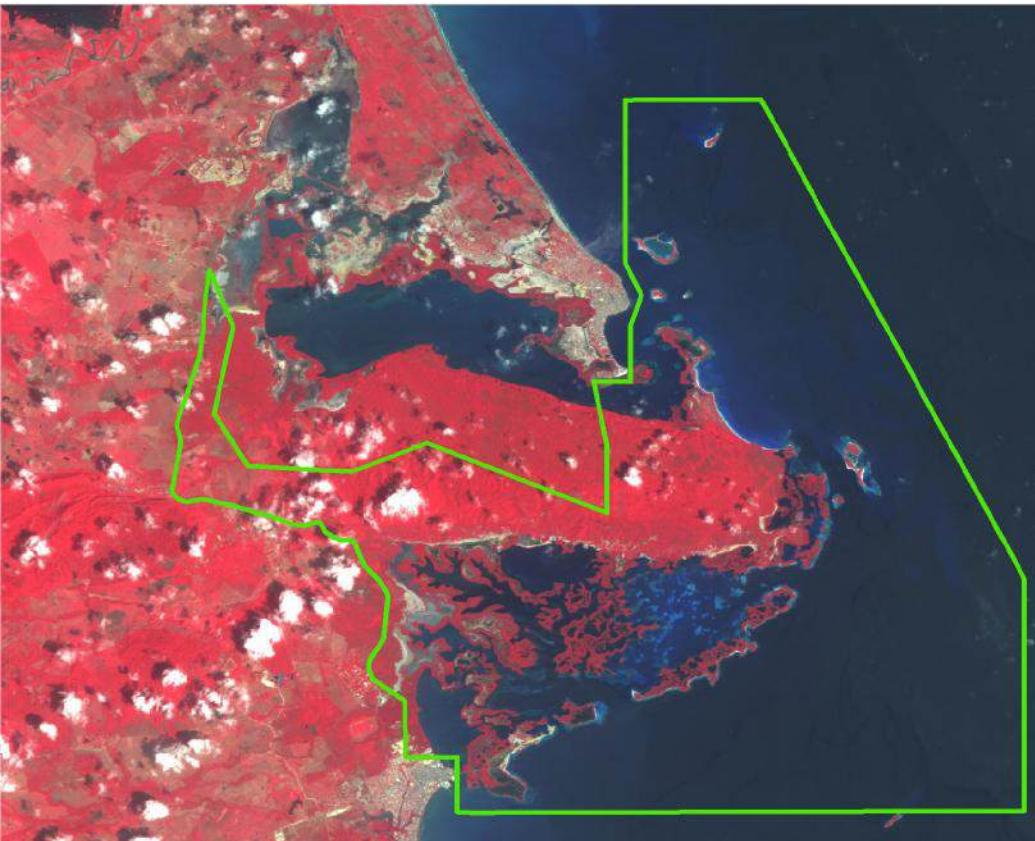


# Observador del Conocimiento

Revista Científica



PARQUE NACIONAL MORROCOY, ESTADO FALCÓN 04-03-2013



# Observador del Conocimiento

---

Vol. 1 Nº 1

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

Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

# EDITORIAL

El amor a nuestro comandante eterno Hugo Chávez, el legado que nos dejó nuestro máximo líder de la Revolución Bolivariana de Venezuela, el compromiso con la mayoría del Pueblo Venezolano y la necesidad de socializar y democratizar la ciencia, la tecnología y la innovación nos impulsa a publicar los resultados de las investigaciones y productos de innovación que reflejan el avance de nuestra Revolución en esta materia, es parte de nuestro compromiso con el Plan de la Patria, y el conjunto de leyes comunales a ser implementadas por nuestro presidente Nicolás Maduro con el apoyo de las organizaciones del Poder Popular.

Desde la concepción liberadora, la educación, la ciencia y el trabajo son pilares fundamentales para el alcance de los fines constitucionales y de los objetivos del Plan de la Patria. El Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación y sus instituciones adscritas profundizan acciones para la concreción material del Plan de la Patria, aprobado como Ley por la Asamblea Nacional el 4 de diciembre de 2013. En esa dirección estratégica, el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Oncti) edita y coloca a la disposición de toda la comunidad de investigadoras e investigadores, innovadoras e innovadores y a todo el Pueblo en general, la versión digital del “Observador del Conocimiento”, revista de carácter científico, arbitrada y de publicación mensual, que tiene como objetivo dar a conocer y socializar los resultados tanto de las investigaciones como los productos de innovación relacionados con las investigadoras e investigadores, innovadoras e innovadores que participan en el Programa de Estímulo a la Investigación y la Innovación (PEII), en los Congresos Venezolanos de Ciencia, Tecnología e Innovación y otros actores que participan en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

La versión digital “Observador del Conocimiento”, recopila y difunde los artículos científicos arbitrados y aprobados por el Consejo Técnico de Evaluación de la Revista y el Consejo Editor, presentados en los Congresos Venezolanos de Ciencia, Tecnología e Innovación. El volumen uno (1), año 2013 y el volumen dos (2), año 2014, en sus primeros seis (6) números estaran dedicados al Primer Congreso. El volumen (2), a partir del séptimo (7º) número, estará destinado al Segundo Congreso.

Es propicia la ocasión para informar a la comunidad científica y al Pueblo en general a través de la Revista “Observador del Conocimiento”, tanto en su versión impresa como en su versión digital, los productos que fueron generados en el Oncti durante el año 2013: “Biblioteca Virtual”, la cual se nutre de los proyectos de investigación y de los productos registrados en el PEII, “Boletín de Indicadores Venezolanos de Ciencia, Tecnología e Innovación del año 2012”, “Resúmenes del Segundo Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación en el marco de la LOCTI y el PEII”, “Leguminosas de Grano en Venezuela” y “Consideraciones Teórico-Políticas para la Ciencia y Tecnología en la Revolución Bolivariana Venezolana”. Nos sentimos orgullosos de haber cumplido, desde estos espacios, con la Patria y seguro estamos que en el 2014 continuaremos LA MARCHA FIRME E INDETENIBLE HACIA LA SOBERANÍA NACIONAL EN MATERIA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS DEL PLAN DE LA PATRIA 2013-2019.

¡Chávez vive, la Patria sigue!

¡Independencia y Patria Socialista, Viviremos y Venceremos!

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**

José Luis Berroterán

**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**

Felgris Araca

Sonia Rodríguez

**Concepto Gráfico y Diagramación**

Riednollys García

Luis Enrique González

**Diseño de Cubierta**

Riednollys García

Luis Enrique González

**Imagen de Cubierta**

Santiago Ramos

Idania Briceño

**Colaboradores de este número**

Neyla Mendoza, Martín Moreno, Karl Pticer, Lizmaybell Torres, Sol Arcay, José Palacios, Doris Villaroel,  
Juan Carlos Santander

**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, experiencia 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  | ENERGÍA  |
| 9  | Contaminación del suelo por helmintos de importancia clínica en balnearios de El Tocuyo, estado Lara<br><i>Vizcaya Teodoro</i>  | 65 Aprovechamiento energético del bagazo de la caña de azúcar como solución de problemas ambientales de la industria azucarera venezolana<br><i>Torrealba Hely</i>   |
| 15 | Determinación del contenido de algunos antinutrientes ( <i>Taninos y Fitatos</i> ) presentes en la pira ( <i>Amaranthus dubius</i> )<br><i>Aristizabal Rosse, Contreras Yanetti</i>                               | POLITICA Y SOCIEDAD  |
| 25 | La comunicación pública en la gestión integral de cuencas con enfoque participativo. ríos Pao en estado Carabobo y Unare en el estado Anzoátegui<br><i>Flores María, Díaz Esmeya, Arana Aracelis, Dávila Ilya</i> | 73 Competencias psicosociales en la transferencia del conocimiento para las empresas de producción social turística de la península de Paraguaná<br><i>Vera Ana, Reyes Gladys, Santos José</i>                 |
| 33 | Sistema de gestión de la calidad para el laboratorio de análisis instrumental de una universidad basado en ISO 17025:2005<br><i>Martínez Evelyn, Mendoza Gaudys</i>   | 83 Consideraciones sobre el socialismo en el siglo XXI desde la Venezuela Bolivariana<br><i>Delgado Luis</i>   |
|    | DESARROLLO INDUSTRIAL   | SALUD COLECTIVA  |
| 45 | Sistema de monitoreo y control de stick out en el proceso de enseñanza de soldadura manual<br><i>Rodríguez Miguel, Oropeza Argelia, Aguilera Asdrubal, Chacón Carlos</i>  | 93 Aplicación de una metodología novedosa en la epidemiología molecular de la enfermedad de chagas<br><i>Recchimuzzi Giannina, Carrillo Ileana, Carrasco Hernán</i>  |
| 55 | Desarrollo sustentable, complejidad e ingeniería: simbiosis necesaria<br><i>Yáñez Raiza, Briceño Miguel, Alfonsi Alfonso, Yáñez Janett</i>  | 101 Comparación de los valores lipídicos, de APO B y NO-HDL en sujetos controles y con infarto al miocardio<br><i>Lares MariI, Castro Jorge, Brito Sara, Giacopini María, Herrera Julio, Contreras Beatriz</i> |

- 
- 107 Determinación de helicobacter estomacales no-H. Pylori en una población canina de Venezuela  
*Polanco Rito, Contreras Mónica, Salazar Victor, Chávez Victor*
- 117 Efecto del consumo de fórmulas enterales con selección de carbohidratos sobre el índice glicémico en adultos sanos  
*Angarita Lisse, Parra Karla, Uzcategui María, Nava Eiris, Blanco Gerardo, Reyna Nadia*
- 125 Prevalencia del VIH en pacientes que asisten al laboratorio regional de salud pública del estado Zulia  
*Gotera Jennifer, Martínez Olga Mavárez Alibeth, Millano María, Fereira Maritza, Gómez María, Castillo Elina*
- 131 Relación entre la expresión del HER-2/NEU y el status nodal axilar en cáncer de mama  
*Sánchez M., Montiel M., Lubo A., Soto L., Guerra S., Quevedo A., Sánchez M.*
- SEGURIDAD Y SOBERANÍA
- 143 ALIMENTARIA
- Acción de desinfectantes sobre la producción de biopelículas de cepas de *staphylococcus aureus* provenientes de manipuladores de alimentos  
*Mujica Isabel, Zabala Irene, Rivera Jhoandry*
- 155 Desarrollo de hardware libre para la apropiación de tecnología de procesos agrícolas en cultivos bajo techo  
*Díaz Dhionel, Roca Santiago, Moreno Jorge*
- 167 Efecto de metabolitos de diez aislamientos de *Trichoderma spp*, sobre *Rhizoctonia solani* bajo condiciones in vitro  
*García Rosaima, Díaz Nelly, Riera Ramón*
- 177 Establecimiento de programas de inseminación artificial laparoscópica en ovejas y cabras como procedimiento de rutina  
*Rodríguez José, Hidalgo Gladys, Rodríguez Mardon, Morales Roneisa, Chango Rosa, Aranguren José, Mavarez. Marie*
- 183 Estudio, multiplicación y selección de semillas de maíz cariaco a través de una red campesina. Avance 2011-2012  
*Avellaneda Andrés, Herrera Wilfredo, Ochoa Héctor, Jiménez Gustavo, Blanco Manuel, Talante Víctor*
- 193 Evaluación de fertilidad de suelos agrícolas del estado Yaracuy basado en análisis de suelo y técnicas de análisis espacial (Geomática)  
*Andrade O., Bavaresco M., Cárdenas L., Cárdenas M., Figueredo L., Giménez W., León M., Méndez M., Pagua L., Rivero O., Segovia K., Silva C.*

- 
- 203 Evaluación de la frecuencia de aplicación de SO<sub>2</sub> en la solución conservadora de la inflorescencia con la finalidad de medir su efecto en la cantidad y poder germinativo de la semilla de la caña de azúcar obtenida a través de cruces.  
*Latigue Rosa*
- 209 Evaluación de la resistencia de nemátodos gastrointestinales frente a tres grupos de antihelmínticos en ovinos  
*Medina Jullymar, Mendoza Pedro, Rodríguez Rafael, Graterol Irama, Alfonzo Silvestre, Sánchez Alexander*
- 215 Evaluación de la sustitución parcial de NaCl en el proceso de salado del bagre acumó (Bagre marinus) refrigerado  
*Rodríguez Jaime, Chirinos Karina, Cancino Jonnattan*

#### TELECOMUNICACIONES

225 Desarrollo de aplicación para celulares que permite detectar y corregir fallas en redes de fibra óptica hasta los hogares  
*Carvalho Gloria, Núñez Héctor, Callocchia Antonio, Brito Freddy*



---

# **CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR HELMINTOS DE IMPORTANCIA CLÍNICA EN BALNEARIOS DE EL TOCUYO, ESTADO LARA**

Vizcaya Teodoro  
Hospital Dr. Egidio Montesinos  
teodorovizcaya@hotmail.com

## **Resumen**

Los parásitos se diseminan para producir infección a través del suelo o aguas contaminadas, animales domésticos o salvajes que contengan al parásito o de persona a persona, a través del ambiente cercano que esté contaminado. Los parásitos que se comunican con órganos abiertos hacia el exterior eliminan sus formas vegetativas, con la materia fecal, orina, esputo y contaminan de esta forma la tierra, los alimentos y el agua potable. A veces el estadio eliminado al exterior no es infeccioso, sin embargo madura en el medio externo. Para evaluar el nivel de contaminación del suelo por helmintos en el balneario Las Margaritas en la ciudad de El Tocuyo en el estado Lara, se diseñó un estudio descriptivo transversal en el cual se utilizó el método de Rugai modificado, aplicado a 24 muestras de suelo, recolectadas en áreas ampliamente frecuentadas del balneario, en búsqueda de formas parasitarias contaminantes. Del total de larvas encontradas, 33,3% eran de *Strongyloides stercoralis*, y el 66,7% fueron de Ancilostomídeos, distribuidas en tres distintas profundidades del suelo: superficie, 10 cm y 20 cm. Estos resultados confirman la contaminación del balneario por helmintos, por lo que se concluye que el mismo representa un importante foco de transmisión de infecciones por larvas. Así mismo demuestra la necesidad de la implantación de un programa de control de los parásitos más frecuentes encontrados en el área, así como también de un programa de educación sanitaria de las comunidades aledañas.

