrifugaron las células a 1000 g por 15 min a 4 °C, y se recolectó el sobrenadante. Se realizaron ELISA comerciales para IL-6, IL-8 e IL-10 (Invitrogen Life Technologies N° de catalogo KHC0069, KHC0081 y KHC0101, respectivamente). Para la determinación de la cantidad de Proteína C reactiva se empleó el Kit comercial biogamma (Laboratorios Biogamma, Venezuela), y se siguieron las instrucciones del fabricante.

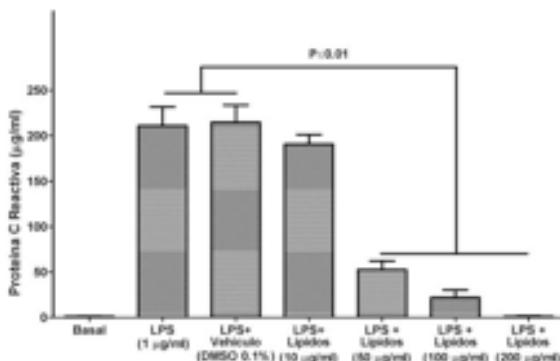
**IV Reacción de la transcriptasa reversa y reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RTq-PCR):** Se Siguió el procedimiento inicial descrito anteriormente, luego de la centrifugación a 1000 g durante quince minutos, se tomó el precipitado. La extracción de ARN se realizó de acuerdo a las instrucciones del fabricante mediante TrizolTM (Invitrogen, USA). La concentración y pureza del ARN se midió empleando un especrofotómetro Synergy HT spectrophotometer-BioTek Instruments). Se empleó un

total de 1 µg de ARN para transcribirlo a ADN complementario (cDNA) empleando un kit comercial (Invitrogen ThermoScriptTM RT-PCR System) de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se realizó PCR en tiempo real (RTq-PCR) empleando los primers reportados por Barrera y col. (2009) y siguiendo la metodología de Saegusa et al., (2007).

Los datos se presentaran como la media ± desviación estándar, el análisis estadístico aplicado será la prueba T de student para datos no apareados, tomando como significativo un valor de  $p<0,05$ .

## Resultados y Discusión

Los lípidos totales de leche materna (LTLM) tienen un efecto anti-inflamatorio. Se evaluó el efecto de distintas concentraciones de los LTLM sobre células previamente activadas con LPS de la línea celular Caco-2 y se obtuvo una disminución de proteína C reactiva directamente proporcional a la concentración de lípidos empleada en el ensayo. La proteína C reactiva constituye una proteína de fase aguda, comúnmente empleada como un marcador muy sensible de la inflamación y el daño tisular (Tillett y Francis, 1930), y su disminución en el modelo empleado indica que los LTLM ejercen una respuesta anti-inflamatoria. Por lo tanto, posteriormente se realizaron ensayos en la regulación los LTLM sobre citoquinas pro y anti inflamatorias.



**Figura 1.** Efecto de los lípidos totales de la leche materna sobre la cantidad de proteína C reactiva detectada en células Caco-2.

Los LTLM regulan negativamente la cantidad de IL6 e IL8 y positivamente la cantidad de IL-10 secretadas por células intestinales Caco-2: Para evaluar

el efecto de la fracción lipídica de la leche materna sobre células intestinales de colon en la línea celular Caco-2, éstas se incubaron con distintas concentraciones

de lípidos con o sin estimulación previa con 1 µg/mL de lipopolisacárido (LPS), y se midió por la técnica de ELISA (Figura 2A, B, y C) y de PCR en tiempo real (RTq-PCR) (Figura 2 D, E, y F) la cantidad o niveles de expresión de IL-6, IL-8 e IL-10. En la Figura 2, se muestra una disminución de las citoquinas pro-inflamatorias IL-6 e IL-8 de forma inversamente proporcional al aumento de la concentración de lípidos en células

pre-incubadas con LPS, hasta que a la más alta concentración de lípidos evaluada (200 µg/mL) se obtuvieron valores cercanos al valor basal sin estimulación con LPS. Del mismo modo, se observó un aumento de IL-10, una citoquina con efecto anti-inflamatorio, en células sin estímulo previo de LPS de manera directamente proporcional a la concentración de LTLM empleados (Figura 2 C y F).

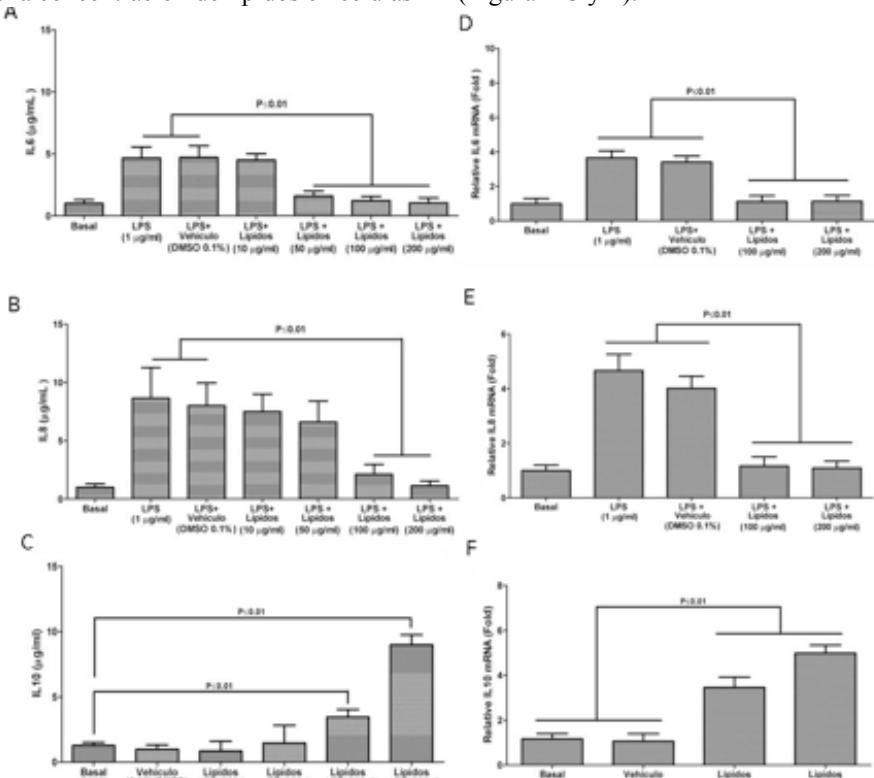


Figura 2. Efecto de los lípidos totales de leche materna sobre la cantidad (A, B y C) y los niveles de expresión (D, E y F) de citoquinas pro-inflamatorias IL- 6 e IL- 8 y anti- inflamatorias IL-10 en células intestinales Caco-2.

Algunos fosfolípidos y ácidos grasos específicos de leche materna pueden regular negativamente las citoquinas

pro-inflamatorias: Para discernir cuales eran los lípidos responsables por el efecto anti-inflamatorio observado en la

fracción lipídica total en leche materna, se procedió a evaluar una batería de lípidos purificados comerciales, encontrados en una alta proporción en la leche materna. Se obtuvo que los fosfolípidos: fosfatidilcolina y fosfatidilserina, y los ácidos grasos: ácido palmitoleico, ácido oleico y ácido araquidónico, también regulaban negativamente los niveles de expresión de las citoquinas IL-6 e IL-8 en células Caco-2 previamente estimuladas con LPS, cuantificado por RTq-PCR (Figuras 3 A y B). Mientras

que se obtuvo que las citoquinas pro-inflamatorias no disminuyeron en comparación con las células previamente estimuladas con LPS, al ser incubadas con el ácido caprino, que se utilizó como control negativo debido a que es un ácido graso que no se encuentra reportado como parte de los lípidos de la leche materna. Esto comprueba que el efecto anti-inflamatorio es específico para los lípidos de leche materna y no cualquier lípido con estructura parecida.

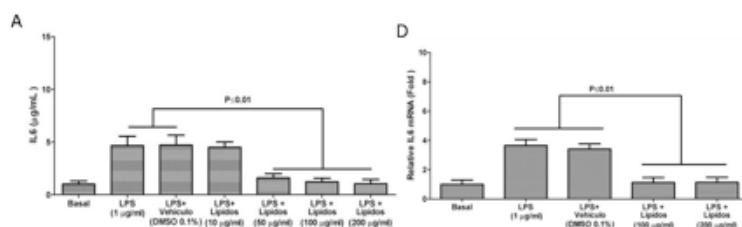


Figura 3. Efecto de los lípidos específicos de leche materna sobre los niveles de expresión de citoquinas pro-inflamatorias IL-6 (A) e IL-8 (B) en células Caco-2.

El maleato de perhexilina inhibe el efecto anti-inflamatorio de la fosfatidilcolina y el ácido palmitoleico: El maleato de perhexilina es una droga que inhibe a la proteína transportadora de ácidos grasos (FATP) (Li *et al.*, 2008). Se determinó la regulación de dos citoquinas pro-inflamatorias en presencia de este inhibidor, empleando los lípidos específicos presentes en leche materna que tuvieron el mayor efecto anti-inflamatorio en el modelo utilizado, como lo son la fosfatidilcolina y el ácido palmitoleico. Se observó que el nivel de expresión de las citoquinas

IL-6 e IL-8 disminuía significativamente en presencia de LPS, mientras que al ser preincubadas con LPS y el inhibidor maleato de perhexilina, este efecto era abolido, ya que los niveles de citoquinas se mantenían altos. De estos experimentos se puede deducir que el efecto anti-inflamatorio depende del transporte de estos lípidos específicos al interior de la célula, y de la señalización intracelular resultante.

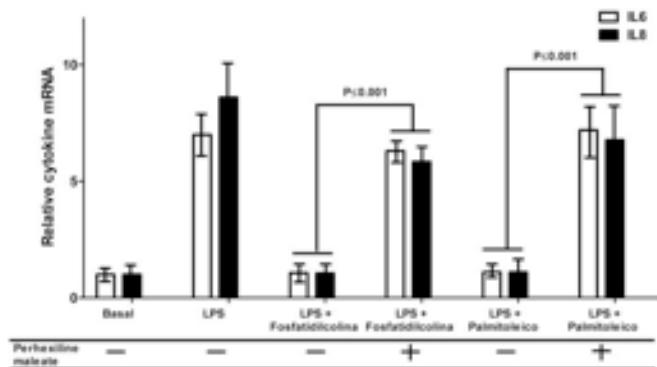


Figura 4. Efecto de la fosfatidicolina y el ácido palmitoleico sobre la regulación de las citoquinas IL-6 e IL-8 al ser preincubado con el inhibidor maleato de perhexilina.

## Discusión de Resultados

El papel de los lípidos de leche materna ha sido estudiado de forma amplia en la última década, dado los beneficios, se tiene que la proporción y composición de lípidos encontrados en la leche materna no es reproducido en las formulas comerciales (Smit *et al.*, 2003). En este sentido, Lucas y Cole (1990) realizaron un estudio donde la alimentación con leche materna humana está asociada con la reducción del riesgo de padecer una enfermedad inflamatoria como la enterocolitis necrotizante del neonato en comparación con bebés alimentados con fórmula.

En el presente trabajo se describe el efecto anti-inflamatorio que presentan los LTLM en células intestinales humanas, dado por la disminución de la proteína C reactiva (Figura 1), de citoquinas pro-inflamatorias IL-6 e IL-8, así como el aumento de la citoquina anti-inflamatoria IL-10 (Figura 2). Como se describió anteriormente, se conoce

poco sobre los efectos de los lípidos en el sistema inmune y su efecto en la señalización que conlleva a este efecto anti-inflamatorio observado.

Se conoce que los PUFA de cadena larga consumidos en la dieta pueden modular la generación de células Th1 y Th2 en adultos. Field *et al.*, (2001) reportaron que los niños alimentados con formulas supplementadas con DHA y AA tenían poblaciones de linfocitos CD4 de memoria ó activadas por antígeno (CD45RO) y la cantidad de IL-10, parecidas a la presentada por bebés alimentados con leche materna humana, a diferencia de bebés alimentados con fórmula no suplementada (Field, 2005). En este sentido, se encontró que los lípidos específicos que producían el efecto anti- inflamatorio eran mayormente los fosfolípidos: fosfatidicolina (PC) y fosfatidilsérina; y los ácidos grasos: oleico, palmitoleico y el AA (Figura 3). Se destaca que la PC ha mostrado tener efecto anti-inflamatorio. Estudios recientes muestran que en enfermedades

inflamatorias del colon, como la colitis ulcerativa, los pacientes que la padecen muestran menor contenido de PC en comparación con individuos sanos, mientras que el tratamiento con PC disminuye la actividad inflamatoria. Treede *et al.*, (2007) realizaron experimentos en la línea celular Caco-2 donde observaron una inhibición de la respuesta inflamatoria inducida por TNF- $\alpha$ , dada por la inhibición de la actividad de las quinasas activadas por mitógenos (MAPK) ERK y p38 y de NF- $\kappa$ B (que promueve la síntesis de citoquinas pro-inflamatorias), mientras que otros fosfolípidos como la esfingomielina no producían estos efectos (Schneider *et al.*, 2010). Además otros autores señalan como uno de los receptores que media esta señalización a los PPAR $\gamma$ 2 y PPAR $\alpha$ , indicando que la activación de estos receptores promueven una respuesta Th2 y disminuye la inflamación de enfermedades como la colitis (Saubermann *et al.*, 2002). De hecho, estudios recientes sugieren que la 1-palmitoil-2- oleoil-sn-glicerol-3-fosfocolina es un ligando endógeno de PPAR $\alpha$  (Chakravarthy *et al.*, 2009; Schneider *et al.*, 2010).

En cuanto a los ácidos grasos, el ácido palmitoleico obtuvo el mayor efecto anti- inflamatorio, sin embargo no hay reportes de su papel en la inflamación. Por otro lado, Lee y col. (2001) reporta que en macrófagos los ácidos grasos no saturados promueven respuestas pro-inflamatorias; mientras que varios ácidos grasos insaturados, incluyendo PUFA s n-6 como el ácido araquidónico inhiben la expresión de genes tales como

COX- 2, iNOS e IL-1 $\alpha$ . Así mismo, se ha reportado que productos de nitración de ácidos grasos insaturados producidos de manera dependiente de reacciones de oxidación dependientes de óxido nítrico, un producto lipídico endógeno, tales como el ácido oleico 9- o 10-nitrooctadecanoico (OA-NO<sub>2</sub>) es un agonista de PPAR $\gamma$  y disminuye la actividad inflamatoria en el modelo experimental de la enfermedad intestinal inflamatoria [Borniquel *et al.*, (2010)]. En la Figura 4 se demuestra que el efecto anti-inflamatorio es bloqueado por el inhibidor de FATP, por lo cual se deduce que se necesita de la entrada de los lípidos específicos a la célula, para ejercer su señalización intracelular, posiblemente a través de receptores intracelulares como estudios sugieren que la PC es ligando de PPAR [Schneider *et al.*, (2010)].

Todos estos datos en conjunto, sugieren que factores lipídicos como fosfolípidos y ácidos grasos insaturados que se encuentran en la leche materna pudieran activar receptores específicos en células intestinales de colon que activan una señalización intracelular y de ese modo pudieran modular la respuesta inmune en el intestino del neonato, confirriendo una posible protección frente a enfermedades inflamatorias.

## Conclusiones

El entendimiento de la composición y las propiedades funcionales de los lípidos de leche materna pueden proveer una guía valiosa para el desarrollo de nuevas fórmulas infantiles suplementadas que las mejoren, mas no

se pretende sustituir todos los numerosos beneficios de la alimentación con leche materna.

La protección que ofrece la leche materna frente a enfermedades inflamatorias intestinales en neonatos, pudiera estar asociada al efecto de los lípidos contenidos sobre rutas de señalización y modulación de citoquinas en enterocitos.