**Palabras clave:** contaminación del suelo, helmintos, *Strongyloides stercoralis*

## Introducción

El estudio del estado y nivel de contaminación del suelo por parásitos en áreas endémicas o públicas muy frecuentadas como los ríos, balnearios y piscinas, se hace necesario toda vez que el suelo es una fuente constante de infección, principalmente para los niños. En este sentido, el comportamiento humano juega un papel importante en el mantenimiento de algunas parasitosis. Los habitantes de una ciudad realizan el tratamiento adecuado con las heces humanas, no obstante las excretas de los animales domésticos son subestimadas como contaminantes biológicos portadores de elementos parasitarios infectivos. De igual forma la contaminación de los centros turísticos y muy concurridos como balnearios, playas, plazas públicas y centros recreacionales, con las heces de cánidos constituye un problema de salud pública por la posibilidad de la transmisión de zoonosis, especialmente Larva migrans, tal como lo reportase Riberiro en su estudio quien describió un 56,8% de incidencia de parasitosis por huevos de *Ancylostoma sp.* Los niños son los afectados y la prevalencia de parásitos puede llevarlos a un déficit nutricional lo que afecta su crecimiento y desarrollo. Los parásitos intestinales pueden causar daños a sus portadores como la obstrucción intestinal, desnutrición, anemia por déficit de hierro, cuadros de diarrea y mala absorción de nutrientes. Igualmente las manifestaciones clínicas son usualmente proporcionales a la carga parasitaria albergada por el individuo. Por su parte Santarém *et al.*, (2004) afirman que el suelo de las plazas y

parques públicos constituyen una vía para zoonosis parasitarias, avalado por los hallazgos de Almeida *et al.*, (2004) quienes en un estudio realizado en quince plazas públicas del municipio de Santa Maria, Rio Grande do Sul, en Brasil, observaron que el 73,3% del suelo de las plazas examinadas estaban contaminadas por huevos de *Ancylostoma sp.* y el 86,6% por huevos de *Toxocara sp.* En ese mismo orden de ideas, resaltando la frecuencia de parasitosis por larvas contaminantes y en el mismo estado brasileño, se encontró un 71,3% de *Ancylostoma sp.*, en otro estudio similar realizado en el año 2004. Es por ello que esta investigación se centró en conocer el estado de contaminación del suelo del balneario Las Margaritas de la ciudad de El Tocuyo en el estado Lara por ser uno de los principales centros recreativos y principal balneario de esta comunidad, y de esta manera relacionarla con la calidad sanitaria del suelo.

## Materiales y Métodos

Se diseñó un estudio descriptivo transversal en el cual se utilizó el método de Rugai modificado, aplicado a 24 muestras de suelo, recolectadas en áreas ampliamente frecuentadas del balneario antes citado y procesadas oportunamente en el Laboratorio del Hospital Dr. Egidio Montesinos de dicha ciudad. Las muestras fueron colectadas aleatoriamente en zigzag en cuatro zonas del área de interés. Cada área medía 100 m<sup>2</sup> las cuales fueron demarcadas con estacas. El espacio fue dividido virtualmente a la mitad, y se subdividió posteriormente en dos subáreas, respectivamente. Es así como

se obtuvieron ocho subáreas: A, B (1<sup>a</sup> área); C, D (2<sup>a</sup> área); E, F (3<sup>a</sup> área) y G, H (4<sup>a</sup> área). Las muestras de suelo se colectaron a tres profundidades: superficie, a los 10 cm y a los 20 cm. El conjunto de las submuestras de cada subárea se acondicionaron en una bolsa plástica, lo que resultaba en un único compuesto. Este procedimiento se realizó con todas las subáreas, lo que resultó en 24 muestras al culminar la colecta, con un contenido, aproximado de 500 g. cada bolsa que iba a ser examinada. Estas muestras fueron analizadas con el método de Rugai modificado, en el cual 100 g de muestra homogeneizada se colocaron en un cáliz de sedimentación que contenía agua a 45°C. La modificación del método reposa en el hecho de que el material se sedimentó por 24 horas y se centrifugó a 2000 rpm por dos minutos, en tubo de Wasserman. Las láminas se colorearon con lugol y se analizaron al microscopio. La contaminación del suelo se consideró

bajo el criterio de presencia de cualquier forma parasitaria aunque fuese en baja incidencia. El nivel de contaminación se clasificó de acuerdo con una escala así descrita:

- A) Ausencia de estructuras parasitarias, de basura, heces o animales caminando en las cercanías. (Sin indicios de contaminación= 0).
- B) Presencia de huevos y/o larvas de helmintos, ausencia de basura o heces animales, ausencia de animales transeúntes (baja contaminación= +).
- C) Presencia de huevos y/o larvas de helmintos, presencia de basura o heces, ausencia de animales transitando. (Contaminación media= ++).
- D) Presencia de basura, heces humanas o animales, presencia de cachorros en el balneario, además de huevos y larvas de helmintos. (Alta contaminación= +++, Tabla 1).

**Tabla 1. Nivel de contaminación del suelo**

| CATEGORÍAS                          | Estructuras parasitarias | Basura   | Heces animales o humanas | Animales transeúntes |
|-------------------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|----------------------|
| A<br>(sin índices de contaminación) | Ausente                  | Ausente  | Ausente                  | Ausente              |
| B<br>(Baja contaminación)           | Presente                 | Ausente  | Ausente                  | Ausente              |
| C<br>(Media contaminación)          | Presente                 | Presente | Presente                 | Ausente              |
| D<br>(Alta contaminación)           | Presente                 | Presente | Presente                 | Presente             |

Fuente: [Ribeiro *et al.*, (1999)., Santarém *et al.*, (2004), Almeida *et al.*, (2004)]

## Resultados y Discusión

Se encontraron 5 larvas de *S. stercoralis* (33,3%) y 10 larvas de Ancilostomídeos

(66,7%), en las 24 muestras analizadas, como se observa en las Tablas 2 y 3. La especie *S. stercoralis* no se consiguió en

la superficie del suelo pero si se encontró en los demás niveles del suelo, mientras que los Ancilostomídeos se encontraron en todos los niveles del suelo estudiados y se detectaron en 8 de las 24 muestras analizadas. La profundidad con mayor frecuencia de hallazgos fue la de 10 cm con 4 resultados positivos de las

24 muestras pesquisadas y en cuanto a la incidencia de parásitos por nivel del suelo, el más contaminado fue el de 10 cm con 8 larvas encontradas (53,3%), seguido del nivel 20 cm con 5 larvas (33,3%) y por último la superficie con 2 larvas (13,3%).

**Tabla 2. Número de larvas de *Strongyloides stercoralis* en los tres niveles de suelo**

| MUESTRA | Superficie | 10 cm | 20 cm | Total |
|---------|------------|-------|-------|-------|
| A       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| B       | 0          | 1     | 0     | 1     |
| C       | 0          | 0     | 1     | 1     |
| D       | 0          | 2     | 0     | 2     |
| E       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| F       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| G       | 0          | 0     | 1     | 1     |
| H       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| Total   | 0          | 3     | 2     | 5     |

**Fuente:** [Ribeiro *et al.*, (1999), Santarém *et al.*, (2004), Almeida *et al.*, (2004)]

Los resultados presentados comprueban la contaminación del balneario así como también la posibilidad de infecciones humanas por enteroparásitos a través del suelo. El grado de contaminación fue catalogado en el orden de “alta contaminación” debido a la presencia de formas parasitarias, basura y heces animales en el suelo del balneario, fortaleciendo condiciones para la proliferación de microorganismos en el ambiente. El mayor número de parásitos se encontró a 10 cm y 20 cm de profundidad (Tablas 3), lo que sucede debido al geotropismo positivo, capacidad conferida a las larvas, utilizada para protegerse contra la intemperie. Otros trabajos como el de González

*et al.*, (2005) analizaron el suelo de la playa de Milionários en Bahía, buscando las mismas formas parasitarias que la presente investigación, lo que demostró también su contaminación. Nabuco *et al.*, (1999) en la playa de Copacabana, Rio de Janeiro, encontraron quistes y ooquistes de protozoarios y huevos de helmintos con las técnicas de Willis, Denis, Stone y Swanson (modificado). Igualmente, Silva y Pastura (2000) analizaron el suelo de 18 playas, también de Rio de Janeiro y aplicaron una técnica de hidratación de huevos con solución de Ruffer, encontrando 2% de positividad. Lagaggio *et al.*, (2000) analizaron el suelo de tres playas de Guaíba, Río Grande do Sul, aplicaron la técnica de

Caldwell y Caldwell modificada, cuyo resultado demostró la presencia de quistes y ooquistas de protozoarios y huevos de helmintos. El presente estudio utilizó el método de Rugai modificado propuesto por Souza *et al.*, (2005) debido al bajo costo y su practicidad. Pese a la demostración de contaminación del suelo

**Tabla 3. Número de larvas de Ancylostomideos en los tres niveles de suelo**

| MUESTRA | Superficie | 10 cm | 20 cm | Total |
|---------|------------|-------|-------|-------|
| A       | 0          | 1     | 0     | 1     |
| B       | 0          | 1     | 2     | 3     |
| C       | 1          | 0     | 1     | 2     |
| D       | 0          | 2     | 0     | 2     |
| E       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| F       | 1          | 0     | 0     | 1     |
| G       | 0          | 1     | 0     | 1     |
| H       | 0          | 0     | 0     | 0     |
| Total   | 2          | 5     | 3     | 10    |

Fuente: [Ribeiro *et al.*, (1999)., Santarém *et al.*, (2004), Almeida *et al.*, (2004)]

## Conclusiones

Estos resultados confirman la contaminación del balneario por helmintos, por lo que se concluye que el mismo representa un importante foco de transmisión de infecciones por larvas. De igual manera demuestra la necesidad de la implantación de un programa de control de los parásitos más frecuentes encontrados en el área, así como también de un programa de educación sanitaria de estas comunidades aledañas. Por otra parte se recalca la necesidad de implementar un estándar de calidad sanitaria para el suelo de sitios de recreación y balnearios que permitan aproximar un criterio de evaluación de los mismos en el país.

con estas formas parasitarias, no existe en el país un criterio estandarizado para catalogar la calidad sanitaria del suelo de balnearios, sólo se ha realizado para la calidad del agua de los balnearios, piscinas y agua de mar por la presencia de coliformes fecales.

## Referencias Bibliográficas

- Almeida, G.; Almeida, M.; Depner, R.; Filho, J.; Molento, M. (2004). Contaminação do solo por ovos de *Ancylostoma* spp. e *Toxocara* spp. em praças públicas de recreação infantil de Santa Maria, RS, Brasil. En: XIX Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria.
- González y Cáceres, APS; Gonçalves, FdeA; Cazorla, IM.; Carvalho, SMS. (2005). Contaminação do solo por helmintos de importância médica na praia do sul (Milionários), Ilhéus-BA. RBAC. 37 (1): 53-55.
- Laggagio, V.; Oliveira, J.; Flores, M.; Silva, J. (2000). Presença de enteroparasitas em três praias do município de Guaíba-RS/Brasil, [en

- línea]. <http://www.redevet.com.br/artigos/praias.htm>
- Nabuco, B.; Pandholpho, V.; Santos, J. (1999). Ocorrência de ovos de helmintos, cistos e oocistos de protozoários na areia da praia de copacabana. Rio de Janeiro, [en línea]. <http://www.crmvrj.com.br/Ivcong/ovos>.
- Ribeiro, F.; Crocci, A.; Carneiro, R.; da Silva, J.; Miyoshi M.; Pessoa, F.; da Silva, M.; Lima, M. (1999). Contaminação de praças públicas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, por ovos de *Toxocara* e *Ancylostoma* em fezes de cães. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 32 (5): 581-583
- Santarém, V.; Giuffrida, R.; Zanin, G. (2004). Larva Migrans cutânea: ocorrência de casos humanos e identificação de larvas de *Ancylostoma* spp.em parque público do município de Taciba,São Paulo. Revista Brasileira de Medicina Tropical. 37: 179-181.
- Silva, C.; Pastura, C. (2000). Qualidade Sanitária das Areias de Praias do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2000, [en línea]. [http://www.ciplima.org.pe/sanitaria/xxvii\\_contema07/vii-001.pdf](http://www.ciplima.org.pe/sanitaria/xxvii_contema07/vii-001.pdf)
- Teixeira, J. C.; Helle, L. (2004). Fatores ambientais associados às helmintoses intestinais em áreas de assentamento subnormal, Juiz de Fora, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental. 9: 301-305.

---

# **DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALGUNOS ANTINUTRIENTES (TANINOS Y FITATOS) PRESENTES EN LA PIRA (*Amaranthus dubius*)**

Aristizabal Rosse y Contreras Yanetti

Instituto Pedagógico de Caracas

aleluyara@gmail.com

## **Resumen**

La pira o *Amaranthus spp.* presenta características nutricionales interesantes incluyendo altas concentraciones de proteínas, minerales, ácidos grasos y aminoácidos; también muestra propiedades medicinales, hasta la fecha se han realizado escasas investigaciones sobre el contenido de antinutrientes en la pira. Lo cual es importante determinar porque los antinutrientes como: los fitatos y los taninos son un factor de riesgo potencial, su presencia en los alimentos reduce el calcio, el hierro y la disponibilidad de proteínas. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de algunos antinutrientes (fitatos y taninos) presentes en la pira (*Amaranthus dubius*). La población estuvo constituida por plantas de *Amaranthus dubius* de los jardines del edificio histórico del Instituto Pedagógico de Caracas. La determinación de taninos se realizó por espectrofotometría, haciendo uso del método propuesto por Price y Butler (1977) y, para la determinación de fitatos se realizó por valoración complexométrica, utilizando el método propuesto por Ruiz de Lope *et al.*, (1982). La concentración de taninos fue; (0,128% b.s; 0,143 mg), hoja (0,146% b.s., 0,160 mg), inflorescencia (0,064% b.s., 0,115 mg) y tallo (0,048 % b.s., 0,062 mg) y, la concentración de fitatos fue; en la planta (0,586% b.s., 10,56 mg/kg), hoja (0,119% b.s., 2,2 mg/kg), inflorescencia (1,218% b.s, 22,96 mg/kg) y en el tallo (0,049% b.s., 0,86 mg/kg). Al comparar estos resultados con la bibliografía se concluye que la concentración de antinutrientes en la pira analizada, estuvo por debajo de los niveles máximos establecidos.

**Palabras clave:** *Amarantus dubius*, antinutrientes, fitatos, taninos

## Introducción

*Amaranthus* palabra griega, que quiere decir la que no se marchita, que es inmortal. Esta planta comenzó a cultivarse en América desde hace 5.000 a 7.000 años. Probablemente los primeros en utilizarlo como un cultivo altamente productivo fueron los mayas, de quienes otros pueblos de América, entre ellos los aztecas, los incas y los caribes aprendieron su cultivo y consumo (Alcaldía Metropolitana de Caracas, 2006). Esta planta que popularmente es llamada amaranto, pira o yerba caracas, pertenece al género *Amaranthus*, familia *Amaranthaceae* y subfamilia *Amaranthoidae*, que comprende alrededor de 70 especies, 40 de las cuales son nativas de América, en Venezuela están presentes 12 especies (Carmona, 2007).

El amaranto, de acuerdo a su utilización, pudiera contribuir a resolver el problema del hambre por su elevado contenido de vitaminas, aminoácidos, proteínas y minerales (Jacobsen et al, 2002), nutrientes importantes dentro de la dieta diaria normal. Sin embargo, algunas propiedades antinutricionales han sido asociadas a la presencia de ciertos metabolitos secundarios como por ejemplo los taninos y los fitatos. Por lo que se hace importante el rastreo de taninos y fitatos en la planta amaranto, ya que el consumo de éstas restan valor nutricional y provocan problemas en el buen funcionamiento del organismo (Kumar y DMello, 1995).

Wesche-Ebeling et al., (1995), en la Universidad de las Ameritas- Puebla en el proyecto Contribution to the Botany and nutricional value of some wild

*Amaranthus* Species (*Amaranthaceae*) of Nuevo León, México, cuyo objetivo principal fue, estudiar el potencial nutricional como hortaliza de cuatro especies silvestres de *Amaranthus* (*A. retroflexus* (AR), *A. viridis* (AV), *A. palmeri* y *A. blitoides* (AB)). Pero también cuantificaron los factores antinutricionales (nitratos, oxalatos, glucósidos, cianogénicos, taninos y fitatos) en plantas que estaban en la etapa de prefloración. Solamente los nitratos se encontraron en niveles arriba de los considerados seguros (0,34-2% base seca, b.s). El consumo de nitrato por encima de los niveles que se considera seguro (0- 3,7 mg/Kg peso corporal), puede causar la formación en el organismo de unas sustancias llamadas Nitrosaminas, las cuales son consideradas cancerígenas (Jakszyn, 2005).

Así mismo, la Investigación realizada por Teutónica y Knorr, (1985), reporta la presencia de antinutrientes en la pira, donde encontraron en el *Amaranthus tricolor* grandes cantidades de oxalatos de 0,2 a 11,4 % (b.s), lo cual puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes. El oxalato puede interferir en la asimilación de calcio y también está implicado en la formación de cálculos renales (Flebes, 1998).

En este trabajo de investigación para la determinación de fitatos en *Amaranthus dubius* se utilizó la valoración complexométrica con  $\text{Fe}^{3+}$  propuesta por Ruiz de Lope et al., citado por Febles (1998). Se basa en la precipitación del ácido fítico con notable exceso de disolución de  $\text{Fe}^{3+}$  en presencia de ácido sulfosalicílico y,

finalmente valorada con EDTA. Para determinación cualitativa de taninos en las diferentes estructuras (tallos, hoja e inflorescencia) de la pira (*Amaranthus dubius*), se utilizó la técnica propuesta por Price and Butler (1978) y usando un método colorimétrico. La determinación cuantitativa de taninos en pira se realizó por espectrofotometría U-V, usando una técnica propuesta también por Price and Butler pero en el año 1977.

Por lo tanto, este trabajo de investigación responde a la necesidad de determinar algunos antinutrientes que pueden estar presentes en la pira específicamente en la especie *Amaranthus dubius*, debido a que algunas investigaciones previas reportaron niveles por encima de los límites establecidos para el consumo humano, por cuanto a una concentración alta estas sustancias pueden interferir en la utilización y función de nutrientes esenciales para la vida. Además, es trabajo de investigación aporta datos empíricos, que servirán de base informativa para la realización de otros proyectos, los cuales son importantes realizar debido a la escasez en Latinoamérica y específicamente en Venezuela de investigaciones sobre antinutrientes presentes en el género *Amaranthus*, que aporten la información necesaria para el adecuado consumo de pira en la dieta diaria. Por otro lado esta investigación enaltece el conocimiento sobre la relevancia social y cultural de la pira, por su valor histórico y que es fundamental rescatar, para que el venezolano recuerde sus raíces indígenas y conozca la utilidad de esta planta que se siembran en diferentes estados de Venezuela.

## Materiales y Métodos

La recolección de muestras para las determinaciones del contenido de taninos totales y el contenido de fitatos, se efectuó durante los meses de mayo y junio del año 2011. Para el muestreo se eligieron 6 plantas al azar de la misma especie *Amaranthus dubius*, localizadas en el edificio histórico del Instituto Pedagógico de Caracas, municipio Libertador, Distrito Capital, Venezuela. El material obtenido en el muestreo se separó en planta, hojas, tallos e inflorescencia, luego fue inmediatamente colocado en una estufa de aire reforzado a 60°C y deshidratado hasta obtenerse materia seca (MS) a peso constante. Cada muestra fue molida y almacenada en frascos de vidrio. Posteriormente, el material de cada parte de la planta (hoja, tallo e inflorescencia), se sometió a los diferentes análisis por triplicado.

## Taninos

La extracción de los taninos fue realizada con metanol en centrifugación, el extracto acuoso se utilizó para los análisis. Para determinar cualitativamente la cantidad de taninos en la pira (*Amaranthus dubius*) en sus diferentes partes, se realizó un análisis calorimétrico propuesto por Price and Butler (1977). En cuanto al contenido cuantitativo se determinó utilizando el método espectrofotométrico ultravioleta-visible donde las muestras son leídas a 720 nm y su absorbancia referida a ácido tánico, técnica propuesta por Price and Butler (1977).

## Fitatos

El fitato fue extraído con HCl-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a temperatura ambiente por 90 min y agitando intermitentemente. Para la determinación de fitatos en *Amaranthus dubius* se utilizará la valoración complexométrica con Fe<sup>3+</sup> propuesta por (Ruiz de Lope et al, citado por Febles 1998). Se basa en la precipitación del ácido fítico con notable exceso de disolución de Fe<sup>3+</sup> en presencia de ácido sulfosalicílico, también en exceso con el propósito de impedir la adsorción por el precipitado de parte del Fe (III) gracias a la formación de un complejo suficientemente estable. Por otra parte, el ácido sulfosalicílico sirve de indicador del punto final en la valoración complexométrica del exceso de Fe<sup>3+</sup> con EDTA.

## Resultados y Discusión

Numerosos estudios han confirmado el efecto negativo de los taninos en las dietas para animales ya que estos forman complejos insolubles con las proteínas y otras macromoléculas, afectando negativamente la energía metabolizable y la disponibilidad de proteína. Este complejo tanino-proteína

es considerado responsable del bajo nivel de crecimiento, baja digestibilidad de proteína y disminución de aminoácidos aprovechados e incremento de nitrógeno excretado. Además, las enzimas digestivas como la amilasa, lipasa y tripsina son fuertemente inhibidas, afectando en esta forma la digestibilidad de proteínas, grasas y almidones (La Torre y Calderón, 1998).

El resultado de la determinación cualitativa colorimétrica efectuada a las tres partes (hoja, tallo e inflorescencia) del *Amaranthus dubius* muestran que: la planta completa y las hojas presentaron un color verde oscuro durante la reacción, lo que significa que contienen medianamente taninos, en cambio la inflorescencia presentó un color verde claro, lo que indica una baja cantidad de taninos, igualmente, el tallo presentó un color verde más claro aún, lo que muestra que es en esta parte de la planta es donde menos se encuentran cantidades de taninos presentes. No se observó ningún color azul, por lo cual, el *Amaranthus dubius* en sus tres partes, según el análisis cualitativo no presenta grandes cantidades de taninos, según se aprecia en el Tabla 1.

**Tabla 1. Resultados cualitativos de la presencia de taninos en las diferentes partes del *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell**

| Variables             | Partes de la planta        |                           |                               |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Partes de la planta   | Hoja                       | Inflorescencia            | Tallo                         |
| Color observado       | Verde oscuro               | Verde claro               | Verde muy claro               |
| Resultado cualitativo | Contenido medio de taninos | Contenido bajo de taninos | Contenido muy bajo de taninos |

El contenido de taninos totales en la planta completa y en diferentes partes del *Amaranthus dubius* fue: planta completa 0,143 mg, hoja 0,16 mg, inflorescencia 0,115 mg y en el tallo 0,06 mg (tabla 2), según estos valores es en la hoja donde hay mayor cantidad de tanino presentes, le sigue la inflorescencia y finalmente el tallo.

**Tabla 2. Valores del contenido de taninos y fitato en la planta y en las diferentes partes de la pira especie *Amaranthus dubius***

| Antinutrientes      | Planta | Hoja  | Inflorescencia | Tallo |
|---------------------|--------|-------|----------------|-------|
| Taninos % base seca | 0,128  | 0,146 | 0,064          | 0,048 |
| Taninos mg          | 0,143  | 0,160 | 0,115          | 0,062 |
| Fitato % Base seca  | 0,586  | 0,119 | 1,218          | 0,049 |
| Fitato mg/Kg        | 10,56  | 2,2   | 22,96          | 0,86  |

Los valores obtenidos en la determinación cuantitativa expresados como ácido támico en la planta completa, y en diferentes partes del *Amaranthus dubius* fueron: planta completa 0,128% b.s., hoja 0,124% b.s., inflorescencia 0,064%, b.s., y en el tallo 0,048%, b.s., siendo estos valores inferiores al ser comparados con los contenidos de taninos presentes en el té verde, 25%, y la semilla de uva con 16% (INNATIA, 2002). Los resultados indican que es en la hoja donde hay mayor concentración de taninos, le sigue la inflorescencia finalmente el tallo. Los resultados son superiores al compararse con la espinaca

Comparando los resultados cuantitativos con los cualitativos (tablas 1 y 2), los datos obtenidos en los dos casos son semejantes, confirmando la presencia de taninos. Igualmente, estos resultados demuestran que en las diferentes partes del *Amaranthus dubius* no hay elevadas cantidades de taninos totales.

que presenta 0% de taninos según lo reportado por Teutonico and Knorr (1985) y Gómez, Bertoni y Covas (1986). Y finalmente los resultados obtenidos en porcentaje de las diferentes partes de la planta son parecidos o cercanos a los valores reportados por Wesche-Ebeling *et al.*, (1995), en diferentes especies de Amaranthus: *A. blitoides* 0,068 %; *A. palmeri* 0,039%; *A. viridis* 0,044 %; *A. retroflexus* 0,053% y *A. cruentus* 0,026% (Tabla 4).

**Tabla 3. Comparación de la concentración de taninos y fitatos presentes en la pira *Amaranthus dubius Mart. ex Thell.* con los niveles tóxicos reportados**

| Nivel Tóxico             | Concentración en A. dubius (mg) |
|--------------------------|---------------------------------|
| Taninos 100 mg diarios   | 0,143                           |
| Fitatos 400 a 2750 mg/Kg | 10,56                           |

Fuente: Información de toxicidad [Perelló (2004) y Taco (2011)]

**Tabla 4. Comparación en la cantidad de Taninos (%), fitatos (%) y (g/100) en diferentes especies de Amaranthus y plantas**

| Especies         | Taninos<br>(%)base seca | Fitato<br>(%)base seca | Fitato<br>(g/100) |
|------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| A. blitoides     | 0,068                   | 0,25                   |                   |
| A. palmeri       | 0,039                   | 0,36                   |                   |
| A. viridis       | 0,044                   | 0,35                   |                   |
| A. retroflexus   | 0,053                   | 0,36                   |                   |
| A. cruentus      | 0,026                   | 0,50-0,62              |                   |
| A. dubius        | 0,128                   | 0,586                  | 0,586             |
| Espinaca         | ---                     | ---                    |                   |
| Salvado de trigo |                         |                        | 4,6               |
| Alfalfa          |                         |                        | 0,8               |
| Brocoli          |                         |                        | 0,16              |
| Avena            |                         |                        | 0,9               |
| Té verde         | 25                      |                        |                   |
| Semilla de uva   | 16                      |                        |                   |

Fuente. [Wesche-Ebeling *et al.*, (1995), INNATIA (2002), Frontela (2007)]

La planta completa y las diferentes partes del *Amaranthus dubius* presentaron concentraciones bajas o medias de taninos (planta completa 0,143, hoja 0,16 mg, inflorescencia 0,115 mg y en el tallo 0,06 mg) (tabla 2 y 3), valores muy por debajo de permitido en vegetales por la reglamentación alimentaria, que es 100 mg diarios (Taco, 2011). Por lo tanto, la planta completa y las diferentes partes de la planta estudiada en este proyecto de investigación presentan bajos niveles de toxicidad por taninos.

El ácido fítico es el principal antinutriente presente en los cereales. Se encuentra presente en altas concentraciones en granos de cereales y en legumbres (1-2 %), y puede inhibir de forma significativa la absorción de minerales mediante la formación de complejos insolubles con minerales de interés nutricional, como el hierro, el calcio y el cinc (Hurrell et al., 1992), impidiendo su absorción y alterándose de este modo la homeostasis mineral. Asociado a esto, pueden aparecer problemas en la salud tan importantes como alteraciones en el crecimiento de los niños, anemia, disfunciones reproductivas, cáncer, enfermedades cardíacas o alteraciones inmunológicas. Los seis grupos fosfato en la molécula e ácido fítico, le otorgan una elevada capacidad quelante de cationes divalentes.

En cuanto a los valores de fitatos, se determinó como ácido fítico en la planta y las diferentes partes del *Amaranthus dubius*: planta completa 0,586% b.s, hoja 0,119% b.s, inflorescencia 1,218 % b.s y en el tallo 0,049 % b.s, (tabla 2), los resultados muestran que hay mayor concentración de fitatos en la

inflorescencia, luego le sigue la hoja y finalmente el tallo. También, estos valores son inferiores al compararse con los contenidos de fitatos presentes en el salvado de trigo 4,6 g/100g, alfalfa 0,8g/100g, brócoli 0,16g/100g y avena 0,9 g/100g (Frontela, 2007). Estos resultados son superiores al comparar con la espinaca que presenta 0% de fitatos según lo reportado por Wesche-Ebeling et al., (1995). Y finalmente los resultados obtenidos en porcentaje de la planta completa es muy parecido a la especie *cruentus* y muy cercanos a las demás especies reportados por Wesche-Ebeling et al., (1995); *A. blitoides* 0,25%; *A. palmeri* 0,3%; *A. viridis* 0,035%; *A. retroflexus* 0,036% y *A. cruentus* 0,050-0,63% (Tabla 4).

La concentración de fitato en el *Amaranthus dubius* en mg/kg fue 10,56 en la planta (Tabla 3), este resultado muestra niveles bajos de toxicidad al comparar con los niveles establecidos para los fitatos el cual es de DL50 para ratas y ratones el cual varía de 400 a 2700 mg/Kg (Perelló, 2004).

Los niveles bajos de los antinutrientes, taninos y fitatos, en la pira (*Amaranthus dubius*), podemos deducir que la utilización de esta planta para la alimentación no representa un peligro. Además, el alto contenido de nutrientes de esta planta puede ser aprovechado para el consumo humano y animal.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos el orden de concentración de mayor a menor de taninos de la especie *Amaranthus dubius* se encuentra de la siguiente forma: hoja, inflorescencia

y tallo, respectivamente. En cuanto al contenido de fitato, la inflorescencia es la parte de la planta, que presenta mayor cantidad, le sigue la hoja, y finalmente el tallo.

Las concentraciones obtenidas de taninos y fitato en la especie *Amaranthus dubius*, están por encima de la concentración reportada para otras especies, y por debajo de otros alimentos ricos en este antinutrientes.

Los valores de taninos y fitatos en la pira, presentan niveles bajos de toxicidad al ser comparados con los niveles reportados en la bibliografía. Por lo tanto, puede ser usada para el consumo humano y animal, aprovechando así la alta cantidad de nutrientes que presenta esta planta.

### **Agradecimiento**

Las autoras le agradecen a Wilmer Carmona del Museo de Ciencias de Caracas la identificación de las muestras botánicas; al Instituto Pedagógico de Caracas por las instalaciones, materiales y equipos utilizados en esta investigación.

### **Referencias Bibliográficas**

Alcaldía Metropolitana de Caracas. (2006). Caracas una yerba, una ciudad. Ediciones divulgativas. Caracas, Venezuela.