## Referencias bibliográficas

- Barrera, G.; Portillo, R.; Mijares, A.; Rocafull, M.; del Castillo, J.; Thomas, L.; (2009). Immunoglobulin A with protease activity secreted in human milk activates PAR-2 receptors, of intestinal epithelial cells HT-29, and promotes beta-defensin-2 expression. *Immunology Letters*, 123: 52–59.
- Bernt K., Walker W., (1999). Human milk as a carrier of biochemical messages. *Acta Paediatr* , 88(430):27-41(Suppl.)
- Borniquel, S., Jansson, E., Marsha, P.; Bruce A.; Lundberg, J.; (2010). Nitrated oleic acid up-regulates PPAR $\gamma$  and attenuates experimental inflammatory bowel disease. *Free Radical Biology & Medicine*, 48: 499–505.
- Chakravarthy, M., Lodhi, I., Yin, L.; Malapaka, R.; Xu, H.; Turk J.; Semenkovich, C.; (2009). Identification of a physiologically relevant endogenous ligand for PPARalpha in liver. *Cell*, 138: 476–488.
- ESPGAN Committee on Nutrition. 1982. Guidelines on infant nutrition: III. Recommendations for infant feeding. *Acta paediatrica Scandinavica*; 302 :1–27.
- Fernández, I., De las Cuevas, I., (2006). Enterocolitis necrotizante neonatal. *Boletín Pediátrico*, 46(SUPL. 1): 172-178
- Field, C. (2005). The Immunological Components of Human Milk and Their Effect on Immune Development in Infants. *The Journal of Nutrition*, 135(1):1-4.
- Fleith, M., Clandinin, M. (2005). Dietary PUFA for preterm and term infants: review of clinical studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(3):205-229.
- Folch, J., Lees M., Sloane, G., (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497–509.
- Fullekrug, W., Stremmel, G., Griffiths, R., Ehehalt. (2007). Anti-inflammatory effects of phosphatidylcholine. *The Journal of Biological Chemistry*, 282: 27155–27164.
- Innis, S. (2007). Human milk: maternal dietary lipids and infant development. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66: 397–404.
- Koletzko, B., Rodriguez-Palmero, M., Demmelmair, H., Fidler, Jensen, R., Sauerwald, T., (2001). Physiological aspects of human milk lipids. *Early Human Development*, 65: S3–S18 (Suppl.).
- Lee, Y., Hwang, D., (2006). The Modulation of Inflammatory Gene Expression by Lipids: Mediation through Toll-like Receptors. *Molecular Cells*, 21(2):174-185.
- Li, H., Black, P., Chokshi, A., Sandoval-Alvarez, A., Vatsyayan, R., Sealls W., DiRusso, C., (2008). High-throughput screening for fatty acid uptake inhibitors in humanized yeast identifies atypical antipsychotic drugs

- that cause dyslipidemias. *Journal of Lipid Research*, 49: 230-244.
- Saegusa, S. Totsuka, M. Kaminogawa S., Hosoi. T., (2007). Cytokine Responses of Intestinal Epithelial-Like Caco-2 Cells to Non Pathogenic and Opportunistic Pathogenic Yeast in the presence of Butyric Acid. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71(10): 2428-2434.
- Saubermann, L., Nakajima, A., Wada, K., Zhao, S., Terauchi, Y. Kadowaki, T. Aburatani, H. Matsuhashi, N. Nagai R., Blumberg. R., (2002). Peroxisome Proliferator- Activated Receptor Gamma Agonist Ligands Stimulate a Th2 Cytokine Response and Prevent Acute Colitis. *Inflammatory Bowel Diseases*, 8(5):330–339.
- Schneider, H., Braun, A. Füllekrug, J. Stremmel W., Ehehalt. R., (2010). Lipid Based Therapy for Ulcerative Colitis: Modulation of Intestinal Mucus Membrane Phospholipids as a Tool to Influence Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 11: 4149-4164.
- Smit, E., Martini, I., Kemperman, R., Schaafsma, A. Muskiet F., Boersma. E. (2003). Fatty acids in formulae for term infants: compliance of present recommendations with the actual human milk fatty acid composition of geographically different populations. *Acta Paediatr.*, 92(7):790-796.
- Tillett, W., Francis. T., (1930). Serological reactions in pneumonia with a non-protein somatic fraction of pneumococcus. *Journal of Experimental Medicine*, 52:561-571.
- Treede, I., Braun, A., Sparla, R., Kuhnel, M., Giese, T., Turner, J., Anes, H., Kulaksiz, J. Vilaplana, M., (2011). Nuevos nutrientes en leches infantiles. Ámbito farmacéutico, nutrición 30 (1): 46-52.
- Wymann, M., Schneiter. R., (2008). Lipid signalling in disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 9: 162-176.
- Zhang, Q. y M. Wakelam. 2010. Chemistry and Physics of Lipids, 163:S7.

# NIVELES DE ELEMENTOS TRAZA ESENCIALES EN CABELLO DE NIÑOS DE LA ETNIA BARÍ

Bravo Alfonso<sup>1</sup>, Hernández Yorman<sup>1</sup>, Montilla Brinolfo<sup>2</sup>, Colina Marinela<sup>2</sup>, Semprún Neomar<sup>3</sup>, Villalobos Daniel<sup>1</sup>, Martínez Ninfa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición, FDM-LUZ

<sup>2</sup>Laboratorio de Química Ambiental, FEC-LUZ

<sup>3</sup>Laboratorio de Inmunología, FEC-LUZ

arbravo@gmail.com

## Resumen

Importantes funciones biológicas como el transporte de oxígeno, producción de energía, y múltiples reacciones enzimáticas dependen específicamente de los elementos traza. La detección de estos micronutrientes en muestras de cabello puede ser de utilidad como indicador del estado nutricional de las poblaciones. Por tal motivo, el objetivo del estudio fue determinar los niveles de hierro (*Fe*), zinc (*Zn*), cobre (*Cu*), cobalto (*Co*), selenio (*Se*) y manganeso (*Mn*), en el cabello de niños de la etnia Barí. Se realizó una investigación descriptiva, transversal, en una muestra de niñas y niños (n=40) con edades comprendidas entre 2-12 años, de la comunidad indígena Barí “Kumanda”, ubicada en la Sierra de Perijá, estado Zulia. Las muestras de cabello fueron lavadas rigurosamente con un detergente no iónico, agua desionizada, y se mineralizaron en medio ácido utilizando digestores Parr. La concentración de elementos traza fue determinada por espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP- MS). El análisis de los resultados evidenció los siguientes niveles de elementos traza ( $\mu\text{g/g}$ ): *Fe*  $190,37 \pm 134,41$ ; *Zn*  $107,40 \pm 68,78$ ; *Cu*,  $6,79 \pm 4,19$ ; *Co*  $0,11 \pm 0,16$ ; *Se*  $3,19 \pm 4,34$ ; y *Mn*  $25,33 \pm 14,21$ . Respectivamente los valores de *Zn* y *Cu* en las muestras de los niños Barí, oscilaron en un orden de magnitud inferior al reportado en la literatura para cabello humano, mientras que los niveles de *Fe*, *Co*, *Se* y *Mn* fueron más elevados. Estos resultados pueden servir de base para futuras investigaciones donde se explore las posibles fuentes de los elementos y su relación con el estado de salud de la población infantil en estudio.

**Palabras clave:** elementos traza, cabello, etnia Barí, ICP-MS.

## Introducción

Los micronutrientes hierro, zinc, cobre, cobalto, selenio y manganeso son elementos traza u oligoelementos presentes en los tejidos corporales en cantidades muy pequeñas. Se consideran especies químicas esenciales, ya que forman parte de proteínas y enzimas que actúan en diversos procesos biológicos indispensables para el funcionamiento de un organismo vivo (Jiménez y Marín, 1990). El hombre requiere absorberlos desde la dieta durante toda la vida, especialmente en etapas de rápido crecimiento. Sin embargo, la dieta de la mayoría de las poblaciones, particularmente en Latinoamérica, son frecuentemente deficiente en estos microminerales, produciendo un aumento de la susceptibilidad a infecciones severas (O'Donnell y Carmuega, 1998).

Existe una mayor probabilidad de sufrir deficiencia de elementos traza en aquellos grupos poblacionales en los que ocurre un inadecuado consumo y asimilación de la dieta, o un aumento de su demanda. Entre estos se encuentran los lactantes, niños, adolescentes, embarazadas y mujeres en edad reproductiva [Pombo *et al.*, (2001)]. La deficiencia de micronutrientes es un problema serio de salud pública en los países en desarrollo, por el impacto que ocasionan sobre la salud y el bienestar de la población según lo expuesto por [Solano *et al.*, (1998)]. a pesar de que tradicionalmente la deficiencia de micronutrientes es evaluada a través de muestras de sangre, se ha demostrado que el cabello resulta ser el tejido ideal para este tipo de análisis, principalmente

porque son muestras fáciles de obtener y, además, porque no causa ningún tipo de dolor en las personas. Así mismo, las muestras pueden ser enviadas al laboratorio sin requisitos especiales de manejo [Domellöf *et al.*, (2002)]. Diferentes estudios han documentado la validez del análisis de elementos traza en cabello [Morton *et al.*, (2002); Blaurock-Busch *et al.*, (2011)]. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA), el cabello es “un tejido significativo y representativo” para la medición de metales tóxicos y nutrientes seleccionados. También puede ser utilizado en el diagnóstico de suplementación insuficiente en elementos esenciales antes de la aparición de un estado de deficiencia aguda (Nnorom *et al.*, 2005). Con el avance de la tecnología en los últimos 10 años, el análisis elemental del cabello se ha convertido en una herramienta valiosa dentro de diferentes disciplinas científicas, gracias al desarrollo de técnicas muy sensibles como la espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS) (Rodushkin y Axelsson, 2000). Con respecto al análisis de muestras de cabello de población infantil, Sakai *et al.* (2000) midieron en Japón los cambios en la concentración de 4 elementos trazas esenciales, estudio en el cual se evidenció una disminución del Zn a partir de los 6 años. En Bolivia, Barbieri *et al.* (2011) determinaron 15 elementos en niños de 7-12 años, donde los valores de Zn fueron más altos en las niñas. En el estudio de Dongarrà *et al.* (2012), en Italia, fueron analizados 19 elementos en niños de 11-13 años,

con diferencias en el Zn entre géneros y Mn elevado en habitantes de zonas industriales. En Venezuela, actualmente son muy limitadas las referencias sobre análisis de elementos en cabello, y sólo se documentan los metales tóxicos mercurio y plomo [Bello *et al.*, (2002); Rojas *et al.*, (2007)].

El empobrecimiento de la población venezolana ha sido uno de los problemas más difíciles que enfrenta el país [Portillo *et al.*, (2004)], y en este sentido, se puede afirmar que uno de los grupos más vulnerables han sido las etnias indígenas. En Venezuela existen alrededor de 30 etnias aborígenes, la mayoría de las cuales ha pasado por largos períodos de exclusión de los planes sociales implementados por los gobiernos anteriores, lo que ha ocasionado que estas poblaciones padezcan de muchas necesidades biopsicosociales, que imposibilitan un desarrollo a la par con los grupos no indígena [Maury *et al.*, (2010)].

Ante esta situación, es probable detectar deficiencias de elementos traza esenciales en los grupos indígenas. De ahí que el objetivo de este estudio haya sido el de determinar los niveles de Fe, Zn, Cu, Co, Se y Mn en el cabello de niños de la etnia Barí, mediante espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS).

## Materiales y Métodos

A continuación se describen los métodos y materiales utilizados en la investigación.

## Población y Muestra

El estudio fue prospectivo, transversal, descriptivo y analítico. La comunidad indígena Barí “Kumanda” está ubicada en la Sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela, con una población estimada para el año 2008 de 114 individuos, existiendo un importante número de infantes. Se colectaron muestras de cabello de 40 niños de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 2-12 años. Debido a las características de la población, el tipo de muestreo fue por conveniencia [Hernández *et al.*, (2006)].

## Criterios selección de la muestra

Fueron seleccionados niños saludables de la etnia Barí, cuyos padres debían ser de la misma ascendencia indígena en dos generaciones sucesivas. Todos los padres de los niños estuvieron de acuerdo con la toma de muestra y manifestaron verbalmente su aprobación sobre la participación de sus hijos en la investigación. Los procedimientos empleados estuvieron ajustados a las normas éticas para trabajos con seres humanos, expresados en la declaración de Helsinki (Manzini, 2000).

## Obtención de las muestras

Las muestras fueron colectadas de la región occipital del cráneo. Se utilizó una tijera de acero inoxidable, manteniendo una distancia de 2 cm a partir de la raíz del cabello. Cada muestra fue depositada en bolsas plásticas, químicamente limpias, con cierre hermético, que posteriormente fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta el momento de su procesamiento.

### Lavado de las muestras de cabello

Las muestras de cabello fueron sometidas a un proceso de lavado para garantizar la remoción del contenido de metales de procedencia endógena. Se utilizó un protocolo de limpieza convencional para este tipo de muestras biológicas (Blaurock-Busch *et al.*, 2012). El lavado se realizó colocando el cabello por 10 minutos en una solución de detergente no iónico (*Sodosil* – Riedel de Haën) al 0,3%; luego se lavó tres veces por 5 minutos con  $H_2O$  desionizada y, finalmente, el material fue secado durante toda la noche a 50°C (Yáñez *et al.*, 2005).

### Mineralización de las muestras

Se pesó en una balanza analítica (Ohaus, Pioneer™ PA 313) entre 1-100 mg de cabello. Las muestras fueron colocadas en dispositivos para digestión Parr, adicionando

5 ml de una mezcla 5:3 de HNO<sub>3</sub> concentrado (J.T. Baker Inc.) y H<sub>2</sub>O desionizada. La mineralización se realizó en un horno por convección, a 110°C de temperatura, durante 6 horas.

### Determinación de minerales

Las muestras mineralizadas fueron diluidas con  $H_2O$  desionizada, empleando balones aforados de 5 ml. Las concentraciones de Fe, Zn, Cu, Co, Se y Mn se midieron por espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS), en un equipo marca Agilent Technologies, modelo 7500

series. Los resultados fueron expresados en µg/g de cabello. Se utilizó material certificado (NIST 1566a Oyster Tissue) como parte del control de calidad y para la validación de los resultados.

### Análisis estadístico

Los datos fueron procesados mediante la aplicación del paquete estadístico SPSS, versión 20.0 (SPSS Inc., 2011). Se calcularon los estadísticos descriptivos (promedio ± desviación estándar y porcentajes) de cada variable en estudio. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos. En las variables donde hubo distribución normal se aplicó *t-student*, y aquellas con distribución no normal se evaluaron con la prueba Mann-Whitney. Las diferencias fueron consideradas significativas con p<0,05.

## Resultados y Discusión

Las características generales de los niños Barí aparecen en la Tabla 1. Del total de los niños elegidos para el estudio, 40% (n=16) fueron del género masculino y 60% (n=24) del femenino, con edad promedio de 6,43 años, peso 18,65 kg y talla 104,88 cm. No hubo diferencias significativas para estas variables al comparar entre los géneros.

**Tabla 1. Características generales de los niños Barí**

Característica	Masculino (n=16) ns	Femenino (n=24) ns	Todos (n=40)
Edad (años)	5,88 ± 3,30 ns	6,79 ± 3,01 ns	6,43 ± 3,12
Peso (kg)**	17,34 ± 8,43 ns	19,52 ± 7,14 ns	18,65 ± 7,65
Talla (cm)	101,13 ± 22,92	107,38 ± 16,91	104,88 ± 19,51

\*Diferencias entre género, prueba t-student, ns: no significativo.

\*\*Diferencias entre género, prueba Mann-Whitney, ns: no significativo.

En la Tabla 2 se presenta el contenido de elementos traza esenciales en las muestras de cabello. El orden decreciente de las concentraciones fue: *Fe*>*Zn*>*Mn*>*Cu*>*Se*>*Co*. La concentración promedio de Fe fue de 190,37 ± 134,41 µg/g; de Zn, 107,37±68,78 µg/g; de Mn,

25,33±14,21 µg/g; de Cu, 6,79±4,19 µg/g; de Se, 3,19±4,34 µg/g; y de Co, 0,11±0,16 µg/g. En las niñas fue detectada una mayor concentración de Zn y en los varones un mayor contenido de Co, con diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

**Tabla 2. Contenido de elementos traza esenciales (µg/g) en cabello de niños Barí.**

Elemento	concentración (µg/g)		
	Masculino ns	Femenino ns	Todos
Fe**	199,40 ± 128,69 <sub>a</sub>	184,35 ± 140,50 <sub>a</sub>	190,37 ± 134,41
Zn**	80,19 ± 17,68 <sub>ns</sub>	125,49 ± 83,44 <sub>ns</sub>	107,40 ± 68,78
Cu**	5,89 ± 4,10 <sub>a</sub>	7,25 ± 4,25 <sub>a</sub>	6,79 ± 4,19
Co**	0,29 ± 0,00 <sub>ns</sub>	0,02 ± 0,01 <sub>ns</sub>	0,11 ± 0,16
Se **	4,54 ± 6,29 <sub>ns</sub>	2,39 ± 2,48 <sub>ns</sub>	3,19 ± 4,34
Mn	23,11 ± 13,36	26,72 ± 14,82	25,33 ± 14,21

\*Diferencias entre géneros, prueba Mann-Whitney, ns: no significativo.

\*\*Diferencias entre géneros, prueba t-student ( $p<0,05$ ), ns: no significativo.

En este estudio, el análisis de Fe en las muestras de cabello de los niños Barí evidenció una concentración promedio más alta (190,37 µg/g) en comparación con el promedio de 78,9 µg/g reportado por Benson (2011) en población infantil de Sudáfrica. Las investigaciones precedentes sobre el tema muestran valores de concentración muy amplios para el Fe. Ali *et al.* (1997), en un estudio realizado con niños de Bangladesh, mostraron valores de Fe desde 63 µg/g hasta 377 µg/g, con un

promedio de 312 µg/g. Sin embargo, la mayoría de los reportes citados muestran cifras menores a 80 µg/g. Al confrontar estos resultados se observa que las concentraciones de Fe en la población infantil Barí de Kumanda triplican los valores reportados en la mayoría de las investigaciones similares a este estudio, por lo que se podría inferir que existe un foco de exposición al hierro en esta comunidad.

López y Hernández (2004), en el estudio sobre la realidad actual de los pueblos

indígenas de Venezuela, manifestaron que las diferentes comunidades Barí que residen en la Sierra de Perijá se encuentran expuestas a problemas de salud pública debido a la explotación minera que ocurre en la región desde el año 1996. De acuerdo a estos investigadores, este tipo de actividades industriales podría estar contaminando las fuentes de agua utilizadas por las poblaciones nativas. No obstante, aún no se han realizado estudios suficientes que corroboren tales afirmaciones.

La deficiencia de elementos como el Fe es la carencia nutricional más prevalente a nivel mundial y la principal causa de anemia en niños, afectando además su desarrollo mental y motor [Galán y Hercberg, (1989)]. La anemia por deficiencia de Fe ha sido documentada en población infantil de Venezuela [Solano *et al.*, (2008)]. En niños de la etnia Barí, Maury *et al.* (2010) reportaron deficiencia de Fe según la valoración de los niveles plasmáticos de este mineral. Por otra parte, el contenido de Zn en cabello de niños Barí (107,37 µg/g) fue inferior al promedio de 172,08 µg/g reportado por Benson *et al.*, (2011). En el estudio de Blaurock-Busch *et al.* (2011) detectaron que este elemento a una concentración de 149,86 µg/g, en muestras de cabello de niños sanos. En las niñas Barí se encontró un contenido mayor de Zn en comparación con los varones, similar a lo descrito por Barbieri *et al.*, (2011) en cabello de niños en Bolivia. Las anteriores comparaciones permiten inferir que pudiera existir una deficiencia de Zn en la población infantil Barí de Kumanda, lo que estaría relacionado con la severa deficiencia

de este elemento traza esencial, según lo reportado por [Maury *et al.*, (2010)] para la misma comunidad indígena en el estudio de los niveles plasmáticos. La deficiencia de Zn podría ser responsable de consecuencias adversas severas sobre el crecimiento infantil, pérdida del sentido del gusto, lesiones cutáneas, retardo en la cicatrización de heridas y alteraciones inmunitarias [Gibson *et al.*, (2008)].

En cuanto al contenido de cobre, el valor promedio fue de Barí (6,79 µg/g) más bajo que el encontrado por Ali *et al.*, (1997) en cabello de niños sanos, cuyo promedio fue 21,70 µg/g. Para este elemento traza, Blaurock-Busch *et al.* (2012) reportaron un rango de referencia de 6,70-37,00 µg/g en un grupo de niños sanos. Esto permite suponer que en la población infantil Barí de Kumanda hay una probable deficiencia de Cu, similar a los hallazgos de Maury *et al.*, (2010) referentes a sus niveles plasmáticos. El déficit de Cu es menos frecuente que otros elementos como el Zn; ha sido descrito principalmente en lactantes prematuros, y en niños desnutridos se ha relacionado con anemia (Cordano, 1998).

En este estudio, la concentración promedio de Co fue de 0,11 µg/g, resultando más alta que el promedio de 0,03 µg/g encontrado por Blaurock-Busch *et al.* (2011) en un grupo de niños sanos. Sin embargo, es importante destacar que este elemento traza esencial sólo fue detectado en 7,5% (n=3) de las muestras de cabello, por lo tanto, los valores esperados para Co pueden ser muy bajos. En este orden de ideas, bajos niveles de Co en niños

han sido asociados a niveles elevados de colesterol total, anticuerpos anti-colágeno tipo IV e hipertensión esencial [Nicoloff *et al.*, (2006)].

El Se fue detectado en mayor concentración (3,19 µg/g) que la observada por Blaurock-Busch *et al.* (2011), cuyo promedio fue 0,36 µg/g en cabello de niños sanos. En otro estudio más reciente, Blaurock-Busch *et al.* (2012) reportaron un rango de referencia para Se de 0,20-3,00 µg/g. Estas diferencias se explican al considerar que Venezuela, al igual que otros países latinoamericanos como Colombia y México, es una región con altas concentraciones de Se en los suelos. Las investigaciones realizadas por Werner (1992) demostraron que los niveles más altos de Se en suelo y orina han sido reportados para Venezuela, y las concentraciones de Se en niños de zonas seleníferas de Venezuela son mucho más altas que las encontradas en niños de Berlín y Oslo.

En referencia al Mn, fue encontrado en mayor concentración en cabello de los niños Barí (25,33 µg/g), el valor promedio de 11,09 µg/g descrito por Tasneem *et al.* (2009) en niños de una región rural de Pakistán. Estos resultados también se encuentran por encima de lo reportado por Blaurock-Busch *et al.* (2011), un promedio de 0,41 µg/g en grupo de niños sanos. El Mn es un elemento cuya fuente nutricional principal está en el reino vegetal. Este último aspecto resulta de interés, tomando en cuenta que en la comunidad Barí de Kumanda se observó el hábito muy frecuente entre los niños de masticar hojas de árboles. Esto pudiera

ocasionar una mayor absorción de Mn, lo que explicaría su alta concentración en cabello.

Los resultados de esta investigación pueden servir de base para futuros estudios donde se exploren las posibles fuentes de los elementos traza analizados y su relación con el estado de salud de la población infantil en estudio.

## Conclusiones

Se concluye que los valores de Zn y Cu en las muestras de cabello de los niños Barí oscilaron en un orden de magnitud inferior al reportado en la literatura para cabello humano, mientras que los niveles de Fe, Co, Se y Mn fueron más elevados.

## Agradecimiento

A todos los pobladores de la comunidad Barí de Kumanda, por su grata disposición durante el desarrollo de la investigación.

## Referencias Bibliográficas

- Ali, M., Khan, H., Wahiduzzaman, M.; Malek, M. (1997). Trace element concentration in hair of Bangladesh children under normal and malnutrition conditions. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 219 (1), 81-87.
- Barbieri, F.L.; Cournil, A.; Souza Sarkis, J. E.; Bénéfice, E.; y Gardon, J. (2011). Hair trace elements concentration to describe polymetallic mining waste exposure in Bolivian Altiplano. *Biological Trace Elements Research*, 139 (1), 10-23.
- Bello, S.; Rodríguez, M.; Fernández, D.; Vásquez, A.; Ocando, A.; Contreras,

- J. y Granadillo, V. (2002). Niveles de mercurio en cabello de individuos expuestos ocupacionalmente en el área odontológica. *Acta Odontológica Venezolana*, 40 (2); 123-128.
- Benson, O. (2011). Trace element indices in hair and saliva of school children. *Journal Basic of Applied Sciences Research*, 1 (3): 169-177.
- Blaurock-Busch, E., Amin, O. R., Dessoiki, H. H. y Rabah, T. (2012). Toxic metals and essential elements in hair and severity of symptoms among children with autism. *Maedica*, 7 (1): 38-48.
- Blaurock-Busch, E., Amin, O. R. y Rabah, T. (2011). Heavy metals and trace elements in hair and urine of a sample of Arab children with autistic spectrum disorder. *Maedica*, 6 (4): 247-257.
- Cordano, A. (1998). Clinical manifestations of nutritional copper deficiency in infants and children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 67, 1012S-1016S.
- Domellöf, M., Lönnnerdal, B.; Dewey, K., Cohen, J., Rivera, L. Hernell, O. (2002). Sex Differences in Iron status during infancy. *Pediatrics*, 110: 545-552
- Dongarrà, G.; Varrica, D.; Tamburo, E. D'Andrea, D. (2012). Trace elements in scalp hair of children living in differing environmental contexts in Sicily (Italy). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 34 (2): 160-169.
- Galán, P.; Hercberg, S. (1989). El déficit del hierro en los países industrializados. Una carencia en el contexto de la abundancia (II). *ROL de Enfermería*, 135 (2), 69-73.
- Gibson, R.S.; Hess, S.Y.; Hotz, C. ; Brown, K.H. (2008). Indicators of zinc status at the population level: a review of the evidence. *British Journal of Nutrition*, 99 (3): 14-23.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. Baptista, L.P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Jiménez, C.; Marín, M. (1990). Aspectos nutricionales y toxicológicos de algunos elementos minerales: cobre, hierro, magnesio y zinc. *Medicina Clínica*, 94 (1), 59-84.
- López Sánchez, R. y Hernández Rodríguez, C. (2004). Realidad actual de los pueblos indígenas de Venezuela: los Barí y los Yukpa y el conflicto con las empresas petroleras y carboníferas. *UNICA*, 5 (10), 122-144.
- Manzini, J. L. (2000). Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta Bioethica*, 6 (2): 321-334.
- Maury, E., Mattei, A., Perozo, K., Bravo, A., Martínez, E. y Vizcarra, M. (2010). Niveles plasmáticos de hierro, cobre y zinc en escolares Barí. *Pediatria (Asunción)*, 37 (2): 112-117.
- Morton, J., Carolan, V. A. y Gardiner, P. H. E. (2002). Removal of exogenously bound elements from human hair by various washing procedures and determination by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 455 (1): 23-34.
- Nicoloff, G.; Angelova, M.; Christova, I., Nikolov, A.; Alexiev, A. (2006). Serum cobalt in children with essential hypertension. *American Journal of Human Biology*, 18 (6): 798-805.
- Nnorom, I., Igwe, J. y Ejimone, J. (2005). Multielement analysis of scalp

- hair samples from three distant towns in southeastern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4 (10), 1124-1127.
- O'Donnell, A. Carmuega, E. (1998). *La transición epidemiológica y la situación nutricional de nuestros niños* [en línea]. Boletín CESNI, Argentina. Recuperado el 15 de julio de 2013, de [http://www.cesni.org.ar/sistema/archivos/68-Volumen\\_6.pdf](http://www.cesni.org.ar/sistema/archivos/68-Volumen_6.pdf)
- Pombo, M., Castro, L. y Barreiro, J. (2001). El crecimiento, el desarrollo y los elementos traza. *Anales Españoles de Pediatría*, 54 (1): 63-71.
- Portillo, C., Solano, L. y Fajardo, Z. (2004). Riesgo de deficiencia de macro y micronutrientes en pre-escolares de una zona marginal. *Investigación Clínica*, 45 (1), 17-28.
- Rodushkin, I. y Axelsson, M.D. (2000). Application of double focusing sector field ICP- MS for multielement characterisation of human hair and nails. Part I. Analytical methodology. *Science of the Total Environment*, 250: 83-100.
- Rojas, M.; Nakamura, K.; Seijas, D.; Squillante, G.; Pieters, M. A.; Infante, S. (2007). Mercury in hair as a biomarker of exposure in a coastal Venezuelan population. *Investigación Clínica*, 48 (3), 305-315.
- Sakai, T.; Wariishi, M.; Nishiyama, K. (2000). Changes in trace element concentrations in hair of growing children. *Biological Trace Elements Research*, 77(1), 43-51.
- Solano, L.; Meertens, L.; Peña, E; Argüello, F. (1998). Deficiencia de micronutrientes. Situación actual. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 11, 48-54.
- Solano, L., Barón, M., Sánchez, A. y Páez, M. (2008). Anemia y deficiencia de hierro en niños menores de 4 años de una localidad en Valencia. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21 (2): 63-69.
- SPSS Inc. (2011). *IBM SPSS Statistics 20.0*, [software de computadora en disco]. Chicago, EEUU.
- Tasneem, G.; Hassan, A.; Naveed, K.; Mohammad, J.; Mohammad, A.; Nussarat J.; Ghulam, K. (2009). Copper, chromium, manganese, iron, nickel, and zinc levels in biological samples of diabetes mellitus patients. *Biological Trace Elements Research*, 122: 1-18.
- Werner, J. (1992). Selenio, un elemento esencial y tóxico. Datos de Latinoamérica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 42 (2), 90-93.
- Yáñez, J.; Fierro, V.; Mansilla, H.; Figuero, L.; Cornejoc, L.; Barnes, R. M. (2005). Arsenic speciation in human hair: a new perspective for epidemiological assessment in chronic arsenicism. *Journal of Environmental Monitoring*, 7, 1335-1341.



---

# **POLIMORFISMOS DEL GEN *SLC11A1* EN CABRAS CRIOLLAS. UN ESTUDIO INICIAL DE LA RESISTENCIA NATURAL A PARATUBERCULOSIS**

De La Rosa. Oscar, Marques, Alexis, F. Vásquez, Belkys, J. Dickson,  
Luis, C.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.  
[odelarosa@inia.gob.ve](mailto:odelarosa@inia.gob.ve)

## **Resumen**

La paratuberculosis, es una infección bacteriana crónica provocada por *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (MAP), que afecta principalmente a ovinos, bovinos y caprinos, caracterizada por emaciación progresiva del animal hasta su total deterioro. El control de la paratuberculosis radica en medidas de alto costo económico y difícil implementación, por esta razón se buscan alternativas basadas en la susceptibilidad genética del huésped al patógeno. El gen *Slc11a1* codifica una proteína transportadora de cationes localizada en la membrana del fagolisosoma de los macrófagos, que tiene participación activa en la supresión de infecciones bacterianas. El gen presenta un microsatélite polimórfico (GTN) en la región no traducida del extremo 3' (3'-UTR) y algunos de sus alelos han sido asociados con resistencia natural a patógenos como *Brucella* y *Mycobacterium* en animales domésticos. A objeto de demostrar la presencia de polimorfismos de *Slc11a1* en cabras criollas, se realizó un análisis por PCR-SSCP de un fragmento de 200 pb correspondiente al extremo 3'-UTR. En la muestra de 20 individuos se obtuvieron cuatro patrones electroforéticos (215, 230, 245 y 265 pb) y tres genotipos; 215/215, 230/265 y 245/265. Las frecuencias alélicas fueron 0,550(215pb), 0,100(230pb), 0,125(245pb) y 0,225(265pb). Las frecuencias genotípicas fueron 0,55(215/215), 0,20(230/265) y 0,25(245/265). Los genotipos no se presentan en equilibrio poblacional ( $p>0,05$ ). Estos resultados preliminares evidencian varios polimorfismos de *Slc11a1* e indican la necesidad de conocer sus secuencias nucleotídicas a fin de identificar alelos favorables que puedan ser incorporados a programas de control y prevención de paratuberculosis en rebaños caprinos nacionales mediante la selección asistida por marcadores.