Carmona, P. W. (2007). Las especies del género *Amaranthus* (Amaranthaceae) en Venezuela. Rev. Fac. Agron. 24 (1): 190-195.

Febles, A.C. (1998). Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en Canarias. Tesis

Doctoral. Universidad de la Laguna, España, [en línea]. <http://ftp://tesis.bibtk.ull.es/ccpytec/cp15.pdf>

Frontela, C. S. (2007). Efecto de la adición de fitasa sobre la biodisponibilidad mineral in vitro en papilla infantiles. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, [en línea]. <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/2113/1/FrontelaSaseta.pdf>

Gómez, R. G.; Bertoni, M. H.; Covas, G. (1986). Composición químico general y contenido de oxalatos y nitratos totales y remanentes después de cocción del follaje en especies americanas de amarantos (*Amaranthus spp*). Anales de la Asociación Química Argentina. 74: 333-338

Hurrell, RF.; Juillerat, MA.; Reddy, MB.; Lynch, SR.; Dassenko, SA.; Cook JD. (1992). Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. Am. J. Clin. Nutr. 56:573-578.

INNATIA. (2002). Té verde propiedades y salud, [en línea]. <http://www.innatia.com/s/c-te-verde-propiedades/a-te-verde.html>

Jacobsen, S. K.; Itenov, K.; Mújica, A. (2002). Amaranto como un cultivo nuevo en el Norte de Europa. Agronomía Trop. 52 (1): 109-119.

Jakszyn, P. (2005). Nitrosaminas y riesgo de cáncer gástrico. Tesis Doctoral. Universidad Pompeu Fabra, Cataluña, España, [en línea]. [http://www.tesisenred.net/ESIS\\_UPF/AVAILABLE/TDX-0714109-125704/tpj.pdf](http://www.tesisenred.net/ESIS_UPF/AVAILABLE/TDX-0714109-125704/tpj.pdf).

Kumar, R.; D'Mello, J.P.F. (1995). Anti-nutritional factors in forage legumes. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition.

- CAB International. U.K. 95-133.
- La Torre, R. S.; Calderon, A. C. (1998). Evaluación fisiológica y nutricional del Efecto de los taninos en los principales sorgos graníferos (*Sorghum bicolor* (L) Moench) cultivados en Colombia. Tesis. Corporación Colombiana de Investigación. Agropecuaria, [en línea]. [http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/chataing/Cursos/productos\\_naturales/taninos\\_2.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/chataing/Cursos/productos_naturales/taninos_2.pdf)
- Perelló, B. J. (2004). Fitato: estudio sobre su actividad biológica y los efectos sobre prevención de las calcificaciones patológicas. Tesis Doctoral. Universitat de les Lles Balears, Palma de Mallorca, [en línea]. [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UIB/AVAILABLE/TDX-0707108-092544//tjpb.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UIB/AVAILABLE/TDX-0707108-092544//tjpb.pdf)
- Price, M. L.; Butler, L. G. (1977). Rapid Visual Estimation and Spectrophotometric determination on tannin conten of sorghum grain. Agric. Food Chem. 25: 1268-1273.
- Ruiz de Lope, C.; García-Villanova, R. (1982). Determinación de ácido fítico en harinas de cereales por complexometría indirecta con Fe (III). Anal. Bromatol. 9-12.
- Taco, S.D. (2011). Fenoles naturales. Química de los alimentos. Universidad Central de Ecuador, [en línea]. <http://q-organicauce.wikispaces.com/file/view/Taninos%5B1%5D.pdf>
- Teutonico, R. A.; Knorr, D. (1985). Amaranth: Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. Food Technol. 39: 49–60.
- Wesche-Ebeling, P.; Maiti, R.; García, G.; González, D.; Sosa, F. (1995). Contribution to the Botany and nutricional value of some wild *Amaranthus* species (amaranthaceae) of Nuevo León, México. Economic Botany. 49(4): 423-430.



---

# **LA COMUNICACIÓN PÚBLICA EN LA GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS CON ENFOQUE PARTICIPATIVO. RÍOS PAO EN ESTADO CARABOBO Y UNARE EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI**

Flores María <sup>1</sup>, Díaz Esmeya <sup>1</sup>, Arana Aracelis <sup>2</sup>, Dávila Ilya <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Carabobo

<sup>2</sup>Instituto Pedagógico de Maracay (UPEL)

mflores@uc.edu.ve

## **Resumen**

La concepción humana y el uso de los recursos definen las interacciones que se dan dentro de una cuenca. Bajo esta premisa se adelanta el Proyecto de Gestión Integral de Cuencas con Enfoque Participativo: casos Ríos Pao y Unare, desarrollado a través de cinco subproyectos: 1.Generación de un modelo; 2.Desarrollo del enfoque participativo; 3.Programas de capacitación; 4.Estrategias de desarrollo endógeno y, 5.Comunicación pública. Este trabajo, presenta el quinto subproyecto, su objetivo es divulgar sistemáticamente los resultados obtenidos por los otros cuatro y las experiencias de sociales que estos han implicado. La metodología se diseño en tres fases: primera, desarrollo del modelo comunicacional que integra el trabajo y la dinámica de la red de investigadores, actores clave, organizaciones y poblaciones involucradas; segunda, estructuración de la información en diversos materiales comunicacionales: boletines, desplegables, calendarios, notas de prensa, trabajos especiales, micros de radio y una página Web; y tercera: la compilación de la experiencia, ésta última en desarrollo actualmente. Entre los resultados a destacar tenemos: el impacto comunicacional en las comunidades se sustenta en la identificación del proyecto y el uso de imágenes reconocidas por los pobladores acompañadas de un lenguaje sencillo; la presencia en los medios ha permitido dar cuenta de la interacción Estado-universidad-comunidad y propicia el conocimiento de las cuencas en estudio. Como conclusión preliminar, se tiene que el componente comunicacional permite evidenciar el proceso de aprendizaje colectivo y la evolución de la conformación de la conciencia pública en la gestión integral de cuencas; asimismo, su compilación posibilita replicar la experiencia.

**Palabras clave:** comunicación, gestión , cuencas, participación

## Introducción

En las últimas tres décadas la sociedad ha sido testigo de las profundas transformaciones en las comunicaciones por el impulso del desarrollo alcanzado en las telecomunicaciones y el auge de las denominadas redes sociales. Ello implica que la información, y en cierta medida el conocimiento, se ha colocado al alcance de un clic. Esta situación genera grandes brechas y deja de lado a quienes no se incorporan en la era digital, bien sea por razones imputables a la persona y, la más lamentable, por razones de infraestructura en la ampliación y acceso a los servicios de internet. Este necesario flujo de información y conocimiento es punto clave en la gestión integral de cuencas que exige el esfuerzo mancomunado de quienes hacen vida en un territorio, pues de alguna manera todos sus habitantes viven en una cuenca.

El presente trabajo da cuenta de uno de los subproyectos del Proyecto de Gestión Integral de Cuencas con Enfoque Participativo, casos Ríos Pao y Unare, que adelantan la Red institucional conformada por las universidades: de Carabobo, Simón Bolívar, Pedagógica Experimental Libertador IPC- IPM; las fundaciones: La Salle de Ciencias Naturales, Tierra Viva; las Hidrológicas: del Centro y Caribe, las Alcaldías de Libertador, estado Carabobo y Cajigal, estado Anzoátegui, con el apoyo financiero del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), a través del programa de Misión Ciencia del Ministerio del Poder Popular de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se incorporaron al proyecto

la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, la ONG Ecohumana y el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo “Dr. Manuel Pocaterra Jiménez” en calidad de aliados, donde el último es la sede de la Coordinación General, a cargo institucional de la Universidad de Carabobo, de la que participan además la Facultad de Ciencias de la Educación y de Ingeniería.

El Proyecto Cuencas tiene como fin general un modelo de gestión integral de cuencas con la innovación de incorporar el enfoque de la participación ciudadana, consta de cinco subproyectos, donde el subproyecto de Comunicación Pública tiene como objetivo integrar, comunicar y difundir la información generada de los diferentes subproyectos a través de una plan de divulgación del proyecto dirigido a los actores e instituciones involucradas y otros grupos interesados y promover la articulación y trabajo en red de actores e instituciones claves del proyecto cuencas.

Para el logro de los objetivos se analizan las interacciones que se ponen de manifiesto en un territorio dado, los cuales guardan una estrecha relación de la concepción que tienen sus moradores sobre los recursos en general, y el agua en el particular caso del que se ocupa este trabajo, cuyo ámbito de acción son dos zonas rurales del Estado venezolano: la cuenca media del Río Pao, en el centro del país, y la subcuenca Taquima del Río Unare en el oriente. Se adelanta la investigación con base en el Modelo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de las Fuerzas

Motrices que Presionan el territorio y ocasionan el Estado actual del ambiente que Impacta estas interacciones y que exigen Respuestas (FMPEIR) que se traduzcan en instrumentos de educación, comunicación y política. Todo ello con un enfoque sistémico y la combinación de técnicas como los grupos focales, las entrevistas y talleres de diagnostico participativo, a fin de definir las estrategias y productos comunicacionales.

### **Comunicación y Participación**

Si se parte de la premisa de que la comunicación tiene un fin educativo si además se busca desarrollar una cultura que modifique comportamientos y procure la apropiación de los valores que se identifiquen con el objetivo de lograr compromiso con el cuidado y protección del ambiente, ello, necesariamente, lleva consigo un esfuerzo por armonizar las agendas de investigadores, gestores, comunidades y comunicadores, con el objetivo de informar, promover y divulgar estos valores. Este quehacer construye el puente entre conocimiento y acción consciente en la apropiación del patrimonio ambiental, llevando a la trilogía, educación–comunicación–participación a ser el instrumento de relación, intercambio y promoción de los consensos necesarios para el éxito de las políticas públicas que buscan el desarrollo local y sustentable.

En este sentido, y en el caso de los asentamientos humanos en las zonas rurales, siempre asociadas a cuencas, por la necesidad del agua para los cultivos y la cría, la conjunción de educación, comunicación y participación busca

mejorar sus condiciones de vida. Estas zonas de interacción humana, requieren de la comprensión de las estructuras sistémicas que la conforman y de las relaciones espacio temporales que determinan, donde la participación de los actores que hacen vida y deciden sobre estos espacios es un elemento clave en la el logro de la sustentabilidad.

En esta línea de pensamiento, la comunicación pasa a ser uno de los pilares de apoyo para el desarrollo de los procesos participativos y educativo-ambientales que tiene como objetivo el manejo de los recursos naturales y los construidos. De manera que, la definición de un componente comunicacional dentro del proyecto tiene tres ámbitos de acción: la divulgación, la comunicación y la participación. Además, procurando en todo momento generar contenidos al alcance de las comunidades para que cambien sus actitudes y conductas hacia el ambiente y les lleven a emprender acciones conjuntas prosociales desde su propia estructura de oportunidades, todo ello con el objetivo de vincular la acción social y ser el puente entre diversos actores sociales, promoviendo y facilitando la interacción de los involucrados en la gestión del desarrollo y las comunidades objetivo.

### **Objetivo**

Sistematizar el proceso de investigación y desarrollo instrumentado para el logro de los productos comunicacionales que constituyen los para la divulgación sistemática del Proyecto de Gestión Integral de Cuencas con enfoque participativa, Caso: ríos Pao y Unare.

## Materiales y Métodos

Enfoques sistemicoes el indicado en estos casos de estudios multidisciplinarios, pues el subproyecto de comunicación pública involucra el trabajo de toda la Red del Proyecto Cuencas conformada por: biólogos, geógrafos, ingenieros agrónomos, forestales, civiles, educadores, economistas, periodistas, diseñadores, sociólogos, relacionistas públicos, especialistas en turismo, en fin, una serie de profesionales que aportan sus distintas miradas a la hora de producir información, la cual debe ser estructurada bajo los objetivos, metas y productos propuestos. Así, de las discusiones de trabajo se diseñan las tres fases que se muestran en la Tabla 1.

La estrategia metodológica de cada fase se ha ajustado a la exigencia del método. En este sentido en la Fase uno se uso la técnica de los grupos focales para los acuerdos y consensos necesarios y la información en forma focal. En las fases dos y tres se ha empleado la entrevista a profundidad y el análisis de documentos para lograr, en el primer caso, diseñar los mensajes para las poblaciones, y en el segundo, plasmar las experiencias y las lecciones aprendidas de los investigadores.

Una referencia para el desarrollo de este trabajo, lo representa la investigación de Robins (2006) titulado “Un modelo para la transferencia y adopción de conocimientos: una visión sistemica de la comunicación científica”, quien diseña un modelo de gestión de la información científica sobre recursos naturales y la salinidad de las tierras secas de Australia, que implicó la recopilación, sistematización y análisis

de la información producida al respecto por entes públicos y privados con el fin de integrarla a los procesos de gestión pública y desarrollo. Este trabajo genera aportes para el diseño de la compilación de la información a lo largo de la investigación.

Otro referente lo constituye el trabajo de Moreno y Maldonado (2010) Evaluación del papel de la co-gestión en la mejora de la gobernanza de marina en áreas protegidas: una aproximación experimental en el Caribe colombiano, quienes trabajan con Las complejidades asociadas con la gestión de los recursos comunes que amenazan la gobernabilidad en algunas áreas marinas protegidas con estrategias de Teoría de Juegos para investigar los efectos de la comunicación interna, la regulación externa, y la interacción entre lo interno, la regulación y la autoridad no coercitiva, intervención que llamaron co-gestión entre los pescadores y gestores. Sus resultados muestran que la co-gestión exhibe los mejores resultados, en términos tanto reducción en la extracción y sostenibilidad de los recursos, destacando la importancia de las estrategias que reconocen a las comunidades como actores clave en el proceso de toma de decisiones, para el uso sostenible y la conservación de los recursos comunes en las áreas protegidas. En el ámbito nacional la referencia está representada por Aguilar, Petrizzo y Terán (2009) con un artículo que gira en torno a dos ejes centrales: los procesos de Desarrollo Endógeno, vinculado a procesos de aprendizaje colectivo y en cuanto a sus posibilidades en el quehacer social ambientalmente

sustentable. Sugieren cuatro estrategias cristalizar estos procesos con apoyo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) el surgimiento de prácticas sociales en la comunidad, la articulación de vínculos y redes para la educación formal e informal, uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje que incidan en profesores y estudiantes, en comunidades, en usuarios finales de TICs, vinculados a proyectos productivos locales y campañas de promoción y divulgación en torno a las Tecnología de Información y Comunicación libres dirigidas a actores clave para la transferencia de conocimiento.

Es importante destacar que para adelantar el trabajo sirvieron de base los planteamientos de McKeown (2002) Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible. En ese trabajo plantea la necesidad de una comunicación basada en la sustentabilidad que exige una población que esté consciente de las metas de la sociedad y que posea conocimientos y habilidades para contribuir con esas metas, para de esa manera poder apoyar a las políticas públicas que adelante el gobierno por el que ha votado la mayoría de la población. Esto es viable con una buena conciencia pública de los problemas comunes, lo cual se logra desde diversos frentes: la educación formal, la educación no formal y la capacitación, especialmente en las zonas rurales.