**Palabras clave:** polimorfismos, gen *SLC11A1*, resistencia, paratuberculosis.

## Introducción

La resistencia natural a enfermedades infecciosas está ligada a la eficiencia de la respuesta inmune y se encuentra bajo control genético [Ibeagha-Awemu *et al.*, (2008)]. El uso y selección de animales resistentes de manera natural a un patógeno particular puede, reducir los costos asociados a tratamiento y control de la enfermedad, mejorar el bienestar animal y obtener productos animales más saludables para consumo humano. El gen *Slc11a1* que era conocido anteriormente como *Nramp1* (Proteína 1 de macrófago asociada a resistencia natural) [Vidal *et al.*, (1996)], codifica una proteína transmembrana transportadora de cationes divalente que esta ubicada en el fagolisosoma de los macrófagos regulando la actividad bactericida de los mismos (Forbes y Gros, 2001). Este gen ha sido estudiado en humanos, animales de laboratorio y animales de granja [Awomoyi, (2007); Li *et al.*, (2011)]. En el bovino se ha mapeado en el cromosoma BTA 2 y presenta una repetición polimórfica Guanina-Timina (GTn) en el extremo 3' no traducido (3'-UTR) que ha sido asociada con resistencia natural a brucelosis [Feng *et al.*, (1996); Barthel *et al.*, (2001)].

Barthel *et al.* (2001) identificaron en el ganado bovino el alelo GT12, que resultó asociado con resistencia a brucelosis, mientras que Martínez *et al.*, (2008) encontraron que el alelo GT13 estaba asociado a resistencia *in vitro* a *Brucella abortus* y los alelos GT14 y GT15 presentaron asociación con la condición de susceptibilidad. En búfalos, el genotipo BB presenta un efecto protector contra *Brucella abortus*

[Caparelli *et al.*, (2007)]. En ovejas, Reddacliff *et al.* (2005) encontraron un microsatélite polimórfico en la secuencia no codificante del extremo (3') que está asociado con susceptibilidad a *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis, agente causal de la paratuberculosis o Enfermedad de Johne. En cabras, la secuencia completa de *Slc11a1* no se conoce aún, sin embargo se tiene disponibilidad de la secuencia de ADN complementario (GenBank FJ388877), donde se identificaron dos microsatélites polimórficos en la región 3'-UTR y uno de ellos está asociado a resistencia a *Mycobacterium avium* subs paratuberculosis en cabras griegas autóctonas [Liandris *et al.*, (2009); Korou *et al.*, (2010); Vacca *et al.*, (2011)].

En esta evaluación preliminar, se pretende evidenciar la presencia de polimorfismos (GTn) en el extremo 3'-UTR de *Slc11a1* en una muestra de un rebaño de cabras criollas usando un análisis de polimorfismo conformacional de cadena simple (SSCP) [Gasser *et al.*, (2006)].

Los resultados de este ensayo servirán para evaluar la pertinencia de un programa de búsqueda e identificación de genotipos promisorios de *Slc11a1* que permitan identificar individuos susceptibles o resistentes a paratuberculosis dentro del rebaño caprino criollo nacional.

## Materiales y Métodos

Un total de 20 muestras de sangre periférica de un rebaño de caprinos criollos del INIA - Lara, fue colectada en tubos con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y se mantuvieron en

refrigeración a 4°C, hasta que se aisló el ácido nucleico (ADN) siguiendo la metodología propuesta por Miller *et al.*, (1988), con algunas modificaciones propias.

El segmento genómico de interés (3'-UTR) fue amplificado por PCR, utilizando los cebadores F(5'-GTGGAATGAGTGGGCACAGT-3') y R (5'-CTCTCCGTCTTGCTGTGCAT-3') propuestos por Feng *et al.*, (1996).

La mezcla para la amplificación PCR fue la siguiente: Solución tampón 1X, 100  $\mu$ M dNTP's, 1,8 mM MgCl<sub>2</sub>, 200 nM cebador F, 200nM cebador R, 1 U de Taq polimerasa y 50 ng del ADN molde en un volumen final de 25  $\mu$ L.

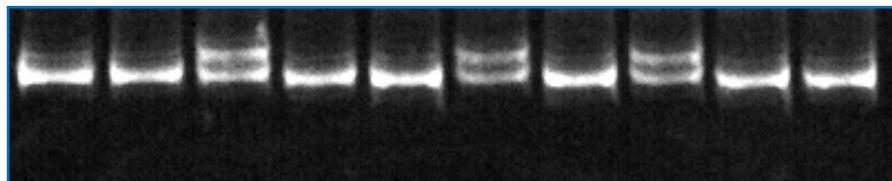
El perfil térmico usado en el termociclador consistió de una desnaturación inicial a 94°C por 2:30 minutos, seguida por 35 ciclos de: desnaturación a 94°C por 20 segundos, hibridación a 63°C por 40 segundos y extensión a 72°C por 30 segundos, para concluir con una fase de extensión final a 72°C por 10 minutos.

Los producto de PCR obtenidos se sometieron a electroforesis vertical en condiciones SSCP de acuerdo a lo descrito por Gasser *et al.* (2006). Se

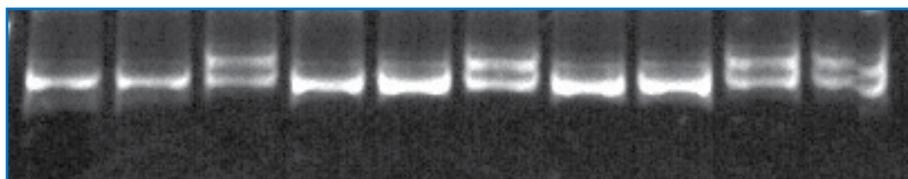
preparó un gel de poliacrilamida con una relación 37,1:1 y concentración de 10%. A fin de ajustar la temperatura y estructura del gel se realizó una precorrida a 10°C con una potencia de 200 voltios durante 20 minutos. Como paso previo a la electroforesis, los amplicones se desnaturizaron a 95°C por 15 min, mezclando 5  $\mu$ L del amplicón y 5  $\mu$ L de una solución de carga (87% formamida, 14% agua ultrapura, 1% EDTA y 1% Azul Bromofenol), luego se colocaron 8  $\mu$ L de la mezcla desnaturizada en cada pocillo del gel y se efectuó la electroforesis durante 5 horas, a 10°C de temperatura y con una potencia de 800 voltios e intensidad de 10 miliAmperios. El gel resultante de la corrida electroforética fue colocado en una lámina de acetato y teñido por inmersión con Sybr®safe en concentración de 1/10000 durante 30 minutos.

## Resultado y Discusión

En la muestra de 20 individuos se obtuvieron cuatro patrones electroforéticos; 215, 230, 245 y 265 pares de bases (pb) y tres genotipos; 215/215 pb, 230/265 pb y 245/265 pb, representados en las Figuras 1 y 2.



**Figura 1. Muestras del 1 al 10**



**Figura 2. Muestras del 11 al 20**

Las frecuencias alélicas y genotípicas de la muestra ensayada se presentan en las Tablas 1 y 2. Los resultados indican que los genotipos obtenidos no se ajustan

al equilibrio poblacional de Hardy – Weinberg ( $p>0,05$ ) dentro de la muestra probada.

**Tabla 1. Frecuencias alélicas**

ALELOS	FRECUENCIA
<b>215</b>	0,55
<b>230</b>	0,10
<b>245</b>	0,125
<b>265</b>	0,225

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 2. Frecuencias genotípicas**

GENOTIPO	FRECUENCIA
<b>215/215</b>	0,55
<b>230/265</b>	0,20
<b>245/265</b>	0,25

**Fuente:** elaboración propia.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos indican la necesidad de ampliar la base muestral de esta evaluación a objeto de verificar la presencia de otros alelos.

De igual forma, es necesario conocer las secuencias nucleotídicas de los patrones electroforéticos o genotipos identificados y evaluar la actividad bactericida *in vitro* de los macrófagos correspondientes a

los diversos genotipos presentes, a fin de identificar aquellos que son favorables y que puedan ser valorados con pruebas de campo, con el objeto de incorporar los individuos portadores de estos genotipos favorables a programas de mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares que permitan el control y prevención de la paratuberculosis en los rebaños caprinos nacionales.

## Agradecimiento

Los autores desean agradecer al Laboratorio de Biotecnología Agrícola de la Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT) en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

## Referencias Bibliográficas

- Awomoyi A. (2007). The human solute carrier family 11 member 1 protein (SLC11A1): linking infections, autoimmunity and cancer?. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 49:324-329.
- Barthel R.; J. Feng, J.; Piedrahita, D.; McMurray, J. Templeton y G. Adams. 2001. Stable transfection of bovine Nramp1 gene into murine RAW2647 cells: effects on *Brucella abortus* survival. *Infect. Immun* 69:3110-3119.
- Caparelli R., Alfano, F., Amoroso, M., Borriello, G., Fenizia, D., Bianco, A., Roperto, S., Roperto F., Iannelli. D., 2007. Protective effect of the Nramp1 BB genotype against *Brucella abortus* in the water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Infect. Immun.* 75:3089-3096.
- Feng J., Li, Y., Hashad, M., Schurr, E., Gros, P., Adams G., Templeton. J., (1996). Bovine natural resistance associated macrophage protein 1 (Nramp 1) Gene. *Genome research* 6: 956-964.
- Forbes J y P. Gros. 2001. Divalent-metal transport by NRAMP protein at the interface of host-pathogen interactions. *Trends in Microbiology*. 9:397-403.
- Gasser R., Hu, M., Chilton, N., Campbell, B., Jex, A., Otranto, D., Cafarchia, C., Beveridge, I., Zhu. X., (2006). Single-strand conformation polymorphism (SSCP) for the analysis of genetic variation. *Nature Protocols*. 1. (6) 3121 – 3128.
- Ibeagha-Awemu E., Kgwatalala, P., Ibeagha, A., y Zhao. X., 2008. A critical analysis of disease-associated DNA polymorphisms in the genes of cattle, goat, sheep and pig. *Mammalian Genome*. 19:226-245
- Korou L., Liandris, E., Gazouli M., Ikonomopoulos. J., (2010). Investigation of the association of the SLC11A1 gene with resistance/sensitivity of goats (*Capra hircus*) to paratuberculosis. *Veterinary Microbiology*. 144. (3-4). 353 – 358.
- Li X., Yang, Y., Zhou, F., Zhang, Y., Lu, H., Jiny, Q., Gao. L., (2011). SLC11A1 (NRAMP1) Polymorphisms and Tuberculosis Susceptibility: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 6 (1): e15831. doi:10.1371/journal.pone.0015831
- Liandris E., Gazouli, M., Ikonomopoulos, J., (2009). Characterization of the caprine (*Capra hircus*) SLC11A1 gene: innate resistance to paratuberculosis. *Online J. Vet. Res.* 13:41-52.
- Martínez R., Toro, R., Montoya, F., Burbano M., Tobon, J., Gallego, J., Dunner S., Cañon. J., (2008). Bovine SLC11A1 3 UTR SSCP genotype evaluated by a macrophage in vitro killing assay employing a *Brucella abortus* strain. *J. Anim. Breed. Genet.* 125:271-279
- Miller S., Dykes D., Polesky, H., (1988). A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids. Res.* 16 (3):1215.
- Reddacliff L., Beh, K., McGregor H., Whittington. R., (2005). A preliminary atudy of possible genetic influences on the susceptibility of sheep to Johne's

disease. *Aust. Vet. J.* 83:435-441.  
Vacca, G. Pazzola, M., Pisano, C., Carcangiu, V., Diaz, M., Nieddu, M., Robledo, R., Mezzanotte, R., Dettori, M., (2011). Chromosomal localisation and genetic variation of the SLC11A1 gene in goats (*Capra hircus*). *The Veterinary Journal*. 190:60 -65.

Vidal S., Pinner, E., Lepage, P., Gauthier, S., Gros. P., (1996). Natural resistance to intracellular infections: Nramp1 encodes a membrane phosphoglycoprotein absent in macrophages from susceptible (Nramp1 D169) mouse strains. *J. Immunol.* 157:3559-3568

---

# CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN PULPA DE LECHOSA (*Carica papaya*)

Hernández J., Fernández V., Sulbarán B.

Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Química (LUZ)  
ofiuco2011@hotmail.com

## Resumen

Se realizó la caracterización fisicoquímica y se midió la actividad antioxidante de frutos de lechosa (*Carica papaya*) cv. *Carmen* cultivada en el estado Zulia. Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: pH, acidez titulable, grados Brix, humedad y vitamina C (expresado como ácido ascórbico) según la normativa A.O.A.C. La actividad antioxidante (equivalente a TROLOX y vitamina C) fue evaluada por el método del radical ABTS y el contenido de polifenoles totales mediante el método del reactivo de Folin-Ciocalteu. Los resultados obtenidos para el análisis fisicoquímico de la pulpa del fruto fueron: pH = 4,64±0,04; vitamina C expresado como ácido ascórbico (mg/100g) = 87,46±3,97; acidez titulable (mg de ácido cítrico/100g) = 0,04±0,00; grados Brix = 11,72±0,08 y humedad (%) = 80,04±0,68. Para la actividad antioxidante y evaluación del contenido de polifenoles se obtuvieron los siguientes resultados: actividad antioxidante equivalente a TROLOX (mM/100g) = 0,49±0,02; actividad antioxidante equivalente a vitamina C (mg/100g) = 96,57±4,89 y contenido de polifenoles totales expresado como ácido gálico (mg/100g) = 49,96±3,34. La pulpa de lechosa constituye una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta; adicionalmente la actividad antioxidante de una mezcla no viene dada únicamente por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus compuestos polifenólicos, sino que depende también de efectos sinérgicos del microambiente donde se encuentra el compuesto y esto puede ocasionar efectos inhibitorios de la capacidad antioxidante. Por otra parte la caracterización fisicoquímica del fruto aporta un gran tema de apoyo en futuras investigaciones comparativas.

**Palabras clave:** lechosa, lámina flexible, ABTS, TROLOX.

## Introducción

Frutas, hortalizas, cereales y en definitiva todos los alimentos de origen vegetal que ocupan una parte importante de nuestra alimentación diaria, aportan además de azúcares, grasas y proteínas toda una serie de nutrientes minoritarios o micronutrientes tales como vitaminas, minerales y fibras, entre otros. Cano y Arnao (2004). Las frutas poseen distintos compuestos bioactivos, entre los que destacan los antioxidantes, compuestos de distintas naturaleza química, que incluyen a las vitaminas C y E, polifenoles, carotenoides y terpenoides, entre otros Pérez (2007). Los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias autooxidables Fennma (2000). Su concentración en los alimentos es muy baja, además son sensibles a la descomposición durante ciertos procesamientos y almacenaje de la materia prima o de productos elaborados por lo que se han usado suplementos o técnicas industriales para sus concentración Marcano (2011). La actividad antioxidante de la lechosa (*Carica papaya*) ha tenido un particular interés como una de sus principales propiedades funcionales. Se ha determinado que la actividad antioxidante de esta fruta se debe a la presencia de los compuestos polifenólicos, ácido ascórbico y los compuestos carotenoides en el caso del sistema antioxidante químico Sousa, Loir, Rees y Larondelle (2008). Actualmente, diversos compuestos cromógenos son utilizados para determinar la capacidad de los compuesto

fenólicos que contiene los frutos para captar los radicales libres generados, el método más aplicado es la generación del radical ABTS [2,2'-azinobis-(3-etylbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)]. El método del radical ABTS<sup>+</sup>, se considera un método de elevada sensibilidad, práctico, rápido y muy estable, además, la ventaja de que su espectro presenta máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico y que su tiempo de reacción entre 1 y 7 minutos es relativamente corto, lo hace un método especial para compuestos puros, extractos de plantas o de alimentos Re, Pellegrini, Proteggente, Pannala, Yang y Rice (1999) y Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho y Fett (2005), en esta investigación se realizará la caracterización fisicoquímica y se evaluará la actividad antioxidante de pulpa de lechosa (*Carica papaya*).

## Materiales y métodos

**Material Vegetal:** Los frutos de lechosa fueron suministrados por el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola del estado Zulia, ubicado en el municipio Mara del Estado Zulia. Se recolectaron 9 Kg de frutos de lechosa variedad Carmen en forma sistemática y aleatoria, en completo estado de madurez fisiológica COVENIN (1769-81).

**Tratamiento de la muestra:** Los frutos fueron lavados y separados en sus partes constituyentes epicarpio, pericarpio y semilla. La pulpa (pericarpio) fue agrupada en tres lotes de tres kilogramos cada uno y almacenada a -5 °C.

**Caracterización fisicoquímica.** Los parámetros fisicoquímicos evaluados en

la pulpa de fruta fueron pH, contenido de ácido ascórbico (Vitamina C), acidez titulable, grados Brix y humedad de acuerdo a lo recomendado por la Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1990).

**Obtención del extracto de los frutos:** La extracción de los compuestos polifenólicos y antioxidantes se realizó según Araya, Clavijo y Herrera (2006), para ello un gramo de muestra fue mezclado con diez (10) mL de etanol, posteriormente se agitó magnéticamente la mezcla por una (1) hora y se centrifugó a 12000 rpm por veinte (20) minutos. El sobrenadante obtenido fue almacenado en envases ámbar a -15 °C hasta su análisis, el cual se realizó en un tiempo máximo de cuarenta y ocho (48) horas luego de la obtención del extracto.

**Determinación del contenido de polifenoles totales:** Se realizó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo a lo descrito por Arnous, Makris y Kefalas (2002). Los análisis se realizaron en un equipo UV-visible GENESYS a 750 nm empleando una curva de ácido gálico en un rango de 0 a 500 ppm. Los resultados fueron expresados en miligramos equivalente de ácido gálico por gramos de muestra (mg GAE/ 100 g de muestra).

**Determinación de la actividad antioxidante:** La actividad antioxidante de las muestras se evaluó por el método ABTS reportado por Miller, Sampson, Candeias, Bramley y Rice-Evans (1996) y Rice-Evans, Miller y Paganag (1996), basado en la oxidación de la sal diamónica ABTS y posterior remoción del radical ABTS<sup>+</sup> por parte de los compuestos antioxidantes presentes en la muestra. La obtención del radical ABTS<sup>+</sup> se basa

en la reacción de una solución de ABTS 7 mM con persulfato potásico 2,5 mM, ambos reactivos en proporción 1:1. La mezcla se dejó en reposo, tapada con papel aluminio y a temperatura ambiente ( $\pm 25$  °C) durante un tiempo mínimo de dieciséis (16) horas antes de comenzar las evaluaciones. Al radical ABTS<sup>+</sup> generado se le determinó la absorbancia (abs) a 750 nm (Abs cromóforo radical,  $t_{0\text{ min}}$ ), luego se añadieron 40  $\mu\text{L}$  de los extractos diluidos y se midió nuevamente la absorbancia a 750 nm transcurridos cinco (5) minutos (Abs cromóforo radical + antioxidante,  $t_{5\text{ min}}$ ). Para cuantificar los resultados se utilizó el antioxidante sintético TROLOX y el antioxidante natural ácido ascórbico, los cuales fueron ensayados en las mismas condiciones que las muestras y los resultados se expresaron en miligramos de actividad antioxidante equivalente de TROLOX (TEAA) y miligramos de actividad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (VCEAA) por 100 gramos de muestra.

## Resultados y Discusión

### Caracterización fisicoquímica del fruto

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica del fruto de lechosa. Los frutos presentaron un pH de  $4,64 \pm 0,04$ , lo que favorece, junto a la acidez la inhibición de los microorganismos facilitando así el almacenamiento y manejo postcosecha del fruto Medina y Pagano (2003). Según Avilán y Rengifo (1990) la composición química de la frutas puede variar debido a diversos factores, entre ellos, la época del año, el estado de maduración, la

variedad y hasta la calidad del suelo.

La acidez de la pula de lechosa fue de  $0,04 \pm 0,00$  meq ácido cítrico/g. Los frutos de lechosa presentan contenidos mínimos pero importantes de ácido málico y cítrico, aunque también posee contenidos de ácido galacturónico, tartárico, malónico, succínico y muchos otros ácidos orgánicos Litz (2009).

Belandria, Velandria y Navarro (2010), reportan una acidez promedio de  $0,055 \pm 0,01$  meq ácido cítrico/g para la variedad Thailandia de lechosa, un valor similar al reportado en esta investigación. En los frutos de lechosa, los sólidos solubles totales expresados como °Brix se deben a la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa Fennema (2000) y Avilan y Rengifo (1990). El contenido de grados Brix en la lechosa fue de  $11,72 \pm 0,08$ , mayores al rango de 9,14-9,48 °Brix, reportado por Belandria *et al.* Los sólidos solubles (°Brix) se deben a la presencia de los azúcares antes nombrados, sin embargo factores como la acidez pueden ocasionar un aumento en su contenido debido a la hidrólisis de los polisacáridos.

El contenido humedad (%) de los frutos de lechosa se encuentra en el rango de 80-85% de humedad previsto para este tipo de alimentos Fennema (2000). La muestra presentó una humedad de  $80,04 \pm 0,68$  %, inferior al reportado por Ashaye, Babalola. S.O, Babaloba A.O, Aina, Fasoyiro (2005), quienes señalan un valor de 87,67 % para la variedad Pink Solo de lechosa.

En los frutos el contenido de vitamina C expresado como ácido ascórbico puede variar entre diferentes plantas pues los cultivares son totalmente diferentes en

altura y abundancia de fruto Medina y Pagano (2003) y Avilán y Rengifo (1990). El ácido ascórbico es fotosensible y muy inestable, pudiendo oxidarse fácilmente a la forma deshidroascórbica en presencia de luz o calor, y factores como el pH, la actividad de agua y la concentración de oxígeno aceleran la velocidad de reacción Fennema (2000). El árbol de lechosa es bajo y recubre los frutos con sus hojas lo que favorece la disminución de la incidencia de luz en los cuerpos comestibles Avilán y Rengifo (1990). Cabe destacar que la acidez de los frutos juega un papel importante pues a mayor contenido de ácidos orgánicos más veloz es la oxidación del ácido ascórbico, por esta razón para la lechosa el contenido de vitamina C fue de  $87,46 \pm 3,97$  mg ácido ascórbico/g, mayor a lo reportado por Ashaye *et al.* (2005), para la lechosa de variedad Pink solo de 83,33 mg ácido ascórbico/g.

#### **Actividad antioxidante del fruto**

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos de la actividad antioxidante equivalente a TROLOX ( $0,49 \pm 0,02$  mM/100g), actividad antioxidante equivalente a vitamina C ( $96,57 \pm 4,89$  mg/100g) y contenido de polifenoles totales ( $49,96 \pm 3,34$  mg GAE/100g) del fruto. Los extractos polifenólicos del material vegetal (fruto) son muchas veces una mezcla de diferentes clases de polifenoles que son solubles en el solvente usado en el sistema Souza *et al.* (2008), por esto su extracción y cuantificación total es simple.

**Tabla 1.** Caracterización fisicoquímica del fruto fresco de lechosa

Muestra	pH	Vitamina C <sup>a</sup>	Acidez <sup>b</sup> (meq/g)	Humedad (%)	°Brix
Fruto	4,64±0,04	87,46±3,97	0,04±0,00	80,04±0,68	11,72±0,08

<sup>a</sup> Expresada en miligramos de ácido ascórbico<sup>b</sup> Expresada en mili equivalente de ácido cítrico**Tabla 2.** Contenido de polifenoles y actividad antioxidante del fruto fresco de lechosa

Muestra	Polifenoles totales (mg GAE/100g)	TEAC <sup>a</sup> (mM/100g)	VCEAC <sup>b</sup> (mg/100g)
Fruto	49,96±3,34	0,49±0,02	96,57±4,89

<sup>a</sup> Actividad antioxidante equivalente a TROLOX<sup>b</sup> Actividad antioxidante equivalente a vitamina C

Contreras-Calderón, Calderón-Jaimes, Guerra-Hernández y García-Villanova (2010), reportaron para la variedad Papaya de montaña valores de polifenoles totales de 36,8±6 mg GAE/100g, un valor por debajo del obtenido en esta investigación. De igual forma el contenido de vitamina C expresado por los autores fue de 32,8±0,00 mg/100g, sumamente bajo comparado con el obtenido en este análisis (87,46±3,97 mg/100g). Lim, Y, Lim, T y Tee (2007) reportaron para la variedad Solo de lechosa valores en contenido de polifenoles totales de 28±6 mg GAE/100g, un valor menor al obtenido en la investigación y el contenido de vitamina C en 108±16 mg/100g, un valor mayor pero comparable con el 87,46±3,97 mg/100g de contenido de vitamina C presente en el fruto utilizado en este análisis. Contreras-Calderón *et al.* (2010), evaluaron la actividad antioxidante de frutos de lechosa mediante el método de

ABTS usando TROLOX como patrón de referencia, obteniendo un valor de 7,63±1,36 µmol/g muy por debajo del obtenido bajo las mismas condiciones en esta investigación.

La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en la actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles y estables a temperatura ambiente pero son susceptibles a los cambios químicos (maduración de la fruta); físicos en el procesamiento del fruto (trituración y picado: estos compuestos forman parte de la organización tisular y de estructuras que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente al contacto con el aire); y térmicos, ya que el aumento excesivo del calor modifica el pigmento de los alimentos Agostini, *et al.*, (2004).

Adicionalmente la actividad antioxidante de una mezcla no viene dada por solo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus compuestos polifenólicos, depende también de

efectos sinérgicos del microambiente donde se encuentra el compuesto y esto puede ocasionar efectos inhibitorios de la capacidad antioxidante Kuskoski *et al.* (2005).

## Conclusiones

La pulpa de lechosa constituye una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta; adicionalmente su caracterización fisicoquímica como pie de apoyo en futuras investigaciones comparativas.

## Referencias Bibliográficas

- Agostini, L.; Morón, M.; Ayala A., Ramón A. (2004). Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 54, 1, 89-92.
- Araya H., Clavijo C., Herrera C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 56, 4, 361-365.
- Arnous, A., Makris D., Kefalas P. (2002). Correlation of pigment and flavone content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. J Food Comps. Anal. 15, 655-665.
- Association of Official Analytical Chemist, A.O.A.C (1990). Official Methods of Analysis. (15ta Ed.), Volumen 1, Capítulo 4, VA, U.S.A.
- Ashaye O.A., Babalola S.O., Babalola A.O., Aina J.O., Fasoyiro S.B. (2005). Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. J AgricSci. 1, 1, 50-51.
- Avilán L., Rengifo C. (1990). El Mango. (1ra Ed). Caracas, Venezuela: América. Belandria D., Velandria V., Navarro C. (2010). Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya L.*) en las variedades Tailandia y Maradol. Producción Agropecuaria / Agroalimentaria. 3, 1, 45-49.
- Cano, A., Arnao M. (2004) Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina C de zumos de naranja comerciales: relación con sus características organolépticas. Cienc. Tecn. Alim., 4, 3, 185-189.
- Contreras-Calderón J., Calderón-Jaimes L., Guerra-Hernández E., García-Villanova B., (2010). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. Food Reach International. doi:10.1016/j.foodres.2010.11.003.
- COVENIN (1769-81). Norma Venezolana, Frutas. Toma de muestras.
- Fennema O. (2000). Química de los alimentos. (2da Ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Kuskoski, M.; Asuero A., Troncoso A., Mancini-Filho J., Fett R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Cien. Tecnol. Aliment., 24, 4, 726-732.
- Lim Y., Lim T., Tee J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chem. 103, 1003-1008.
- Litz R. (2009). The mango: botany, production and uses. (2da Ed). U.S.A: CAB International.

- Marcano D. (2011), La química de los alimentos. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. Fundación Empresas Polar.
- Medina M., Pagano F. (2003). Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “Criolla Roja”. 20, 1, 72-86.
- Miller N., Sampson J., Candeias L., Bramley P., Rice-Evans C. (1996). Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FebsLett.* 384, 240-242.
- Pérez J., Saura F. (2007). Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas, V Congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones. [en línea]. Recuperado de: [www.horticombi.com/com/pd/imagenes/71/429/71429.pdf](http://www.horticombi.com/com/pd/imagenes/71/429/71429.pdf)
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 26, 9, 10, 1231-1237.
- Rice-evans C., Miller N., Paganag G. (1996). Structure- antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med.* 20, 7, 933-956.
- Souza J., Silva E., Loir A., Rees J., Rogez H., Larondelle Y. (2008). Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological *in vitro* assays. *Food Chem.* 106, 331-339.



---

# **EFEITO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON NPK SOBRE LA MATERIA ORGÁNICA, Y EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ EN SUELOS DEGRADADOS**

Arrieche<sup>1</sup> I. y Ruiz<sup>2</sup> M.

<sup>1</sup>INIA-Yaracuy

<sup>2</sup>CIESA-UNERG

isarrieche99@hotmail.com

## **Resumen**

La incorporación de materiales orgánicos de origen animal o vegetal a los suelos, ha demostrado que mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas. La disponibilidad de cachaza (CA), residuo de la industria azucarera, representa un promedio del 5% del total de caña molida en el proceso. El uso de este producto como fertilizante disminuye la contaminación en zonas de acumulación y a la vez mejora la fertilidad de los suelos. En este estudio se aplican la cachaza combinada con fertilizantes inorgánicos N,P,K; en dos suelos del estado Yaracuy: alcalino y ácido; y se evalúa su influencia en la materia orgánica del suelo y en el rendimiento del cultivo maíz, y se establecen las dosis óptimas y económicas combinadas. Se llevaron a cabo experimentos de campo con diseño experimental de Superficie de Respuesta: Compuesto Central Rotable; partiendo de dosis centrales de 160 N kg.ha<sup>-1</sup>, 120 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg.ha<sup>-1</sup>, 80 K<sub>2</sub>O kg.ha<sup>-1</sup> y 2000 CA kg.ha<sup>-1</sup>. Los resultados obtenidos indicaron que la materia orgánica eleva su contenido en ambos suelos con las aplicaciones de N y CA, sin superar los niveles de deficiencia. Asimismo se incrementó el rendimiento del cultivo con la aplicación de cachaza, con una mejor respuesta en el suelo alcalino. Las dosis óptimas y económicas se encontraron alrededor de 3000 kg/ha de CA, 200 kg/ha de N, 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 K<sub>2</sub>O.

**Palabras clave:** cachaza, fertilización orgánica, NPK, rendimiento maíz, dosis óptimas combinadas.

## Introducción

Los fertilizantes juegan un papel clave en la producción agrícola, pero en la mayoría de los principales cultivos, durante varios años en forma continua, se han utilizado altas tasas de fertilizantes inorgánicos, lo que conduce a la poca sostenibilidad de la producción y también suponen una amenaza para el medio ambiente Sukhmal y Anwar (2005). La degradación de las tierras producto de la mecanización convencional, implica la necesidad de utilizar grandes cantidades de insumos entre ellos, los fertilizantes inorgánicos. En la Región Centro Occidental de Venezuela, específicamente en el estado Yaracuy, el uso intensivo de los suelos, ha incidido en la reducción de los rendimientos de los cultivos principalmente el maíz, y en la disminución del contenido de la materia orgánica (MO) de los suelos.