En este sentido, otro aspecto a considerar Mefalopulos y Kamlongera con su *Diseño Participativo para una estrategia de Comunicación*. Donde sistematizan la información necesaria para el diseño de la metodología de una

estrategia comunicacional para zonas rurales, como es el caso del Proyecto Cuenca.

## **Resultados y Discusión**

De cada fase se han obtenido resultados que conforman la experiencia global. En la primera fase el resultado visible fue la estrategia comunicacional con base en los siguientes acuerdos:

La comunicación interna: entre los investigadores del proyecto; medios: correo electrónico, reuniones, boletines electrónicos y reuniones de grupo. Finalidad: presentar los avances de los subproyectos, las tareas que se van realizando para los ajustes al cronograma y compartir las expectativas.

La comunicación externa: tendrá dos finalidades, a) Informar a las instituciones públicas y privadas relacionadas con el proyecto y público en general, y b) Informar a las comunidades involucradas de los avances del proyecto, pero también abrir espacios de comunicación entre éstas y los entes gubernamentales para la solución de sus problemas, esto puede ser a través del boletín impreso.

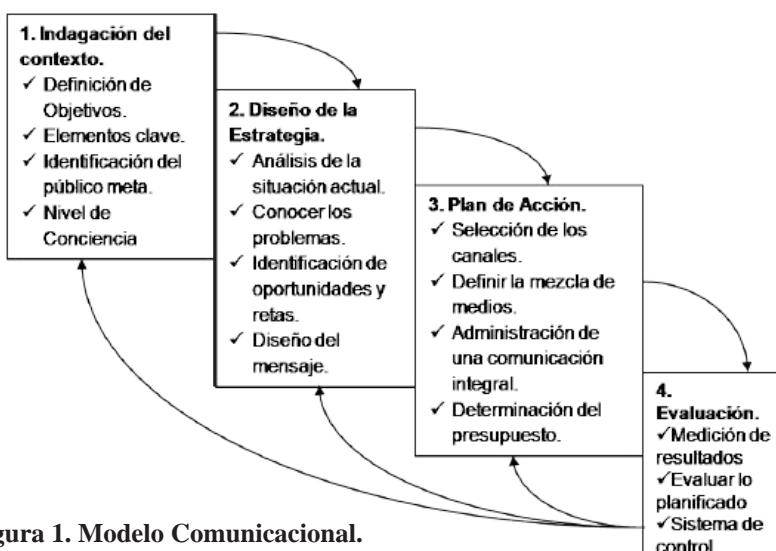
Criterios de la información a suministrar: las expectativas, alcances del proyecto y tiempo de ejecución del mismo; pero también, expectativas de las comunidades, sus ideas, su quehacer y las razones, preocupaciones, denuncias, sus formas de participación y compromisos. Esto implica que reconocemos las comunidades y no las cuestionamos; sino que tratamos de entender lo que hacen y por qué lo hacen y sobre esa base se construye el mensaje. En ese momento no somos profesores, ni investigadores, sino facilitadores de sus reflexiones.

El análisis focal produjo un primer modelo comunicacional, el mismo se muestra en la figura 1. En el modelo la acción tiene carácter bidireccional, pues va desde la indagación del contexto, donde la pieza clave es la identificación y caracterización del público meta; continua con la estrategia sin perder de vista los mensajes a compartir; el plan de acción de cómo hacerle llegar el mensaje y la necesaria evaluación para retroalimentar el proceso en el punto donde haga falta. Debido a que el constante intercambio con las comunidades nutre los diagnósticos iniciales y sirve para realizar los ajustes pertinentes.

La fase dos ha dado como resultado la elaboración de una serie de productos comunicacionales que ha permitido dar cuenta del dialogo de saberes que

ha tenido lugar entre los actores clave: pobladores, gestores e investigadores. Los productos se resumen en la Tabla 2. En la ejecución hasta febrero del 2013 incrementará el número de productos, pues están en elaboración dos nuevos desplegables, no se han reflejado las notas de prensa del año en curso (doce), se están produciendo dos boletines y un folleto con experiencias productivas. Es de destacar ,que en la elaboración de los materiales especiales para los pobladores el impacto comunicacional en las comunidades que se ha buscado se sustenta en la identificación del proyecto y el uso de imágenes reconocidas por los pobladores, siempre acompañadas de un lenguaje sencillo que les permita su apropiación y un posterior cambio de conducta en su relación con el ambiente.

## Propuestas



**Figura 1. Modelo Comunicacional.**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1. Fases Metodológicas**

| Fase                                 | Descripción   |
|--------------------------------------|---|
| Desarrollo del Modelo Comunicacional | Crítico dialéctico, con un diseño de investigación-acción-participante, para recabar la información necesaria para establecer la elaboración del mensaje y las estrategias a desarrollar en la construcción del modelo comunicacional |
| Estructuración de la Información     | Hermenéutica: comprensión e interpretación de los mensajes en los informes científicos, combinado con entrevistas para plasmarlos en los códigos del público meta.  |
| Compilación de la Experiencia        | Fenomenología-Hermenéutica: comprensión e interpretación de los procesos vividos por los investigadores, combinado con entrevistas para encontrar las lecciones aprendidas.   |

**Tabla 2. Productos Comunicacionales**

| Medio          | Producto               | Cantidad    |
|----------------|------------------------|-------------|
| Radial         | Micros                 | 2 (*)       |
|                | Página Web             | 1           |
|                | Redes Sociales         | 50 mensajes |
|                | Twittcam               | 1           |
|                | Notas en Blogs         | 5           |
|                | Boletines electrónicos | 2           |
| Internet       | Notas de prensa        | 18          |
|                | Entregas Especiales    | 5           |
|                | Boletines Impresos     | 10 (*)      |
| Prensa escrita | Afiches                | 4 (*)       |
|                | Calendarios            | 3 (*)       |
|                | Desplegables           | 2 (*)       |
| Materiales     |                        |             |

(\*) Materiales especiales para los pobladores

## Conclusiones

Adelantar un proyecto de investigación con un componente comunicacional de la mano constituye una innovación en cuanto a la forma de organizar y planificar una investigación. De manera que el trabajo que se realiza, debe necesariamente multidisciplinar, y exige acciones en dos direcciones: a lo interno del grupo de investigadores y a lo externo con las comunidades.

La necesidad de presencia en los medios para mantener un tema en la palestra pública, además de evidenciar la interacción Estado-universidad-comunidad, genera grandes expectativas en la sociedad y en especial en las comunidades con las que se trabaja, llevando a la incorporación de metas y logros no previstos en la planificación del proyecto.

El componente comunicacional permite evidenciar el proceso de aprendizaje

colectivo y la evolución de la conformación de la conciencia pública en la gestión integral de cuencas. Esto se traduce en mejora de la calidad de vida de sus pobladores al lograr una relación distinta con los diversos recursos que le provee la naturaleza.

La profundización del conocimiento de las cuencas en estudio abre nuevas líneas de acción para los sectores involucrados en la investigación.

### Agradecimiento

Al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología FONACIT por el apoyo financiero al Proyecto “Gestión Integral de Cuencas con un Enfoque Participativo: Casos ríos Pao y Unare”, Contrato N° 200800566, Proyecto en Red – 2007001596.

Alas Comunidades de Pira Pira, Palmarote y Paya, del Municipio Libertador, estado Carabobo, así como a las de Granadillo y Onoto Municipio Cajigal, estado Anzoátegui, por la acogida del proyecto desde sus inicios.

Al Personal Docente de las Escuelas del Núcleo Rural 148, del estado Carabobo, a la Escuela José Desiderio Trías de Onoto, que siempre estuvieron dispuestos a colaborar y a mantener a las escuelas como centro de la comunidad. A cada una de las instituciones que nos respaldan como red de investigadores.

### Referencias Bibliográficas

- Aguilar, J.; Petrizzo, M.; Terán, O. (2009). Desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación bajo un enfoque de Desarrollo Endógeno: hacia un conocimiento libre y socialmente pertinente. *Revista Venezolana de Economía Social*. 9: (18).
- McKeown, R. (2002). Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible. Centro para la Geografía y la Educación Ambiental. Universidad de Tennessee.
- Mefalopulos, P.; Kamlongera, C. (2008). Diseño participativo para una estrategia de comunicación. 2da edición. ICDS – FAO. [en línea]. Recuperado el 12 de Junio de 2010, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/y5794s/y5794s.pdf>.
- Moreno, R.; Maldonado, J. (2010). Evaluación del papel de la cogestión en la mejora de la gobernanza de marina en áreas protegidas: una aproximación experimental en el Caribe colombiano. Título original Evaluating the role of co-management in improving governance of marine protected areas: An experimental approach in the Colombian Caribbean. *Ecological Economics*. 69: 2557–2567.
- Robins, L. (2006). Un modelo para la transferencia y adopción de conocimientos: una visión sistémica de la comunicación científica. Título original: A model for knowledge transfer and adoption: a systemic approach to science communication. *Environmental Science and Policy*. 9 (1): 1– 9.

---

# SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE UNA UNIVERSIDAD BASADO EN ISO 17025:2005

Martínez Evelyn<sup>1</sup> y Mendoza Gaudys<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Territorial Andrés Eloy Blanco, estado Lara

<sup>2</sup> Dirección de Postgrado (UNEXPO). Barquisimeto

evewilmar@hotmail.com

## Resumen

La Universidad Politécnica Territorial “Andrés Eloy Blanco” contempla el Programa Nacional de Formación en Ingeniería de Sistemas de Calidad y Ambiente, el cual administra el Laboratorio de Análisis Instrumental; cabe resaltar que ningún área de la institución posee un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), por lo que el objetivo de esta investigación fue diseñar un Sistema de Gestión de Calidad en el mencionado laboratorio, para lo cual se realizó el diagnóstico de su situación actual utilizando técnicas, instrumentos y herramientas tales como: observación directa, lista de chequeo, diagrama causa - efecto, matriz FODA, entre otros, permitiendo detectar las oportunidades de mejoras y necesidades existentes en el laboratorio de análisis instrumental, procediéndose a diseñar el SGC abarcando los aspectos organizacionales y la mayoría de los aspectos técnicos. Se elaboró el manual de la calidad y el manual de procedimientos para el laboratorio, ofreciendo el servicio “Determinación del pH”, basado en la Norma ISO 17025:2005, a fin de garantizar la confiabilidad de los resultados en la prestación del servicio. Se concluye que la implementación del Sistema de Gestión de Calidad refleja el compromiso de los trabajadores del laboratorio en cuanto a la filosofía del mejoramiento continuo en pro de la construcción de una nueva universidad, la garantía de servicios de calidad para las investigaciones internas y en un futuro, el servicio a las comunidades e industrias. Se recomienda calibrar los equipos, situación que permite la oferta de servicios y de esta manera implantar completamente el SGC diseñado según la Norma ISO 17025: 2005, para lograr la acreditación de los ensayos del laboratorio.

**Palabras clave:** sistema de gestión de la calidad, laboratorio análisis instrumental, norma ISO 17025: 2005

## Introducción

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) representa la estructura (responsabilidades, recursos, actividades y procedimientos) de una organización para alcanzar la calidad total.

Las normas ISO surgen a fin de estandarizar los Sistemas de Gestión de Calidad y las ISO 9000 son un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos. De este modo, se consolida a nivel internacional el marco normativo de la gestión y control de la calidad. La norma ISO 17025 por su parte, tiene su origen en la guía ISO /IEC 25 y en la norma EN 45001, ambas referidas a laboratorios de ensayo y calibración que practican el aseguramiento de la calidad en sus análisis, de manera de normalizar este ámbito.

Las universidades no escapan de normalizar sus procesos en pro de un mejor funcionamiento, que evidentemente se verá reflejado en la calidad de la enseñanza, siendo la Universidad Politécnica Territorial de Lara “Andrés Eloy Blanco (UPTAEB)” una de las casas de estudios en el país en egresar ingenieros en sistemas de calidad y ambiente, razón para enmarcarse en un Sistema de Gestión de Calidad y, sobretodo, en el laboratorio de análisis instrumental, poseedor de equipos de alta tecnología y personal de gran experiencia, de manera de convertirse en un ensayo para el análisis y medición capaz de ofrecer servicios competitivos y consolidar su autofinanciamiento.

Para la consecución de los objetivos

del presente trabajo, se realizó una investigación de tipo documental y de campo, de diseño no experimental, transeccional, descriptivo y explicativo, que permitió recaudar la información necesaria para realizar un diagnóstico inicial donde se determinó la documentación necesaria para el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005, para posteriormente, luego de un proceso de análisis y síntesis, adecuar y validar los procesos de trabajo del laboratorio de análisis instrumental a la referida norma.

## Objetivo General

Diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad para el laboratorio de análisis instrumental en el Programa Nacional de Formación de Ingeniería en Sistemas de la Calidad y Ambiente de la Universidad Politécnica Territorial de Lara “Andrés Eloy Blanco”, basado en la norma ISO 17025:2005.

## Específicos

- Diagnosticar el Sistema de Gestión de Calidad actual del laboratorio respecto al grado de adecuación a la Norma ISO 17025:2005.
- Formular estrategias de mejoras para normalizar los procesos del laboratorio basadas en la norma ISO 17025:2005: política de la calidad, objetivos de la calidad, procedimientos, instructivos, formatos, indicadores, entre otros.
- Implantar el Sistema de Gestión de Calidad, diseñado para un servicio piloto del laboratorio para estructurar el manual correspondiente en un proceso de mejora continua.

## Materiales y Métodos

En la Universidad Andrés Eloy Blanco, se dicta actualmente entre otros, el Programa Nacional de Formación Ingeniería en Sistemas de Calidad y Ambiente, sin embargo, aún cuando este programa se basa en los Sistema de Gestión de Calidad y ambiente, la institución adolece de un Sistema de Gestión de Calidad normalizado, inclusive en sus laboratorios incluyendo al de análisis Instrumentos los cuales se presentan entre las debilidades también existe una ausencia de normas y procedimientos de manipulación de equipos y del comportamiento del personal de laboratorio; los procedimientos operativos estándar (POE) relativos a preparación de soluciones y análisis de muestras, y a la planificación del mantenimiento preventivo, calibración y verificación de los equipos, a ser ejecutado por el personal del laboratorio , servicios generales o de mantenimiento mecánico; además de no existir siquiera, formatos para llevar inventarios de soluciones y reactivos, lo cual se hace como una inspección periódica antes de realizar los pedidos correspondientes, así como tampoco, se tiene normalizado el sistema de etiquetado de los mismos, desconociéndose su grado de peligrosidad; existe así mismo, incumplimiento de las actividades programadas a ser dictadas a los estudiantes, por no llevar una gestión efectiva en los recursos, personal y ambiente, todo lo cual refleja en síntesis, la ausencia con Sistema de Gestión de Calidad normalizado en el laboratorio, por tanto es oportuno que en

el mismo se evidencien las ventajas de funcionar con el mismo para optar a la certificación del mismo y convertirlo en un centro de desarrollo tecnológico, que pudiera prestar un servicio garantizado por SENCAMER, a la comunidad industrial regional y nacional, con los consiguientes ingresos propios que pudieran fortalecer el cumplimiento de la misión de la institución; de donde se deriva la necesidad de realizar el presente trabajo.