La fuente más utilizada para adicionar MO a los suelos son los abonos orgánicos provenientes del campo (residuos de cosecha), estiércoles de aves y desechos industriales entre otros. Sin embargo la aplicación de residuos plantea interrogantes, como la cantidad de material a utilizar para elevar y mantener los niveles de MO en el tiempo, y si los residuos pueden sustituir completamente al fertilizante inorgánico, cuando se requiere producir mayor cantidad de alimentos.

Diversos estudios han demostrado que para recuperar suelos degradados y a la vez obtener mayores rendimientos, los abonos orgánicos pueden ser aplicados combinados con fertilizantes inorgánicos (N,P,K); lo cual se constituye en una alternativa de manejo. Hirzel, Rodríguez

y Zagal (2004), estudiaron el efecto de dosis de fertilización inorgánica N,P,K, y el uso de estiércol de BROILER (abono orgánico) como fuente orgánica sobre el cultivo del maíz. Destacan que se logró un mayor incremento del rendimiento cuando se aplicaron las dosis de abonos orgánicos combinadas con los fertilizantes inorgánicos.

En suelos de Colombia, Baquero, Toloza, López, García, Torregroza, Diaz, Urbina, López, Montes, Hessen, Bracho, Corredor y Luna (2000), demostraron que los contenidos de MO, P, Ca, Mg y K aumentaron en los suelos donde se aplicaron los tratamientos combinados de desechos de cosechas (rastrojo) y fertilización inorgánica N, P, K. en el cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta*). En el país, Añez y Espinoza, (2002), en un estudio llevado a cabo sobre un suelo franco arenoso en el estado Mérida, demostraron que el rendimiento de las raíces de zanahorias aumentó con la aplicación de estiércol de gallinaza conjuntamente con fertilización química N,P,K.

Por otro lado, en Venezuela se producen anualmente más de 300.000 toneladas de cachaza y la mayor parte no es aprovechada, por lo cual constituye una fuente de contaminación ambiental. El residuo es rico en MO, N, Ca y P, por lo que se usa en varios países como fuente de nutrientes. La cachaza o torta de filtro es el principal residuo de la industria del azúcar de caña, produciéndose de 30 a 50 Kg por tonelada de materia prima procesada, lo cual representa entre 3 y 5 % de la caña molida Zerega (1993). Este subproducto de la caña de azúcar, es sometido a un proceso de compostaje

en el que se adicionan polienzimas, hasta lograr la estabilización del material. Con la finalidad de mejorar los niveles de MO y el rendimiento en el cultivo maíz, en suelos degradados del estado Yaracuy, se establecieron experimentos en campo bajo diseño experimental de segundo orden “Compuesto Central Rotable”, Chacín (2000) con el fin de obtener dosis óptimas y económicas de fertilización combinada de cachaza y N,P,K.

## Materiales y Métodos

Se seleccionaron dos suelos de textura franco arenosa (Fa), bajos en contenidos de materia orgánica (MO) y de pH ácido y alcalino (Tabla 1).

Se tomaron muestras compuestas de suelos en cada experimento, a la profundidad de 20 cm. Estas fueron secadas al aire y tamizadas con tamiz de malla de 2 mm, y se evaluaron los parámetros de fertilidad: pH y MO, siguiendo los procedimientos descritos en Gilabert, Arrieche, Bisbal, Alfonso, Navas, Gómez y Yanes (2004). Para la estimación del rendimiento del maíz en kg.ha<sup>-1</sup> de cada parcela, se aplicó la fórmula propuesta por González (2001): Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) = No. de Plantas efectiva/parcela x Peso mazorca/1000. A los resultados obtenidos se les determinó el análisis de varianza (ANAVAR), pruebas de medias de Duncan, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov, para lo cual se utilizó el Programa SPSS para Windows versión 7.1.

En campo se instalaron dos experimentos, uno en cada suelo (alcalino y ácido), bajo diseño experimental de superficie de respuestas de segundo orden “Compuesto

Central Rotable” Chacín (2000), para obtener las dosis óptimas y económicas de rendimiento. Se utilizó maíz como cultivo, y cachaza (CA), como abono orgánico, subproducto de la caña de azúcar, que mezclado con polienzimas y sometido a un proceso de compostación en la agroindustria para la lograr la estabilización del material. El diseño tenía cuatro factores correspondientes a las dosis de fertilizantes combinadas de N,P,K con CA, que de acuerdo con la consideración teórica del modelo, el tratamiento central correspondía a -2, -1, 0, +1, +2, (T25), este se repitió 6 veces. El diseño incluyó un testigo sin fertilizante (T26) y un tratamiento con los niveles máximos de cada factor (T27) de N,P,K y CA, para un total de 32 parcelas experimentales (Tabla 2).

## Resultados y Discusión

Efecto de la aplicación de las dosis combinadas N,P,K y CA sobre la MO En la Tabla 3, se señalan los porcentajes obtenidos de MO y los valores registrados en el rendimiento del maíz, para los diferentes niveles de fertilizantes y CA, en el suelo alcalino y suelo ácido. Se aprecia que las dosis de N de 240 y 320 kg.ha<sup>-1</sup>, aumentaron los porcentajes de materia orgánica en el suelo alcalino, y fue estadísticamente significativo, aunque no supera los niveles de deficiencias. Con respecto al tratamiento de P, se encontraron incrementos en los valores de MO en relación al testigo con la dosis de 120 y 240 kg.ha<sup>-1</sup> en el suelo alcalino, mientras que con el suelo ácido no hubo respuesta con ningún tratamiento. De igual forma las dosis de K no tuvieron

una incidencia sobre la MO. En cuanto al abono orgánico CA, la dosis de 3000 kg.ha<sup>-1</sup> promovió un aumento importante y significativo estadísticamente, en el suelo alcalino. Hubo cambios en el suelo ácido con todas la dosis de CA en relación al testigo.

Efecto de la aplicación de las dosis combinadas N,P,K y CA sobre el rendimiento

Los tratamientos de N diferentes de 0 kg.ha<sup>-1</sup>, elevaron el rendimiento del cultivo maíz en el suelo alcalino, y fue estadísticamente significativo en relación a ese nivel. Mientras que el suelo ácido, tuvo un incremento significativo con las dosis de 240 y 320 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Las dosis de 60, 120 y 180 kg.ha<sup>-1</sup> de P, tuvieron un efecto significativo y positivo sobre el rendimiento del cultivo en el suelo alcalino; y con las dosis de 180 y 240 kg.ha<sup>-1</sup> de P para el suelo ácido, evidenciando la exigencia de este suelo como consecuencia de su condición de acidez. Los tratamientos de K presentaron un efecto similar que las dosis de P en el suelo alcalino, y en el suelo ácido no se obtuvo ninguna respuesta con respecto a la aplicación del K. El abono orgánico cachaza (CA) incidió sobre el rendimiento que presentó un aumento importante y significativo estadísticamente con las dosis de 2000 y 3000 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo esta última la que produjo un mayor rendimiento en términos absolutos, en los dos suelos, lo que implica mejora en la condición de los suelos cuando se incorpora el material orgánico.

## Dosis óptimas y económicas de rendimiento de maíz combinada de N,P,K y CA

### Suelo alcalino

En la Figura 1, se aprecia las dosis óptimas del rendimiento del maíz sobre el suelo alcalino. Para el nitrógeno, la respuesta no fue estadísticamente significativa, sin embargo se obtuvo una respuesta biológica y comercial importante, el rendimiento máximo se alcanza con una dosis de 200 kg.ha<sup>-1</sup> produciéndose luego un descenso del rendimiento (Fig.1a). La respuesta a la aplicación de fósforo es muy débil, por consiguiente no es posible establecer la dosis óptima y económica, ya que los rendimientos en comparación a la dosis central, fueron casi iguales, el rendimiento máximo fue obtenido con 240 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fig.1b). En el caso del potasio tampoco fue significativa, y al igual que el nitrógeno causó cambios importantes en el rendimiento. La dosis se ubicó en el nivel central con 80 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Fig.1c). Por su parte la cachaza obtuvo una respuesta máxima de rendimiento con la aplicación entre 3000 y 4000 kg.ha<sup>-1</sup> al suelo (Fig.1d). Con el modelo estadístico de respuesta se calcula las dosis combinadas de fertilizantes N,P,K y CA aplicadas al suelo alcalino (Tabla 4). Ambas dosis, tanto la óptima como económica del rendimiento del maíz son similares, alrededor de 200 de N; 230 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 90 de K<sub>2</sub>O y 3700 kg.ha<sup>-1</sup> para la CA. Este valor en la dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue mayor que el normalmente aplicado, y puede deberse a las limitaciones de degradación persistente (contenidos

de MO bajos), y a que uno de los mecanismos de fijación del P en el suelo por lo que pierde su disponibilidad, es la formación de precipitados insolubles con el calcio en suelos con tendencia alcalinas Fassbender (1980).

### Suelo ácido

El comportamiento de las dosis combinadas sobre el suelo ácido se presenta en la Figura 2. La repuesta del nitrógeno fue estadísticamente significativa, sin embargo no se calcularon las dosis óptimas y económicas porque esta respuesta fue creciente en el rendimiento (Figura 2a), debido a los requerimientos del híbrido y a los problemas de absorción de N en los suelos ácidos; lo que significa que el rango de dosis a evaluar debió ser más amplio. En la Figura 2b se aprecia que, al igual que en el caso del N, la respuesta del rendimiento del P fue lineal y estadísticamente significativa, en este caso debido a la fijación del elemento por la acidez del suelo, que implica requerimientos de mayores cantidades para satisfacer los requerimientos del cultivo. En el caso de las dosis de K, el rendimiento máximo del cultivo se alcanzó con la dosis de 80 Kg.ha<sup>-1</sup> (Figura. 2c). La influencia de la cachaza sobre el rendimiento del maíz máximo se alcanzó con la dosis de 3000 Kg.ha<sup>-1</sup> de cachaza (Figura. 2d).

Dado que para las dosis de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> el comportamiento fue lineal, solo se calcularon la dosis óptima y económica combinada para el K<sub>2</sub>O y la cachaza, que fueron entre 80 y 3000 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabla 5). Estos resultados sugieren una mayor demanda por parte de estos suelos, de N, P y MO.

### Conclusiones

La materia orgánica elevó su concentración en el suelo alcalino con las dosis de N y CA; y en el suelo ácido con la aplicación de CA. Se incrementaron los rendimientos del cultivo maíz significativamente con las aplicaciones de CA, N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en los dos suelos.

Las dosis óptimas y económicas oscilaron en un rango entre 2800 y 3700 kg.ha<sup>-1</sup> para la CA, destacando la necesidad que tienen estos suelos por elevar sus contenidos de materia orgánica. Los valores encontrados para la dosis de N se mantienen en 200 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que la dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue de 230 kg.ha<sup>-1</sup> aproximadamente; y para el K<sub>2</sub>O fluctuaron entre 80 y 90 kg.ha<sup>-1</sup>.

### Referencias Bibliográficas

- Añez, B.; Espinoza, W. (2002). Fertilización química y orgánica invertido. Efectos interactivos o independientes sobre la producción de zanahoria. Revista Forestal Venezolana. 46(2): 47-54.
- Baquero, C.; Toloza, A.; Lopéz, A.; García, J.; Torregroza, G.; Diaz, O.; Urbina, A.; López, A.; Montes, M.; Hessen, F.; Bracho, L.; Corredor, G.; Luna, J. (2000). Respuesta de la Yuca a la fertilización química y orgánica en suelos de la región del Caribe. 30(1) 1-7.
- Brito, P.; León, C. (1968). Estudio agrológico semidetallado del Valle medio del Río Yaracuy. Maracay, Venezuela: Ceniacp. MAC.
- Chacín, F. (2000). Diseño y análisis de experimentos para generar superficies de respuesta. Facultad de Agronomía. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.

- Fassbender H. W. (1980). Propiedades químicas de suelo. En: Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina, parte II. pp. 117-167.
- Gilabert B., Arrieche, I., Bisbal, E., Alfonzo, N., Navas, M., Gómez, N., Yanes, P. (2004). Manual de métodos y procedimientos de referencia (Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad) 2da. Versión. Venezuela: INIA.
- González C. (2001). Estimación de cosecha en maíz. (Capítulo 9), Manejo Post-cosecha del VII Curso sobre producción de maíz. (pp. 354-359) Araure, Portuguesa:Venezuela.
- Hirzel J., Rodríguez,N., Zagal, E. (2004). Efecto de diferentes dosis de fertilización inorgánica con N, P, K y fuente orgánica (estiércol de broiler) sobre la producción de maíz y la fertilidad del suelo. Chile:Agricultura
- técnica 64(4): 365-374.
- Sukhmal Chand, M. D.D. Anwar, Patra. (2005). Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizer to build up soil fertility and nutrient uptake in mint-mustard cropping sequence. Comm. in Soil Science and Plant Analysis. 37: 63 – 75.
- Zerega, L. (1993). Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. Revista Científica de Caña de Azúcar. Vol. 11, No.2.

**Tabla 1. Ubicación, clasificación taxonómica y características de los suelos**

<b>Ubicación</b>	<b>Suelo alcalino</b>	<b>Suelo ácido</b>
	Valle El Rodeo, municipio Peña, estado Yaracuy	Población La Virgen, municipio Bruzual, estado Yaracuy
<b>*Clasificación taxonómica</b>	Oxic Haplustalfs, franco fino, de reacción alcalina	Oxic Haplustalfs, franco fino, de reacción ácida
<b>Características</b>		
pH	7,3	5,0
% MO	1,10	0,90
CT	Fa	Fa

\*Fuente Brito y León (1968); CT = Clasificación textural; Fa = franco arenoso

**Tabla 2. Tratamientos aplicados con niveles codificados y reales de N,P,K y CA.**

Tratamiento	Niveles Codificados				Niveles Reales			
	N	P	K	CA	N kg.ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg.ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O kg.ha <sup>-1</sup>	CA kg.ha <sup>-1</sup>
1	-1	-1	-1	-1	80	60	40	1000
2	-1	-1	-1	1	80	60	40	3000
3	-1	-1	1	-1	80	60	120	1000
4	-1	-1	1	1	80	60	120	3000
5	-1	1	-1	-1	80	180	40	1000
6	-1	1	-1	1	80	180	40	3000
7	-1	1	1	-1	80	180	120	1000
8	-1	1	1	1	80	180	120	3000
9	1	-1	-1	-1	240	60	40	1000
10	1	-1	-1	1	240	60	40	3000
11	1	-1	1	-1	240	60	120	1000
12	1	-1	1	1	240	60	120	3000
13	1	1	-1	-1	240	180	40	1000
14	1	1	-1	1	240	180	40	3000
15	1	1	1	-1	240	180	120	1000
16	1	1	1	1	240	180	120	3000
17	-2	0	0	0	0	120	80	2000
18	2	0	0	0	320	120	80	2000
19	0	-2	0	0	160	0	80	2000
20	0	2	0	0	160	240	80	2000
21	0	0	-2	0	160	120	0	2000
22	0	0	2	0	160	120	160	2000
23	0	0	0	-2	160	120	80	0
24	0	0	0	2	160	120	80	4000
25	0	0	0	0	160	120	80	2000
26	-2	-2	-2	-2	0	0	0	0
27	0	0	0	0	220	240	120	4000

**Tabla 3. Porcentaje (%) de MO de los suelos por tratamiento de N,P,K y CA.**

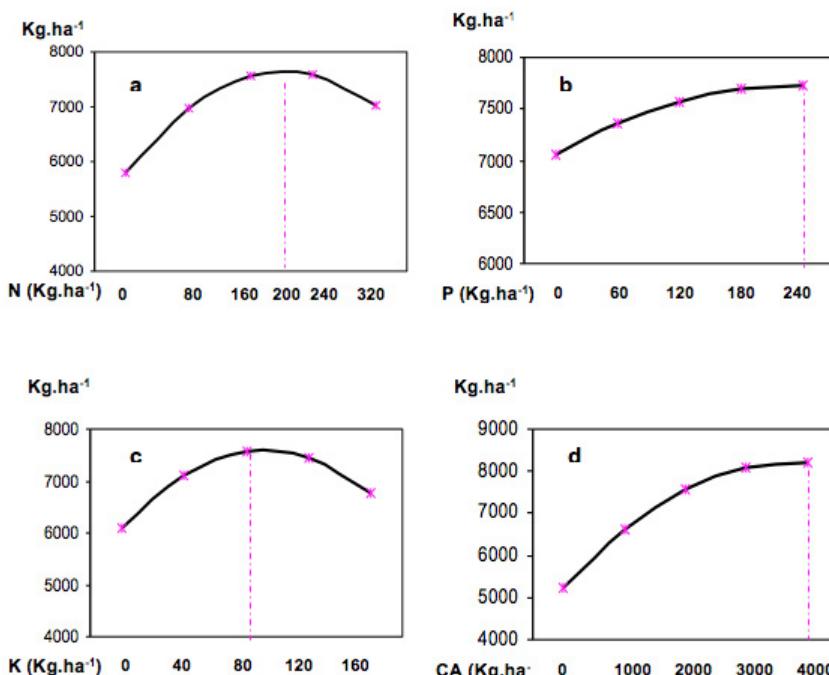
T	Dosis codificada	Dosis Real (Kg.ha <sup>-1</sup> )	MO (%)		Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	
			Suelo alcalino	Suelo ácido	Suelo alcalino	Suelo ácido
<b>N</b>	-2	0	1,18b	0,95a	3770 b	879 b
	-1	80	1,26ab	0,94a	6803 a	1846 ab
	0	160	1,39ab	0,99a	6869 a	1912 ab
	1	240	1,42a	1,01a	6891 a	2451 a
	2	320	1,45a	0,95a	6167 a	3083 a
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	-2	0	1,13b	0,88a	4748 b	785 b
	-1	60	1,32ab	0,96a	6800 a	1851ab
	0	120	1,41a	1,01a	6854 a	1936 ab
	1	180	1,36ab	0,99a	6893 a	2447a
	2	240	1,38a	0,93a	5272 ab	3022 a
<b>K<sub>2</sub>O</b>	-2	0	1,18a	0,95a	4311 b	948 a
	-1	40	1,34ab	0,96a	6779 a	2172 a
	0	80	1,39ab	0,99a	6848 a	2049 a
	1	120	1,33ab	0,99a	6915 a	2125 a
	2	160	1,45a	1,00a	5746 ab	2128 a
<b>CA</b>	-2	0	1,33b	0,78b	4321 b	833 b
	-1	1000	1,22ab	1,03a	6001ab	1536 ab
	0	2000	1,38ab	1,02a	6802 a	2028 a
	1	3000	1,46a	0,93a	7692 a	2762 a
	2	4000	1,33ab	0,93a	6015 ab	1921 ab

**Tabla 4. Dosis óptima y económicas de N,P,K y CA para el suelo alcalino**

Fertilizante	Unidad codificada para dosis óptima	Dosis óptima ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ )	Unidad codificada para dosis económica	Dosis económica ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ )
N	0,54	203	0,54	203
$\text{P}_2\text{O}_5$	1,88	233	1,85	231
$\text{K}_2\text{O}$	0,29	92	0,10	82
CA	1,73	3730	1,72	3720

**Tabla 5. Dosis óptima y económicas de N,P,K y CA para el suelo ácido**

Fertilizante	Unidad codificada para dosis óptima	Dosis óptima ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ )	Unidad codificada para dosis económica	Dosis económica ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ )
CA	1,23	2900	1,22	2800
$\text{K}_2\text{O}$	0,05	82	-0,05	78

**Figura 1. Rendimiento de maíz ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) en respuesta a las dosis reales de N (a), P (b), K (c) y CA (d) aplicado en el suelo alcalino**

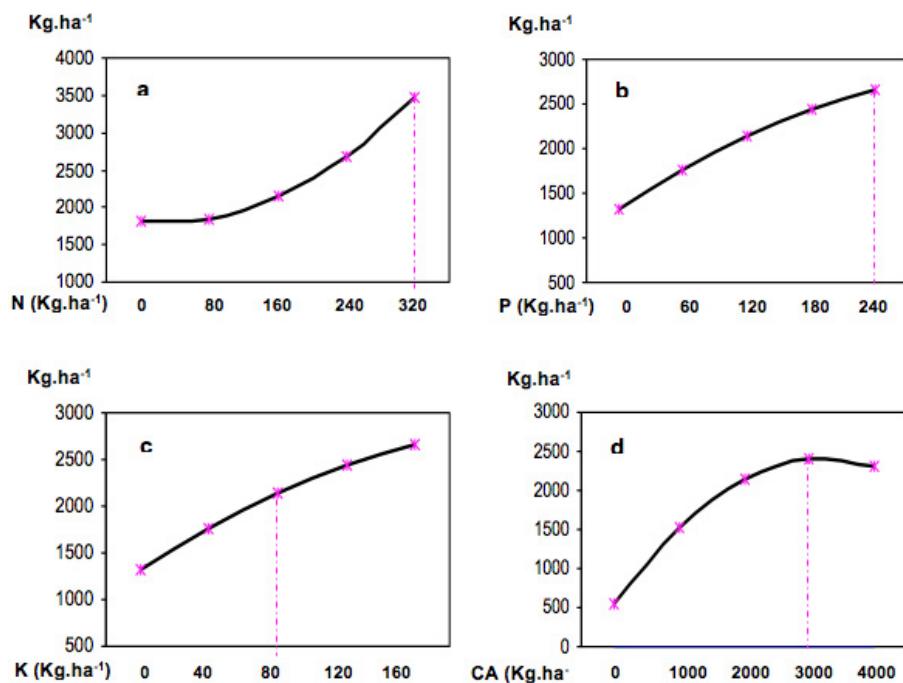


Figura 2. Rendimiento de maíz ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) en respuesta a las dosis reales de N (a), P (b), K (c) y CA (d) aplicado en el suelo ácido

---

# EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE *Pleurotus ostreatus* EN HOJA DE CAÑA Y TUSA DE MAÍZ

Morillo<sup>1</sup> O., Guerrero<sup>2</sup> B., Toro<sup>1</sup> J., Tovar<sup>1</sup> B., Castañeda<sup>3</sup> R., García<sup>2</sup>  
P., Cuervo<sup>4</sup> W., Torres<sup>5</sup> Y.

<sup>1</sup>Fundación CIEPE

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes

<sup>3</sup>INIFAT, Cuba

<sup>4</sup>Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid, España

Instituto de Ingeniería Agrícola - Facultad de Agronomía, UCV

osmthom@yahoo.com

## Resumen

El cultivo de hongos comestibles es un proceso biotecnológico, que permite convertir materiales lignocelulósicos en productos de alto valor nutricional. El hongo *Pleurotus spp*, es el segundo más cultivado en el mundo, en su cultivo se utilizan diversos sustratos lignocelulósicos provenientes de la agricultura y agroindustria, con rendimientos dependientes de la composición del sustrato utilizado. Bajo esta premisa se presenta la evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre hoja de caña y tusa de maíz, mediante la estimación de la eficiencia biológica. Para ello se aplicaron 5 tratamientos, correspondientes al cultivo del hongo sobre bloques de sustratos elaborados con tusa de maíz, hoja de caña, mezcla de ambos (1:1), tusa de maíz con cal y hoja de caña con cal, realizando 5 replicas por tratamiento para un total de 25 bloques de sustrato sólido de 3Kg cada uno, acondicionados a 68% de humedad en bolsas de polietileno. La inoculación de los bloques de sustratos, se realizó por inyección de un homogenizado de micelio del hongo proveniente de un cultivo líquido. Los cuerpos fructíferos recolectados en dos cosechas fueron pesados y relacionados con el peso seco del sustrato para la estimación de la eficiencia biológica. A través del análisis de varianza para un factor y las pruebas de comparación múltiple de Tukey, se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo la hoja de caña el de mayor eficiencia biológica ( $53,10 \pm 2,72$ ), representando así un sustrato potencial para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

**Palabras clave:** tecnología de alimentos, hongos comestibles, sustratos lignocelulósicos

## Introducción

El cultivo de hongos comestibles es un proceso biotecnológico que permite convertir materiales lignocelulósicos en productos de alto valor nutricional, esta considerada la segunda tecnología microbiológica más importante económicamente después de la levadura. Dentro de esta tecnología se han identificado alrededor de 300 especies de hongos comestibles, pero sólo 30 han sido domesticadas y 10 comercializadas, siendo el *Pleurotus spp*, el segundo más cultivado en el mundo por su valor ecológico, económico y sus propiedades nutricionales Sánchez (2010).

Los hongos del género *Pleurotus* son saprofíticos, descomponedores de madera, se alimentan de la materia orgánica en la que están creciendo, degradando estructuras lignocelulósicas con las enzimas que liberan al medio. La diversidad del género *Pleurotus* abarca al menos 30 especies, entre ellas, *P. djamor*; *P. eryngii* *P. smithii*; *P. levis*, *P. pulmonarius*, *P. sajor-cajou*, *P. citrinopileatus* y *P. ostreatus*. Este último también conocido como el hongo “ostra”.

La tecnología de su cultivo ha tenido un desarrollo rápido y amplia aceptación en el mercado por sus propiedades nutricionales, sabor, consistencia, adaptación a un amplio intervalo de temperatura Ardon (2007). Es capaz de crecer en una amplia variedad de residuos orgánicos, como paja de trigo, maíz, algodón, coco, bagazo de caña de azúcar y aserrín. Melo de Carvalho, Sales-Campos, Nogueira de Andrade (2010). Su capacidad productiva también ha sido evaluada sobre hoja de plátano

Romero, Huerta, Damián, Macías, Tapia, Parraguirre, Juarez (2010), capacho de uchuva, cáscara de arveja, tusa de maíz López-Rodríguez, Hernández-Corredor, Suárez-Franco, Borrero (2008), paja de arroz y pulpa de café Vega, Mata, Salmones, Caballero (2006).

El cultivo del *P. ostreatus* tiene la ventaja de aprovechar los subproductos agrícolas con el fin de generar un producto alimenticio de alto contenido proteico sin uso de productos químicos, el sustrato agotado sirve de materia prima para la obtención de abono orgánico, mediante los procesos de composteo o vermicomposteo. Su tecnología es fácil de implementar y puede convertirse en una fuente de ingresos económicos.

Las ventajas del cultivo de *P. ostreatus*, aunado la actividad agrícola en Venezuela, producción de cereales, hortalizas, raíces, tubérculos, plantaciones tropicales, granos leguminosos y frutas Mora y Rojas (2007) y los procesos de transformación agroindustriales del país, procesadoras de arroz, maíz y caña de azúcar entre otros, constituyen un escenario potencial para el desarrollo de cultivo de *Pleurotus spp*, tanto a nivel artesanal como a nivel industrial en Venezuela.

Bajo esta premisa, la Fundación CIEPE, el laboratorio de Biotecnología de Microorganismo de la ULA y el INIFAT-Cuba, con la colaboración de otras instituciones, han venido trabajando sobre una línea de investigación orientada al desarrollo y difusión de la tecnología del cultivo de especies de *Pleurotus* con residuos agroindustriales generados en el país.

La siguiente investigación tiene como

objetivo evaluar la eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando la hoja de caña, subproducto generado de la cosecha de la caña de azúcar y la tusa de maíz residuo generado del procesamiento de maíz en la elaboración de cachapas.

## Materiales y métodos

A continuación se describen los materiales y métodos utilizados en la evaluación de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en hoja de caña y tusa de maíz.

### Materiales

#### Microorganismo.

*Pleurotus Ostreatus*, cepa proveniente de la colección de cultivos puros de hongos del Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) WFCC 853.

#### Medios de cultivo.

El medio sólido utilizado fue el M200, preparado con 3 g/l extracto de levadura, 3 g/l extracto de malta, 5 g/l de peptona, 10 g/l de glucosa y 20 g/l de agar. El medio de cultivo líquido fue preparado según la fórmula del medio M200, pero sin agar.

#### Sustratos.

Los materiales lignocelulósicos utilizados como sustratos fueron la tusa de maíz, generada en la manufactura artesanal de cachapa (procedente de la Cooperativa Cachapas COA, ubicada en el Municipio Independencia, Estado Yaracuy) y hoja de caña, subproducto generado en la cosecha de la caña azúcar (cultivos procedentes del sector San Pablo, ubicada en el Municipio Sucre,

estado Mérida).

### Métodos

#### Caracterización fisicoquímica de los sustratos.

Los materiales lignocelulósicos fueron secados a 70 °C durante una hora en un secador de lecho fluidizado marca Aeromatic, posteriormente molidos en un molino marca Stein Mill, el producto de la molienda se pasó a través de un tamiz (A.S.T.M 250 mm, 60 MESH). Finalmente se determinó el contenido de humedad AOAC (1990), método 945.39, grasa AOAC (1990), método 920.85, cenizas AOAC (1995), método 923.03, fibra cruda AOAC (1995), método 920.86, proteína AOAC (1995), método 992.23, factor 6,25 y el contenido de carbohidratos estimado utilizando la ecuación 1:

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (\% \text{Proteína cruda} + \% \text{Grasa} + \% \text{Ceniza} + \% \text{Fibra cruda}) \quad (1)$$

#### Determinación del contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y extractivos.

El acondicionamiento de los sustratos para la determinación del contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y extractivos, se realizó siguiendo la metodología de la norma TAPPI T257 cm-85 muestreo y preparación de madera para análisis y la Norma TAPPI T-264-cm-97 preparación del material libre de extraíbles.

Al material acondicionado se le determinó el contenido de lignina insoluble en ácido (norma TAPPI T- 222 om-98), contenido de celulosa seifert (método de Kürshner-Hoffer), contenido

de sustancias solubles en benceno-etanol (norma TAPPI T-264 om-97), contenido de sustancias solubles en etanol al 95% (norma TAPPI T-264 om-97), contenido de sustancias solubles en agua a 95° C (norma TAPPI T 207 om-93) y la hemicelulosa se estimó utilizando la ecuación 2:

$$\text{\%Hemicelulosa} = 100 - (\text{\%Lignina} + \text{\%Celulosa} + \text{\%Solubles en benceno-etanol} + \text{\%Solubles en etanol al 95\%} + \text{\%Solubles en agua caliente 95°C})$$

### **Elaboración de los bloques de sustrato.**

Para la elaboración de los bloques de sustrato se ajustó el tamaño de partícula del material lignocelulósico, utilizando una picadora de pasto para reducir el tamaño de las partículas de la hoja de caña de 3 a 5 cm; mientras que para la tusa de maíz fue quebrantada, utilizando un molino de martillo para disminuir el tamaño de partícula entre 0,5 - 1 cm. Una vez reducido el tamaño de partículas ambos materiales fueron colocados en sacos de polipropileno y sumergidos en agua durante 24 horas, después de este periodo se dejaron escurrir hasta eliminar toda el agua en exceso. El material hidratado fue empacado en bolsas de polietileno de alta densidad de 6 litros de capacidad. Cada bloque fue preparado con 3 Kg de sustrato. Las bolsas fueron cerradas (amarradas), colocando en la punta unos cilindros plásticos de 10 cm de largo por 2 cm de diámetro, conteniendo fibra de vidrio, esto con la finalidad de facilitar el intercambio de gases con el ambiente de forma estéril. Se prepararon 5 repeticiones de cada experimento con la siguiente combinación de sustratos: 100% tusa

de maíz, 100% tusa de maíz con cal (2% respecto al peso seco del sustrato), 100% bagazo de caña, 100% bagazo de caña con cal (2% respecto al peso seco del sustrato) y una mezcla de 50% tusa de maíz con 50% bagazo de caña. Una vez preparados los bloques de sustrato, fueron sometidos a un tratamiento térmico con vapor durante un periodo de 6 horas, para ello se colocaron las bolsas en el fondo de un barril metálico sobre una rejilla, la cuarta parte del barril se lleno de agua. El calor para la generación de vapor se suministro utilizando un mechero a gas. Una vez concluido el tiempo de calentamiento, se dejó reposar durante 48 h para observar signos de contaminación.