Este estudio es de campo, es una propuesta viable que atiende a las necesidades del laboratorio de análisis instrumental para adecuarse a la norma ISO 17025:2005, teniendo como base una investigación Documental, el diseño es no experimental, exposfacto, transeccional, descriptiva, correlacional y causal (explicativa).

La unidad de investigación es el laboratorio de análisis instrumental del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Calidad y Ambiente de la Universidad Andrés Eloy Blanco. Es un sitio estratégico para el adiestramiento en determinaciones y análisis físico-químico comunes en las industrias pertenecientes al campo laboral del futuro ingeniero.

Para este estudio, la población interna es el personal que labora en el laboratorio de Análisis Instrumental, también forma parte de la población interna a quienes se denominan cliente interno quienes son los 200 estudiantes cursantes de Análisis Instrumental I y II, que en ese año de estudio algunos requerirán caracterización de aguas para sus proyectos (servicio que se desea ofrecer). En cuanto a la población

36 Tabla 1. Procedimiento

| Fase  | Actividad  | Técnicas y/o instrumentos   | Resultado  |
|---|--|---|--|
|   |  |   | Parcial obtenido   |
| Diagnóstico del SGC actual del laboratorio respecto al grado de adecuación a la ISO 17025:2005  | Aplicar Lista de Chequeo   | Lista de chequeo<br>Tormenta de ideas.<br>Diagrama Causa-efecto.<br>Reuniones de trabajo.                       | Debes Críticos de la Norma                                     |
| Formulación de estrategias de mejoras factibles para normalizar los procesos del laboratorio basadas en la norma ISO 17025:2005                   | Establecer las prioridades para el Diseño del SGC<br>Diseñar Misión, visión, Política de la calidad, objetivos de la calidad, indicadores.<br>Identificar los métodos de ensayo a ofrecer tomando en consideración los recursos disponibles en la universidad y la demanda | - Mapa de procesos.<br>- Reuniones de trabajo.<br>- Tormenta de ideas.<br>-Guía de entrevista<br>- Cuestionario | Estrategias de mejoras a aplicar para la adecuación a la norma |
| Implantación del SGC diseñado para un servicio piloto del laboratorio para estructurar el manual correspondiente en un proceso de mejora continua | Diseñar estrategias de mejoras para los debes críticos detectados.<br>Elaborar los procedimientos, documentos y registros indicados en la norma.<br>Ejecutar los procesos diseñados  | Revisión documental<br>Observación directa<br>Ciclo PDCA  | Manual de procedimientos.<br>Manual de calidad del laboratorio |

Fuente: Martínez (2012)

externa está constituida por las empresas en industrias del estado Lara adscritas a la Cámara de Industriales del Estado Lara, sin contar las empresas de producción socialista, comunidades y consejos comunales también con necesidad de caracterizar sus aguas por

falta de data actualizada de las mismas.

## Procedimiento

A continuación en el Tabla 1, se muestra el procedimiento desarrollado en fases/actividades, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados.

## Resultados y Discusión

Fase I: Diagnóstico del SGC actual del laboratorio respecto al grado de adecuación a la ISO 17025:2005.

El diagnóstico se realizó utilizando una

lista de chequeo basada en la Norma ISO 17025:2005 de la entidad acreditadora de España. A continuación en el Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos para cada ítem de la norma:

**Tabla 2. Resultados obtenidos de la Aplicación de la lista de chequeo basada en la Norma ISO17025:2005**

| <b>ITEM</b>   | <b>C</b> | <b>NC</b> | <b>NA</b> | <b>No conforme</b> |            |             |
|---|----------|-----------|-----------|--------------------|------------|-------------|
|   |          |           |           | <b>DNI</b>         | <b>NDA</b> | <b>NDNA</b> |
| 4.1 Organización  |          | 13        |           |                    | 6          | 7           |
| 4.2 SCG   |          |           |           |                    |            |             |
| Generalidades   |          | 8         |           |                    | 2          | 6           |
| 4.3 Control de Documentos   |          | 11        |           | 1                  |            | 10          |
| 4.4.1 Revisión de Solicitudes Ofertas y Contratos                     |          | 5         |           |                    |            | 5           |
| 4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones                        |          | 4         |           |                    | 3          | 1           |
| 4.6 Compras de Servicios y Suministros                                |          | 4         |           |                    | 1          | 3           |
| 4.7 Servicio al Cliente   |          | 2         |           |                    |            | 2           |
| 4.8 Quejas  |          | 2         |           |                    |            | 2           |
| 4.9.1 calibración no conformes / 4.9.2Control de Trabajos de ensayos. |          | 6         |           |                    |            | 6           |
| 4.10 Mejoras  |          | 1         |           |                    |            | 1           |
| 4.11 Acciones Correctivas   |          | 5         |           |                    |            | 5           |
| 4.12 Acciones Preventivas   |          | 3         |           |                    |            | 3           |
| 4.13 Registros  |          | 5         |           |                    |            | 5           |
| 4.14 Auditorías Internas  |          | 7         |           |                    |            | 7           |
| 4.14 Revisión por la dirección  |          | 7         |           |                    | 1          | 7           |
| 5.2 Personal  |          | 10        |           |                    |            | 9           |
| 5.3 Instalaciones y Condiciones Ambientales                           |          | 5         |           |                    | 1          | 5           |
| 5.4 generalidades   |          | 7         |           |                    |            | 7           |
| 5.4 Métodos de ensayo y calibración                                   |          | 10        |           |                    |            | 9           |

| 5.4.3.2 Validación   |            |             | No Aplica |           |            |            |
|--|------------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 5.4.6 Estimación de la incertidumbre de la medida                        |            | 4           |           |           |            | 4          |
| 5.5 Equipos  |            | 14          |           |           | 1          | 14         |
| 5.5 Materiales de Referencia   |            | 4           |           |           |            | 4          |
| 5.6 Generalidades  |            | 4           |           |           |            | 4          |
| 5.6.1 Trazabilidad Externa   |            | 3           |           |           |            | 3          |
| 5.7 Muestreo   |            | 6           |           |           |            | 4          |
| 5.8 Manipulaciones de Objetos  |            | 5           |           |           |            | 5          |
| Trazabilidad de las Medidas  |            |             |           |           |            |            |
| Calibración Externa  |            | 4           |           |           |            | 4          |
| Aseguramiento de la Calidad de los Resultados de Ensayos y Calibraciones |            |             |           |           |            |            |
| 5.9 Intercomparaciones   |            | 3           |           |           |            | 3          |
| 5.9.2 Control de Calidad   |            | 1           |           |           |            | 1          |
| Registros e informes de resultados                                       |            |             |           |           |            |            |
| 5.10 Informe de Resultados   |            | 6           |           |           |            | 6          |
| <b>Total</b>   | <b>159</b> |             | <b>1</b>  | <b>15</b> | <b>143</b> |            |
| <b>Porcentaje</b>  | <b>0%</b>  | <b>100%</b> |           | <b>1%</b> | <b>9%</b>  | <b>90%</b> |

**Fuente:** Martínez (2012)

**Leyenda:** C: Conforme; NC: No Conforme; NA: No aplica y entre lo no conforme, se tienen las siguientes abreviaturas DNI: Documentalmente existe mas no está implantado; NDA: No definido documentalmente; NDNA : No definida sistémica alguna ni se realizan actuaciones en cuestión.

Aunque cada uno de estos ítems tiene varias preguntas, en el cuadro se muestran solo los resultados generales, en términos absolutos y porcentuales, por lo que se observa que:

La totalidad de las respuestas indicaron un estado de no Conformidad.

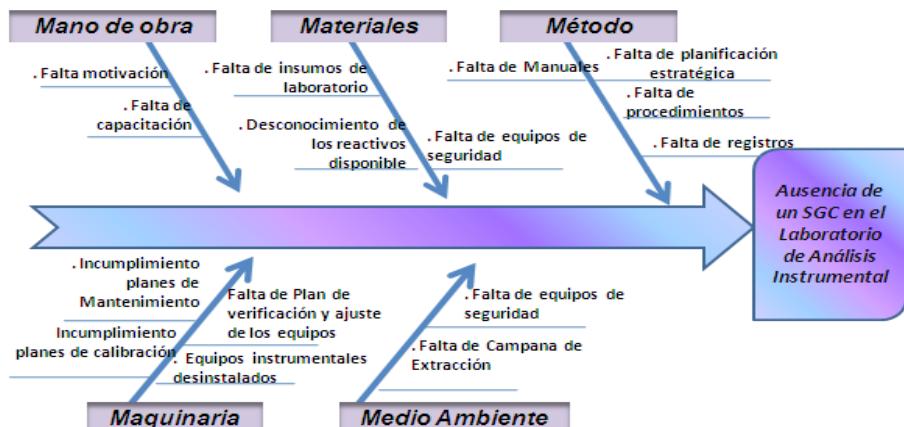
Para especificar el grado de no conformidad se realizaron algunas

consideraciones de manera de determinar en qué estado estaba el Sistema de Gestión de Calidad, ya que en algunos casos, puede existir documentación, o, pueden existir algunos avances pero no se han implantado, sin embargo, en el caso de este laboratorio, los avances no son perceptibles, obteniendo un 100% de no conformidad, del cual el 90%

% está bajo la modalidad NDNA (No documentalmente definido ni se realizan actuaciones en cuestión).

De lo expuesto anteriormente, se deriva que el Laboratorio de análisis

instrumental no posee un SGC, por lo que se realizó una tormenta de ideas con los trabajadores para determinar las causas de tal situación, a través de un diagrama Causa-Efecto (Figura 1).



**Figura 1. Diagrama Causa-Efecto: Ausencia de un SGC en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la UPTAEB**

Fuente: Martínez (2012)

En función de los resultados de la Figura 1, se decidió comenzar a diseñar el SGC desde los aspectos organizacionales hasta los técnicos.

Fase II: Formulación de estrategias de mejoras para normalizar los procesos del laboratorio basadas en la norma ISO 17025:2005: Política de la calidad,

objetivos de la calidad, procedimientos, instructivos, formatos, indicadores, entre otros.

Con los resultados del diagnóstico se realizó un plan de acción para diseñar el SGC del Laboratorio obteniéndose el Diseño del plan estratégico:

**Tabla 3. Concepto Estratégico del Laboratorio de Análisis Instrumental**

| Misión   |
|--|
| "Somos un laboratorio de una Universidad pública de carácter humanista con correspondencia social y ambiental, comprometido a ofrecer un servicio a la comunidad estudiantil en pro de la generación y transformación del conocimiento científico y tecnológico, así como también, servicio a la comunidad externa con transparencia y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos de calidad de manera de garantizar la toma de decisiones, utilizando las tecnologías adecuadas, disponibles y accesibles". |

**Visión**

"Superar las expectativas de nuestros usuarios respecto a los servicios en términos de eficiencia, oportunidad y confidencialidad, utilizando al máximo la Tecnología disponible y desarrollando nuestro recurso humano y, de esta manera, para 2020 liderar la red de laboratorios Universitarios de la Región y coordinar iniciativas de investigación.

**Política**

El laboratorio de análisis instrumental de la universidad política territorial de Lara "Andrés Eloy Blanco" ha establecido como política de calidad: prestar un servicio con el uso de equipos altamente confiables ,mantenidos oportunamente y de forma adecuada , todo enmarcado en un ambiente apto para el trabajo y minimizando los impactos al medio ambiente; el autofinanciamiento del laboratorio viene dado por el mantenimiento continuo y sistemático del SGC, alcanzando de esta manera, ofrecer un excelente servicio tanto a nuestros clientes internos como externos

**Fuente:** Martínez (2012)

Se establece procedimiento de Control Metrológico de los Equipos de Seguimiento y Medición (PRAI008), y de igual manera se realizó la actualización del inventario del almacén de reactivos, Se registraron 981 envases de químicos que sumaron un total de 301 reactivos, se documentó el almacén con las hojas de seguridad, se diseño el procedimiento de "Adquisición, Recepción y Almacenamiento de Reactivos del Laboratorio" (PRAI003) que facilita el suministro de reactivos a los laboratorios de la universidad incluyendo el laboratorio de análisis instrumental, se estableció un sistema de inventario electrónico donde se cargan las salidas y entradas de insumos, hojas de seguridad y el orden, permitiendo de esta manera, cumplir con los requisitos de la norma y facilitar la trazabilidad de las mediciones bajo un sistema de almacenaje por colores.

Paralelamente se estimó, la demanda

de los análisis de aguas en la región mediante la data de la cámara de industriales y tipo de actividad económica con esta información y los recursos con que cuenta la universidad se estiman los posibles análisis de aguas a ofertar para establecer el manual del SGC. Los tres (3) análisis de aguas estimados con mayor demanda son: determinación de pH seguido por la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales. Esta información es de gran utilidad porque permite priorizar las acciones, Una vez levantada la información de los métodos de ensayo y analizado los requerimientos de cada uno y comparado con los recursos disponibles, los análisis con mayor probabilidad de ser realizados en la actualidad en el laboratorio por contar con los equipos, recurso humano y reactivos, así como también, aquellos para los cuales se dispone de mayor dotación es la "Determinación de pH",

otros ensayos requieren soluciones de referencia o calibración de la balanza situación no conforme en el laboratorio. Fase III: Implantación del Sistema de Gestión de Calidad diseñado para un servicio piloto del laboratorio para estructurar el manual correspondiente en un proceso de mejora continua.

Esta fase consiste en la elaboración de los procedimientos, documentos y registros indicados en la norma y ejecutar los procesos diseñados, para lo cual se propone una estructura interna del laboratorio, de la siguiente manera: un Director Técnico, un Supervisor de Laboratorio, un coordinador de calidad y los analistas, cuyas funciones se definen en el manual de calidad.

Tomando como premisa esta estructura, se comienza a diseñar cada uno de los procedimientos, estableciendo responsabilidades y actividades a realizar por cada uno de los miembros de la organización a acreditar que es el Laboratorio de análisis instrumental, se comienza a diseñar el manual de calidad en función de la norma, de la bibliografía y de los antecedentes disponibles, y en esta medida, se elaboran los procedimientos y los registros.

En esta etapa del diseño del Sistema de Gestión de Calidad, se detectaron necesidades primordiales en el laboratorio, como la adquisición de reactivos, la imperante necesidad de calibrar algunos equipos, ya que sin el cumplimiento de un plan de calibración no pueden emitirse resultados confiables y mucho menos capaces de incidir en tomas de decisiones. A este respecto, el laboratorio cuenta con tres (03) equipos altamente sofisticados que

están desinstalados, cuya puesta en funcionamiento y respectiva calibración es requerida por la comunidad universitaria en pleno y por la comunidad del estado Lara, para así poder cumplir con los programas de las unidades curriculares y prestar servicios de gran envergadura, los cuales permitirán la investigación y proporcionarán prestigio a la UPTAEB.

En esta Fase se diseña toda la documentación necesaria para ofrecer el análisis de Determinación de pH, a excepción del procedimiento de compras y estimación de incertidumbre, se establece el Manual de Calidad del Laboratorio, el cual es el Documento Rector del SGC del Laboratorio de Análisis Instrumental bajo el código MCAI001.

## Conclusiones

El Laboratorio de análisis instrumental de la Universidad Andrés Eloy Blanco, no había declarado su filosofía de gestión estratégica: Misión, Visión, Política y Objetivos de la calidad. Al respecto, se regía por los de la Universidad.

El diagnóstico realizado basado en la Norma ISO 17025:2005, mostró un 100 % de no conformidad en la documentación y actividades del laboratorio, el 90 % de las cuales, no tenía documentos y acciones que conllevaran al cumplimiento de los requisitos, por lo que se decidió comenzar el diseño del Sistema de Gestión de Calidad declarando su concepto estratégico: Misión, Visión, Política y objetivos de calidad del laboratorio en consonancia con los de la Universidad Andrés Eloy Blanco y con el servicio que se espera

ofertar.

Se elaboró una estrategia para diseñar el Sistema de Gestión de Calidad que abarcará la mayor cantidad de requisitos posibles comenzando por la planificación estratégica, seguido por la puesta en orden en el almacén de reactivos para saber exactamente con lo que se cuenta y de esta manera, determinar cuáles servicios se pueden ofertar con los recursos disponibles en la universidad, abordando todos los aspectos organizacionales y algunos técnicos de la norma.

El Sistema de Gestión de Calidad diseñado muestra el compromiso de los trabajadores del laboratorio de análisis instrumental y del Dpto. de Sistemas de Calidad y Ambiente en cuanto a la filosofía del mejoramiento continuo, hacia la construcción de una nueva universidad y en consecuencia un nuevo país, en virtud de garantizar a los estudiantes servicios de calidad para sus investigaciones y en un futuro no muy lejano el servicio a la comunidad externa a la universidad.

## Recomendaciones

Implantar el Sistema de Gestión de Calidad diseñado según la Norma ISO 17025: 2005 por completo para lograr la Acreditación del laboratorio y la certificación del mismo.

Calibrar los equipos, ya que esta exigencia es la parte fundamental para el arranque definitivo de la oferta de servicios, al poder establecer las incertidumbres de las mediciones y cumplir con los requisitos técnicos de la norma, además de tener mayor amplitud en la oferta de los métodos de ensayos a

realizar.

Designar las personas a ocupar los cargos clave en el laboratorio, para la aprobación de la documentación diseñada.

Cumplir los programas de ajustes y calibraciones de los equipos.

Cumplir el plan de auditorías internas y externas para verificar y dar seguimiento a las acciones implantadas.

## Referencias Bibliográficas

- Alberro, N.; Bedregal, P.; Crubellati, R.; Stegen, S. (2011). Manual de Protocolos Armonizados y Evaluados para la toma de muestra y el Análisis de Agua y Sedimentos para la Región de América Latina y El Caribe. Proyecto ARCAL RLA/1/010. Mejora de la Gestión de la Contaminación de Masas de Aguas Superficiales contaminadas con Metales. Perú. 193 pp.
- APHA. AWWA. WEF. (2005) Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21th Edition.
- Ávila Baray, H. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación, [en línea]. <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/>.
- Fondonorma-ISO/ IEC 17025. (2005). Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.
- Fred, David. (2003). Concepto de Administración Estratégica. Editorial Pearson Educación. México.
- Gryna, Frank. (2007). Método Juran: Análisis y Planeación de la Calidad. Mac Graw Hill. México.
- Hernández, R. F. (2003). Metodología de la Investigación. Mac Graw-Hill Interamericana Editores. México.

Ley del Sistema Venezolano para la Calidad. (2002). En Gaceta Oficial N° 37543. Poder Legislativo de la República Bolivariana de Venezuela.

López, Francisco. (2008). ISO 9000 y la Planificación de la Calidad. ICONTEC. Colombia.

Norma para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos de efluentes líquidos. (1995). En Gaceta Oficial N° 5021. Decreto 883. Poder Legislativo de la República Bolivariana de Venezuela.



---

# **SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE STICK OUT EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE SOLDADURA MANUAL**

Rodríguez Miguel, Oropeza Argelia, Aguilera Asdrubal, Chacón Carlos  
Departamento de Tecnología Industrial (USB)  
mirodriguez@usb.ve

## **Resumen**

En el marco del desarrollo e independencia de las tecnologías del país los procesos de enseñanza técnicas deben ser orientados a la eficiencia en el aprendizaje, perfeccionamiento de las habilidades y reducir costo. La soldadura es una de las tecnologías que han sido descuidada durante su enseñanza, aunque es de suma importancia en la industria y la construcción. Al igual que un piloto de avión, un buen soldador debe tener muchas horas de prácticas, estas horas implican un consumo de material y energía eléctrica significante. El objetivo principal de proyecto de investigación es implementar y probar un equipo que monitoree y condicione el movimiento del operador para mantener la distancia debida entre el electrodo y la pieza a soldar, stick out. El equipo detecta la corriente y voltaje en el proceso de soldadura y con una alarma sonora avisa al operador si se aleja del rango óptimo de operación del stick out. El stick out se debe mantener entre 15 y 20 mm generalmente. Estar por debajo o encima de estos valores genera una soldadura de mala calidad y un gasto de energía considerable. Al utilizar un microprocesador para el monitoreo y control se espera reducir el número de horas en el proceso de aprendizaje hasta en un 50%. Además el dispositivo puede ser utilizado periódicamente para calificar la soldadura de soldadores ya experimentados, así como un re-entrenamiento.

**Palabra clave:** monitoreo, control stick out, soldadura manual

## Introducción

Usar bien una herramienta depende de la destreza del individuo. Ésta se logra con la repetición de un procedimiento de manera correcta. La destreza se adquiere a partir de habilidades cognitivas, de interacción y comunicación. Un alumno aprenderá una técnica a partir del conocimiento, las indicaciones y correcciones que el instructor le transmita. El perfeccionamiento de la técnica dependerá del número de repeticiones y correcciones que el individuo tenga.

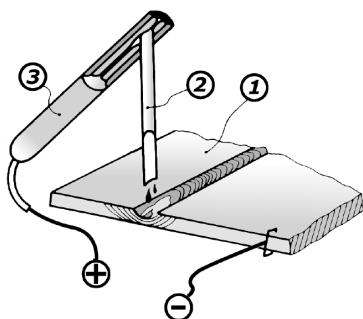
Durante el aprendizaje a soldar con electrodo recubierto, un factor importante es controlar la distancia entre el electrodo y el material base, conocido como *stick out*, un soldador experimentado es capaz de mantener el *stick out* de manera constante mientras realiza el cordón de soldadura. Si el proceso de aprendizaje de soldadura manual es lento, el gasto energético es muy grande ya que el alumno debe realizar más repeticiones. Por otro lado, el instructor debe estar observando y corrigiendo al alumno, lo que implica que está expuesto al calor y radiaciones que emite la soldadura de arco eléctrico, esta exposición se repite con cada estudiante que tenga en el taller, lo que puede implicar un grave problema de salud. Los motivos expuestos anteriormente son suficiente para pensar en la creación de un interfaz de monitoreo y control del *stick out* que es instalada en la máquina de soldar y envía datos a un computador, con la finalidad de analizar la calidad del proceso de soldadura y al mismo tiempo esta interfaz corrige la distancia del electrodo emitiendo una señal

audible al alumno, proceso que emula la participación del instructor. Con este dispositivo electrónico se puede descartar la presencia del instructor durante el proceso de aprendizaje. Los datos obtenidos durante el proceso de soldadura servirán para caracterizar la calidad de la soldadura y al mismo tiempo observar el avance de aprendizaje, tema que queda fuera de este trabajo debido a que hay que coleccionar diferentes datos y hacer un seguimiento de tiempo. Este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

### Soldadura de arco eléctrico

Es una de las técnicas más utilizadas en la industria. Existen diferentes tipos de soldaduras por arco eléctrico, pero la más común es la de electrodo recubierto. Con un voltaje adecuado y una alta intensidad eléctrica, (definida por el electrodo) se logra fundir y unir por temperatura dos piezas metálicas. Figura 1. El electrodo es sujetado por una antorcha que está aislada para la protección del soldador. El proceso de soldadura comienza con el calentamiento del electrodo, el material de recubrimiento genera una capa de gas que ioniza el ambiente ayudando a que el arco eléctrico se produzca y mantenga, además el residuo del recubrimiento genera una escoria que protege el material de la unión. Durante el proceso de soldadura el soldador debe avanzar el electrodo para generar el cordón de unión y al mismo tiempo debe mantener el *stick out* casi constante (Figura 2). El arco eléctrico se puede extinguir debido a que la distancia del electrodo al material base es muy grande o porque el mismo toca al material base produciendo un corto eléctrico. En este

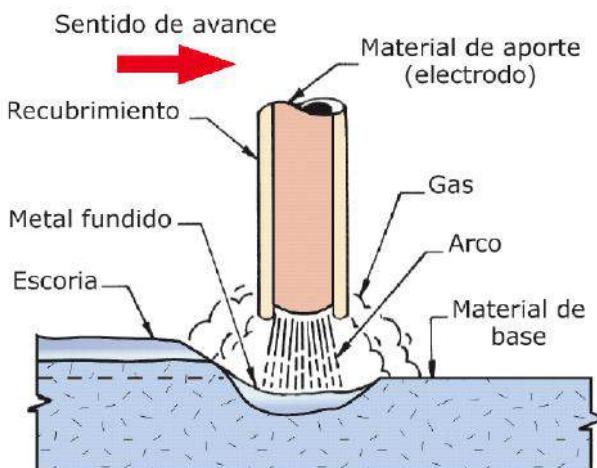
caso el stick out es pequeño. El valor de esta distancia debería estar entre 15 y 20 mm aproximadamente.



**Figura 1. Soldadura con electrodo recubierto:** (1) material base, (2) electrodo y (3) Antorchas, tomada de Rodríguez P.C. 2001.

En la guía de soldadura del fabricante del equipo de soldar Miller 2005, se muestran los pasos básicos para realizar una soldadura de calidad:

posición, postura, intensidad eléctrica, movimiento de avances, entre otros. Un término importante es la intensidad de corriente eléctrica a través del electrodo. Cada tipo de electrodo tiene como parámetro una corriente eléctrica definida. El problema es ajustar esa corriente eléctrica en la máquina de soldar, el ajuste se realiza en una perilla con graduación no muy exacta, la cual varía dependiendo de la antigüedad de la máquina y su vida útil. En la Figura 3, las dos primeras soldaduras son aceptables, pero las siguientes soldaduras presentan deficiencias, en este caso las deficiencias son debido a la cantidad de corriente eléctrica que ha sido seleccionada en la máquina de soldar, así que un problema al momento de soldar es saber si el amperaje de la máquina está debidamente seleccionado, un soldador experimentado puede corregir dicho ajuste simplemente después de hacer un cordón de prueba.



**Figura 2. Proceso de soldadura,** tomada de Rodríguez P.C. (2001).



**Figura 3. Calidad de soldaduras dependiendo de la intensidad eléctrica**

### Sistema de Monitoreo y Control

En esta sección se describe la estructura y funcionamiento del dispositivo electrónico para monitorear y controlar el *stick out*, en el proceso de soldadura manual. Para este trabajo el dispositivo que fue implementado sobre una tarjeta de desarrollo comercial, Los fabricantes de microcontroladores proveen tarjetas electrónicas con un conjunto básico de elementos para que el microcontrolador funcione y los desarrolladores puedan construir prototipos de la manera rápida y segura. En este caso se utilizó la tarjeta de desarrollo “dspic started” para el microcontrolador dspic30f2010 de la compañía Microchip (Microchip, 2012).

Pero independiente de la tarjeta de

desarrollo, el dispositivo está compuesto por 3 etapas de circuitos electrónicos, que al ser conectado a una máquina de soldar, tendrá como salida, un sistema de alarma sonora, que ayuda a corregir la postura del electrodo. Y además se podrá conectar a un computador personal donde será registrada y analizada el voltaje y corriente durante el proceso de soldadura, con la finalidad de calificar la calidad de la soldadura (Figura 4).

El dispositivo está compuesto por una etapa de sensores o transductores, una etapa de filtrado y la etapa del microcontrolador, el cual es el corazón del sistema.



**Figura 4. Estructura del dispositivo electrónico para el monitoreo y control del stick out**

## Sensores

El dispositivo diseñado debe ser lo menos invasivo con respecto a la máquina de soldar, además hay que asegurar protección contra descargas eléctricas al usuario y al computador que será conectado. Por eso se utilizarán sensores de inducción magnética que aislarán al usuario con respecto a la red de energía eléctrica hasta 3000 voltios. Se utilizará un transductor de corriente, que funciona con el principio del efecto (Hall, Ramsden Ed. 2006). Lo importante de este sensor es que no hay que interferir en el conductor eléctrico. Simplemente se coloca un alrededor del conductor un anillo de material magnético que medirá la corriente, por supuesto, el equipo tendrá como aislante el aire y el material plástico que aísla el cable, asegurando hasta 3000 voltios de protección. Por parte del sensor, medirá el voltaje entre el electrodo y el material base, utilizando un transformador con relación 10:1, de esta manera el voltaje se verá reducido en una décima parte, además el transformador protegerá al usuario hasta 3000 voltios.

## Filtros Activos

Esta etapa del dispositivo está compuesta por amplificadores operacionales de precisión en configuración de filtro activo pasa bajo, eliminando las frecuencias por encima de 240 Hertz, esta frecuencia de corte asegura que los datos obtenidos estén limpios de picos o interferencias. De esta manera se asegura una buena recolección de datos, Smith S. (2001), indica los parámetros a tomar para calcular la frecuencia de corte de los filtros activos.

## Microcontrolador

Con el avance de la electrónica digital, circuitos electrónicos integrados han sido diseñados para realizar una tarea en específico. Lo mismo ha ocurrido en la rama de procesadores o controladores, los fabricantes han diseñado microcontroladores que están dedicado para trabajar en una gama de tarea. De esta manera, se ahorra tiempo y recurso a los ingenieros. Para este trabajo se seleccionó un microcontrolador de la familia DSPIC de Microchip. Esta familia de microcontroladores de 16 bit han sido fabricado con instrucciones de procesamiento digital de señales y además son dedicados a ciertas tareas, En este caso se usa el DSPIC30f2010 el cual posee entradas analógicas digital y detectores de fases que permiten trabajar con señales con características de la linea de transmisión AC de energía eléctrica. Además posee una unidad de comunicación serial, UART la cual permite enviar datos a un computador. Y por último posee salidas moduladas en pulsos que pueden ser utilizadas para generar diferentes tonos audibles que se utilizarán para corregir el *stick out*, mientras se está realizando el proceso de soldadura. En Microchip 2008 están todas las características del microcontrolador detalladas.

## Salidas del dispositivo

Como una interfaz el dispositivo tendrá dos salidas, la primera es una señal audible que le indicará al usuario si el *stick out* es muy grande o si es muy pequeño, esta señal audible servirá de corrección de la posición del electrodo, cerrando el control en el proceso de

aprendizaje de la soldadura manual. La otra salida que posee el dispositivo es una conexión serial USB a un computador. Donde la data será registrada para ser analizada fuera de línea, es decir después de culminado el proceso de soldadura. Esta información le indicará al estudiante y al instructor los avances en el aprendizaje de la destreza manual. Además se podrá tener una base de dato que ayudará en el estudio sobre la velocidad de aprendizaje y la cantidad de energía utilizada en el proceso.