### **Preparación de inóculos**

Se inocularon placas de petri, conteniendo medio de cultivo sólido M200 con micelio de *Pleurotus ostreatus* conservado en cuñas con el mismo medio. Las placas inoculadas fueron incubadas en oscuridad a 26±1°C durante un periodo de 8 días. A partir del micelio crecido en las placas, se inocularon enlermeyer de 250 ml, conteniendo 75 ml de medio de cultivo líquido, luego fueron incubados a 26±1°C con agitación durante un periodo de 8 días, posterior a este tiempo fueron transferidos a un enlermeyer de 2000 ml conteniendo el mismo medio de cultivo líquido e incubados bajo las mismas condiciones. El inóculo líquido fue homogenizado en una licuadora Osterizer a máxima velocidad, previo a su uso.

### Inoculación de los bloques de sustrato

Cada bloque de sustrato fue inoculado con 50 ml de inóculo líquido homogenizado de micelio de *P. ostreatus*, para este procedimiento se utilizó una aguja de acero inoxidable de 50 cm de largo y 0,5 cm de diámetro, conectado a una inyectadora de 50 ml. La inoculación se realizó introduciendo la aguja a lo largo del sustrato en el centro del bloque, describiendo un eje concéntrico.

### Incubación

Los bloques de sustrato inoculados fueron incubados en una primera fase en ausencia de luz a una temperatura de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa aproximada de 80%. Esta primera fase se llevó a cabo en la cámara de incubación, donde los bloques de sustrato fueron apilados y cubiertos con un plástico negro. El tiempo de incubación finaliza en el momento en que el sustrato es totalmente colonizado por el hongo. La segunda fase de incubación se realiza en presencia de luz natural (incidencia indirecta), para ello los bloques de sustrato fueron colgados dentro de la cámara de cultivo. Las bolsas que cubren los bloques de sustrato fueron perforadas para la salida de los primordios sobre la superficie de la bolsa y formación de los cuerpos fructíferos.

### Cosecha

Luego de la aparición de los primordios comienza el desarrollo de los cuerpos fructíferos, los cuales al alcanzar la madurez fueron recolectados de forma manual cortando con una cuchilla estéril la base del tronco del hongo. Finalmente los cuerpos fructíferos frescos fueron pesados en una balanza analítica.

Evaluación de la eficiencia biológica  
A partir del peso fresco de los cuerpos

fructíferos se determinó la eficiencia biológica (EB) mediante la aplicación de la ecuación (3).

$$\text{EB} = (\text{P}_{\text{Carpóforo}} / \text{P}_{\text{SecoSustrato}}) * 100$$

Donde: EB: eficiencia biológica expresado en porcentaje

$\text{P}_{\text{caspóforos}}$ : peso de los carpóforos frescos expresados en Kg o g

$\text{P}_{\text{SecoSustrato}}$ : peso seco de los materiales lignocelulosicos en Kg o g

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados por análisis de varianza para un solo factor y posteriormente se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $<0,05$ ) para determinar las diferencias entre los tratamientos aplicados.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en cada etapa de esta investigación, son detallados a continuación, los resultados referentes a la caracterización fisicoquímica son expresados en base seca (BS) y base húmeda (BH).

### Caracterización fisicoquímica de los sustratos

Los resultados de la caracterización fisicoquímicas de la tusa de maíz y de la hoja de caña, se presentan en la tabla 1. Estos indican que la tusa de maíz presenta un contenido de proteína y grasa superior a los reportados por Cardona, Sorza, Posada y Carmona (2002) (2,3 y 0,4 % respectivamente) y superior a los determinados en la hoja de caña; del mismo modo el contenido de fibra es menor al reportado por el autor (32%) y al determinado en la hoja de caña. Cabe destacar que la composición fisicoquímica de la tusa de maíz depende del proceso de donde es obtenido.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas de la tusa de maíz y hoja de caña

Análisis	Tusa de maíz		Hoja de caña	
	BH	BS	BH	BS
<b>Humedad (%)</b>	10,42±0,06	-	8,24±0,06	-
<b>Grasa Cruda (%)</b>	2,05±0,58	2,29	1,32±0,05	1,44
<b>Cenizas (%)</b>	1,27±0,07	1,42	3,63±0,00	3,96
<b>Fibra (%)</b>	21,83±1,46	24,37	29,36±0,97	32,00
<b>Proteína (%)</b>	6,35±0,50	7,09	4,45±0,50	4,90
<b>Carbohidratos (%)</b>	58,08±0,57	64,84	52,95±0,42	57,70

**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto al contenido de lignina y celulosa encontrados en la tusa de maíz (Tabla 2) son similares a los reportados por Duque (2007), pero menores que los encontrados en la hoja de caña. De igual

forma los valores de lignina y celulosa en la hoja de caña son similares a los reportados por Benítez (2009), 14 y 45 % respectivamente.

**Tabla 2.** Contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y extractivos

Análisis	Tusa de maíz	Hoja de caña
<b>Solubles en benceno-etanol</b>	6,64±0,22	3,67±0,22
<b>Solubles en etanol 95%</b>	7,86±0,97	0,61±0,08
<b>Solubles en agua caliente 95 °C</b>	16,07±1,00	16,48±0,98
<b>Lignina insoluble en ácido</b>	12,48±0,12	15,36±0,69
<b>Celulosa</b>	33,61±0,69	46,85±1,01

**Fuente:** Elaboración propia

#### Inoculación e incubación de los bloques de sustrato.

Los 25 bloques de sustrato fueron preparados de acuerdo a la metodología descrita. La figura 1 muestra el inóculo líquido de *Pleurorus ostreatus* (1), homogenizado (2), inoculación por inyección (3) y bloques de sustrato inoculados y apilados para la fase de

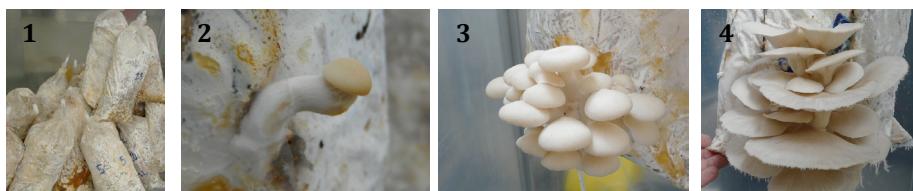
oscuridad (4). La fase de incubación en oscuridad se alcanzó en un periodo de 63 días, tiempo en el cual todos los bloques de sustrato fueran invadidos totalmente por el micelio del hongo.



**Figura 1.** Inoculación de los bloques de sustrato

En la Figura 2, se muestra varias etapas del crecimiento *P. ostreatus*, durante la segunda fase de incubación del crecimiento: bloques de sustrato

totalmente invadidos (1), primordios (2), cuerpos fructíferos jóvenes (3) y maduros (4).



**Figura 2.** Etapas de crecimiento del *P. ostreatus* durante la 2<sup>da</sup> Fase de incubación

**Cosecha** Los cuerpos fructíferos recolectados fueron pesados para la estimación de la EB, proceso que se realizó para dos cosechas del cultivo. Los carpóforos obtenidos presentaron

un color blanco a blanco crema, textura carnosa, olor característico, el diámetro del píleo fue muy variado entre 5 y 20 cm. En la figura 3 se observan parte de los carpóforos cosechados



**Figura 3.** Cosecha de *P. ostreatus*

**Análisis estadístico.** Mediante el ANOVA se determinó que existe una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados (Tabla 3). Determinando que hay un efecto sobre la EB del *Pleurotus ostreatus* cuando se utiliza tusa de maíz o hoja de caña como sustrato y cuando se le agrega cal al sustrato. El tratamiento donde se utilizó 100% hoja de caña presentó la mayor eficiencia biológica ( $53,10 \pm 2,72$ ,

seguido del tratamiento donde se utilizó hoja de caña con cal ( $35,88 \pm 6,02\%$ ).

**Tabla 3.** Análisis de varianza. EB vs. Sustrato

Fuente	G L	SC	MC	F	P
Tratamiento	4	2089,1	522,3	44,20	0,000

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey, permitió determinar que existe diferencia significativa entre el tratamiento 100% hoja de caña y el resto de los tratamientos (hoja de caña con cal, tusa de maíz, tusa de maíz con cal y a la mezcla hoja de caña-tusa de maíz), entre la mezcla hoja de caña-tusa de maíz, hoja de caña con cal y tusa de

maíz con cal. También se observó que existe diferencia significativa entre la hoja de caña con cal y la tusa maíz y diferencia entre la tusa de maíz y la tusa con cal. Los resultados se presentan en la Tabla 4. En la columna de letras, las diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas con la prueba de rango múltiple de Turkey.

**Tabla 4.** Eficiencia biológica y rendimiento

Sustrato	Replicas	Efic. B	Media	
Hoja de caña	1	50,22	$53,10 \pm 2,721$	a
	2	57,07		
	3	54,58		
	4	51,56		
	5	52,09		
Hoja de caña con cal	1	31,92	$35,88 \pm 6,027$	b
	2	44,51		
	3	36,35		
	4	30,90		
	5	35,74		
Hoja de caña-tusa de maíz (1:1)	1	26,90	$23,90 \pm 6,027$	c
	2	27,50		
	3	24,84		
	4	13,28		
	5	27,02		
Tusa de maíz con cal	1	32,27	$32,10 \pm 1,06$	eb
	2	31,88		
	3	30,70		
	4	31,61		
	5	33,62		
Tusa de maíz	1	23,75	$23,25 \pm 3,107$	fc
	2	25,42		
	3	25,00		
	4	17,81		
	5	24,27		

## Conclusiones

La hoja de caña representa un potencial como sustrato en el cultivo de hongos, no solo por la capacidad invasiva del *Pleurotus ostreatus* sobre el mismo, sino por su disponibilidad.

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* representa una tecnología fácil de implementar, representando un alternativa de producción de alimentos de alto valor nutricional desde niveles artesanales a industriales.

## Agradecimiento

Nuestros más sinceros agradecimientos al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela, Fundación Centro de Investigación del Estado Para la Producción Experimental (Fundación CIEPE), Proyecto N° PO02AE03-02-15 y al Laboratorio de Biotecnología de Microorganismos (BIOMI) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela), quienes financiaron la realización de esta investigación. De igual manera agradecemos al laboratorio de Bioprocessos y el de Cereales y Oleaginosas de la Fundación CIEPE (Yaracuy, Venezuela) e INIFAT (La Habana, Cuba) por su colaboración.

## Referencias Bibliográficas

- AOAC. (1995). Official methods of analysis (16th Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ardón C. (2007). La producción de los hongos comestibles. Maestría en Docencia Universitaria con Especialidad en Evaluación Educativa. Guatemala
- Benítez, M.; Suárez J. (2009). Elaboración de una metodología para el estudio experimental de la digestión anaerobia de agroresiduos en particular residuos cañeros. V Seminario Euro Latinoamericano de Sistemas de Ingeniería (FIEE). [En línea]. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9357>
- Cardona, M.; Sorza, J.; Posada, S.; Carmona, J. (2002). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Facultad de Ciencias Agrarias:Universidad de Antioquia. 15 (2): 240-246.
- Duque, S. (2007). Etanol a partir de desechos agrícolas. Hidrólisis acida de celulosa. [en línea] : www.idea.unal.edu.co/eventos/Cisdal.../E4.oscar\_r\_avella.pdf
- López-Rodríguez C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, C., Borrero, M. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum* 13(2): 128-137.
- Melo de Carvalho, C.; Sales-Campos, C.; Nogueira de Andrade, M. C. (2010). Mushrooms of the *pleurotus* genus: a review of cultivation techniques. *Intercincia*. 35 (3): 177-182.
- Mora, E., Rojas López, J. (2007). Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). *Agroalimentaria*. 12 (25): 33-44.
- Romero O., Huerta, M., Damián, M. A., Macías, A., Tapia, A. M., Parraguirre, J. F., Juárez, J. (2010). Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*musa paradisiaca* L., CV. ROATAN) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. *Agronomía Costarricense* 34(1): 53-63.
- Sánchez C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms applied microbiology biotechnology. 85:1321–1337.
- Vega, A.; Mata, G.; Salmones, D.; Caballero, R. E. (2006). Cultivo de cepas nativas *Pleurotus djamor* en Panamá, en paja de arroz y pulpa de café. *Revista mexicana de micología*. 23: 93-97.



---

**REVISTA  
“OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO”  
NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS**

**EXTENSIÓN DEL ARTÍCULO, TÍTULO, SUBTÍTULOS, TIPO Y TAMAÑO DE LETRA, INTERLINEADO Y OTRAS CONSIDERACIONES**

La extensión máxima de los artículos será de doce (12) páginas, sin sangría, incluyendo Tablas, Figuras y Referencias Bibliográficas. La fuente debe ser Times New Roman 12, y el interlineado será 1,5. El texto debe estar justificado. El título se coloca en **negritas**, interlineado sencillo. Los subtítulos se colocarán en **negritas**, alineados a la izquierda. Los nombres científicos de géneros y especies se escribirán en cursivas. Los márgenes (superior e inferior, izquierdo y derecho) serán de 3 cm. Cada página tendrá un máximo de 28 renglones.

**IMÁGENES, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y GRÁFICOS**

Las imágenes, tablas y gráficos deben tener una resolución de 300 dpi, y contarán con leyenda e información sobre la fuente. Las tablas deben ser construidas con la herramienta *Tabla* del procesador de palabras, colocando el título encima del margen superior, y numerándolas consecutivamente, en ningún caso las tablas deben enviarse en formato no editable (jpg. y pdf.) Los gráficos, ilustraciones y fotografías serán identificados como *figuras*, asignándoles una numeración consecutiva, y colocando las leyendas debajo de su margen inferior, alineadas a la izquierda y resaltando en negritas la palabra **Figura** y el número correspondiente (p. ej.: **Figura 1**). Los mapas deben tener una escala gráfica. Las fórmulas y ecuaciones deben ser generadas utilizando editores de ecuaciones del procesador de palabras, y serán alineadas en el centro de la página.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Para citar las Referencias Bibliográficas se utilizarán paréntesis dentro del texto, en lugar de notas al pie de página. Deben incluir información sobre el autor y el año de publicación del trabajo. En el caso de los artículos que tienen más de tres autores, únicamente se colocará el primero, seguido de la expresión “*et al.*” en letras cursivas. El autor debe cerciorarse de que todas las citas del texto aparezcan referidas en la lista de Referencias Bibliográficas que se ofrece al final del artículo.

Las Referencias Bibliográficas deben ordenarse alfabéticamente por apellido del autor, utilizando las normas de la American Psychological Association (APA) para reseñar libros, publicaciones periódicas, medios electrónicos y otros tipos de documentos.

Los artículos deben tener la siguiente estructura:

**Título**

**Datos de los autores** (Solo filiación y correo)

**Resumen**

**Palabras clave**

**Introducción**

**Materiales y Métodos**

**Resultados y Discusión**

**Conclusiones**

**Agradecimiento** (opcional)

**Referencias Bibliográficas**



“Tenemos que salvar la vida en este planeta. Debemos salvar al mundo de los desastres de la guerra, de los desastres de la miseria -que es una forma de guerra-, de los desastres de la explotación de unas minorías contra mayorías ”

Hugo Rafael Chávez Frías

Fotografía de Nicolás Serrato



Gobierno Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para Ciencia, Tecnología e Innovación

Observatorio Nacional de Ciencia,  
Tecnología e Innovación