### Monitoreo de voltaje y corriente

El dispositivo monitorea las señales de voltaje y corriente eléctrica de manera automática. Esto se puede realizar porque cuando no se está soldando el voltaje es constante, debido a que el circuito eléctrico no está cerrado, el valor de este voltaje es alrededor de 60 voltios. Cuando se cierra el circuito al tocar el electrodo con el material base, el voltaje cae alrededor de los 20 voltios. Es en este momento que el microcontrolador comienza a registrar las señales y a enviarlas al computador. En la Figura 5 se observa el rango de operación del proceso de soldadura el cual depende de la distancia. El rango de corriente es más pequeño, a pesar de estar en los valores nominales de soldadura, que son elevados.

### Procedimientos realizados por la Interfaz

El dispositivo electrónico realizará dos procedimientos, el primero es indicar si la intensidad de corriente eléctrica es la nominal para el tipo de electrodo usado. Y el siguiente procedimiento es determinar el *stick out* y enviar una señal de corrección al usuario.

Criterio para determinar la corriente adecuada

En muchas máquinas de soldar es difícil determinar la corriente nominal, esto es debido a que por abaratar el costo del equipo solo hay una manilla mecánica con una graduación no muy exacta debido al uso de la máquina. El usuario deberá seleccionar la corriente adecuada dado el tipo de electrodo si la corriente es baja o muy alta la calidad de la soldadura se verá afectada, por lo tanto la interfaz realizará el siguiente procedimiento:

Se introduce el tipo de electrodo en el computador,

se pide al usuario realizar un cordón de prueba,

El computador compara la corriente medida con la corriente nominal que indica el fabricante del electrodo.

Dependiendo del perfil dado por el fabricante el computador indicará al usuario si la corriente eléctrica es muy baja o alta.

Este procedimiento se repetirá las veces necesarias hasta tener una buena corriente, de esta manera la interfaz ayuda al aprendiz a tener bien ajustada una máquina para poder realizar una buena soldadura.

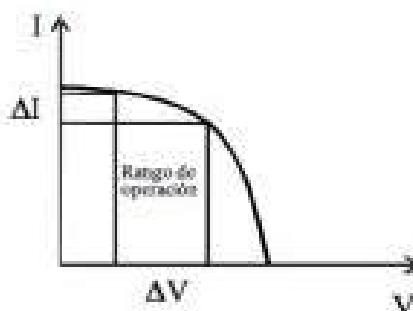


Figura 5. Proceso de soldadura

### Criterio de la alarma para el stick out

Para este procedimiento primero se debe indicar el computador el tipo de máquina de soldar, ya que los valores de voltajes dependerán de la marca y modelo. En este caso se utilizó una máquina Lincoln modelo AC-255, la cual posee una voltaje a circuito abierto de 40 voltios, con un voltaje nominal de trabajo de 20 voltios y un rango de operación de 10 voltios. El microcontrolador ejecutará el siguiente procedimiento: a) selección del modelo de la máquina en el computador; b) medición del voltaje, asegurando que el mismo esté dentro del rango de trabajo; c) si el voltaje se encuentra por encima o por debajo del rango de trabajo por más de un segundo una alarma sonora se encenderá.

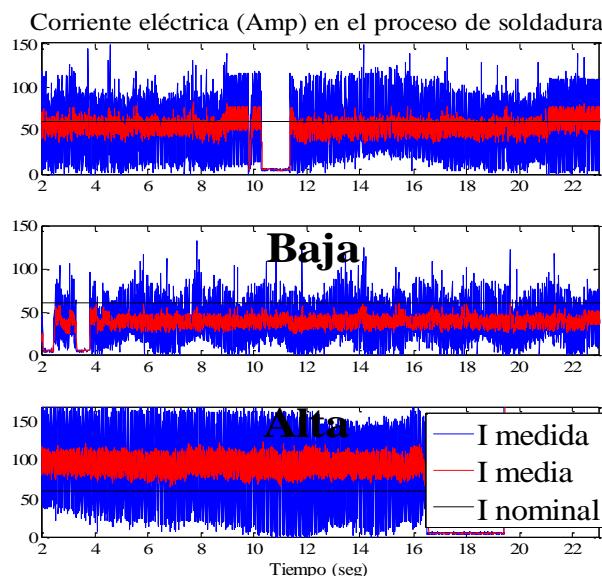
Si el voltaje vuelve al rango de trabajo se

apaga la señal audible.

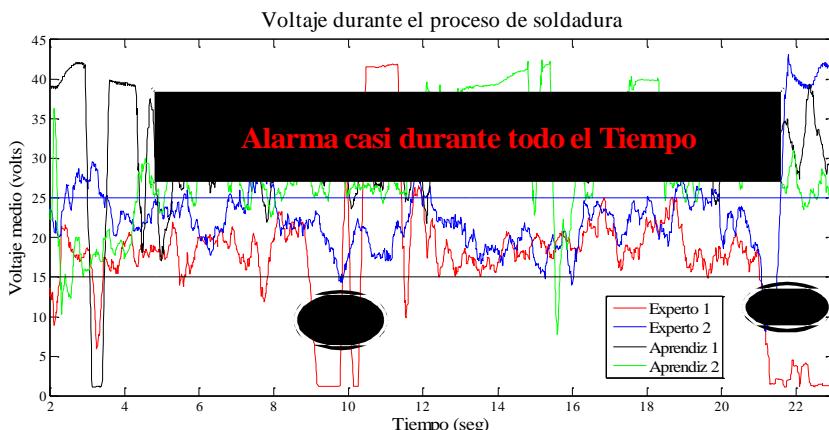
Este procedimiento ayudará al usuario a corregir su postura.

### Resultados y Discusión

Utilizando el prototipo se ajustó la corriente eléctrica y luego se procedió a realizar la soldadura. En este experimento hubo cuatro usuarios, dos expertos y dos aprendices, cada uno de los usuarios realizó un cordón y los datos fueron registrados. A continuación se presentan los resultados en la Figuras 6 y 7. La Figura 6 se observa el proceso de calibración de la corriente eléctrica en la máquina de soldar, a propósito se seleccionó una corriente baja y una muy alta para observar el funcionamiento del dispositivo.



**Figura 6. Ajuste de la corriente eléctrica en el proceso de soldadura**



**Figura 7. Registro del proceso de soldadura para cuatro individuos**

## Conclusiones

Este trabajo presenta un dispositivo que es capaz de monitorear y controlar el proceso de soldadura. Las señales recolectadas son enviadas a un computador donde son analizadas fuera de línea para indicar si debe ajustar o no la intensidad eléctrica. Durante el proceso de soldadura dos alarmas auditivas indican al usuario que se está alejando o acercando al material base, con estas alarmas el dispositivo emula las intervenciones del instructor, obligando al aprendiz a corregir el *stick out*. Con el uso del dispositivo se reduce la cantidad de exposición de radiaciones emitidas durante la soldadura.

La información recolectada servirá para supervisar el avance del aprendizaje en el proceso de soldadura. Se utilizará una base de datos para poder proyectar los resultados sobre la velocidad de aprendizaje y el ahorro del consumo de energía. Esta actividad está enmarcada en los items como trabajos futuros, además

se desea integrar el dispositivo junto con un simulador virtual de soldadura para crear un laboratorio de entrenamiento y perfeccionamiento de soldadura.

## Agradecimiento

A la Unidad de Laboratorio G de la Universidad Simón Bolívar por prestar los espacios y los equipos para la realización de este proyecto.

## Referencias Bibliográficas

- Microchip, C. (2008). Dspic30f2010 Datasheet. Microchip Company, [en línea]. Recuperado en Mayo 2012, de <http://www.microchip.com>
- Miller, C. (2005). Guideline Stick (SMAW) welding. Miller Company, [en línea]. Recuperado en Enero 2012, de <http://www.millerwelds.com>
- Ramsden, E. (2006). Hall-effect sensors: theory and applications. 2d<sup>a</sup> edición. Elsevier, [en línea]. <http://www.bookselsevier.com>
- Rodríguez, P.C. (2001). Manual de

soldadura, soldadura eléctrica, MIG y TIG. 1<sup>a</sup> edición. Editorial Alsina. Buenos Aires, Argentina.

Smith, S. W. (2001). The Scientist

and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. Ebook, [en línea]. Recuperado Junio 2012, de <http://www.dspguide.com>



---

# **DESARROLLO SUSTENTABLE, COMPLEJIDAD E INGENIERÍA: SIMBIOSIS NECESARIA**

Yáñez R.<sup>1,4</sup>, Briceño M.<sup>2</sup>, Alfonsi A.<sup>3,4</sup>, Yáñez J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Núcleo Anzoátegui (UDO)

<sup>2</sup>Instituto de Filosofía, Facultad de Humanidades y Educación (UCV)

<sup>3</sup>Grupo de Investigación Arquitecturas de Sistemas de Control (GASC)

Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Núcleo Anzoátegui (UDO)

<sup>4</sup>Programa Sistemas Gestión de la Calidad, Núcleo Anzoátegui (UDO)

ryanezmar@gmail.com

## **Resumen**

La crisis socioambiental se agrava y complejiza cada vez más, a nivel global y local, dado la diversidad de factores involucrados, los modos de producción y consumo insostenible, el acelerado incremento de la demanda y la obsolescencia programada de los productos. Los riesgos actuales y potenciales de esta situación poseen dimensiones sin precedentes para la humanidad, incluso ponen en peligro la sobrevivencia de la especie humana en el planeta. En este sentido, la ingeniería, una de las profesiones más vinculada al desarrollo tecnológico y las actividades productivas, tiene la responsabilidad de actualizar sus fundamentos, para transitar el camino de la sostenibilidad. El presente trabajo pertenece al proyecto de investigación “Ingeniería Industrial desde la perspectiva del Desarrollo Sustentable y el Pensamiento Complejo (CI-03-020603-1691-11), y tiene como objetivo, estudiar los retos, escenarios y horizontes planteados por el Desarrollo Sustentable (DS) a la ingeniería en el siglo XXI e identificar las debilidades, brechas y vacíos de ésta en función de los requerimientos del DS. La investigación realizada es documental y de campo, basada en la teoría de la complejidad. Los resultados muestran diversos principios, técnicas y herramientas para la sostenibilidad en el ámbito de ingeniería. Se concluye (a) el DS no ha sido una prioridad para la ingeniería; (b) prevalece el enfoque estrictamente disciplinario (c) se propone abordar los problemas de insostenibilidad desde la perspectiva del pensamiento complejo, (d) se requiere fortalecer lo ético, ecológico y social en la formación del ingeniero.

**Palabras clave:** desarrollo sustentable, pensamiento complejo, ingeniería en el siglo XXI.

## Introducción

Abordar la relación entre ingeniería y Desarrollo Sustentable (DS), no es nada fácil, pues es un tema controversial e incluso para algunos utópico, por el sin fin de interpretaciones, diversidad de vertientes e intereses involucrados, así como también de elementos interrelacionados. A su vez, considerar la ingeniería y sus elementos conexos como parte de la solución y del problema de la insostenibilidad, complejiza la situación, dado que las soluciones técnicas en mayor o menor medida implican efectos que representan otros problemas a corto y/o largo plazo, mayormente obviados o minimizados, en nombre del avance tecnológico o la errada interpretación de desarrollo. En este sentido, como punto de partida es importante señalar la apreciación de ingeniería para el siglo XXI, del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en el Congreso Mundial de Ingeniería del 2010.

*“.....profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales.”*

Lo antes señalado destaca los vínculos entre la ingeniería y la sostenibilidad, así como también, sirve de referencia para establecer los diversos retos implícitos

para hacerlo realidad. En atención a lo antes expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo identificar las debilidades y desafíos de la Ingeniería en función de los requerimientos del DS. En este sentido, se realizó una investigación documental de los referentes teóricos relacionados con esta temática, en la cual destacan los Principios de Hannover (MacDonough 2000), Declaración de Shangai “Ingeniería y Futuro Sostenible (2004), Principios Guía para la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible de la Real Academia de Londres (2005) entre otros. Asimismo, se presentan las técnicas, estrategias y normativas que promueven opciones más respetuosas con la naturaleza, tales como la Ecoeficiencia, Producción más Limpia, Análisis del Ciclo de Vida, Ecodiseño y las Normas ISO entre otros.

## Antecedentes

### Propuestas y buenas intenciones

El DS, es el resultado de muchos años de discusión sobre la necesidad de cambiar los modos de producción, de consumo y su insostenibilidad, siendo innumerables los eventos y pronunciamientos en los cuales se ha utilizado como tema emblemático en la convocatoria para unir esfuerzos en la defensa del ambiente, por lo que frecuentemente las dimensiones socioeconómicas y políticas implícitas en el tema, son poco aludidas. Asociado al punto anterior, Yáñez *et al.*, (2012) señala que la insostenibilidad del desarrollo y sus consecuencias, tienen diversas aristas en la que convergen lo ambiental, social, económico, político, académico, empresarial, científico, legal y axiológico, entre otros, siendo por lo tanto un tema complejo que no se debe

abordar con visión cortoplacista y de manera aislada.

Seguidamente se presentan, sin ser exhaustivos, los antecedentes internacionales más destacados en esta materia, destacándose entre ellos el Informe del Club de Roma (1971), en el cual se vaticinó el colapso ecológico en menos de 100 años, si no se tomaban las previsiones necesarias, al considerar el agotamiento de los recursos naturales de continuar el crecimiento ilimitado, que hasta ese momento era promovido como fuente de progreso, posteriormente la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo (1972) y el Informe Brundtland titulado “*Nuestro Futuro Común*” (1987), de la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo, WCED por sus siglas en inglés (World Commission on Environment and Development), declara la urgencia de la toma de conciencia de la crisis planetaria, en este documento donde se acuña el término “*sustainable development*”, traducida como Desarrollo Sostenible o Desarrollo Sustentable, definiéndolo como aquel capaz de satisfacer las necesidades actuales sin poner en riesgo el futuro de las próximas generaciones de satisfacer sus propias necesidades, siendo esta definición, la base de las más diversas interpretaciones y definiciones.

Es evidente sin embargo, que el DS logra su difusión masiva en la *Cumbre o Conferencia de Río de Janeiro* en 1992, en la cual se generó la *Agenda 21* como documento guía para transitar el camino a la sostenibilidad, integrando lo social y ambiental al concepto de desarrollo, así como también, destacando la importancia del fortalecimiento y la

participación de los diferentes actores sociales en la instrumentación del mismo a nivel global, nacional y local. Más recientemente la Cumbre Mundial de Johannesburgo (2002, 2009), la Cumbre de los Pueblos (2012) y la Conferencia de Rio+20, en el 2012, retoman la discusión de la insostenibilidad desde de diferentes perspectivas colocando nuevamente en el escenario mundial el tópico de la crisis socioambiental a nivel de emergencia planetaria, al resaltar los riesgos potenciales sin precedentes para la humanidad. Lamentablemente y, paradójicamente los resultados obtenidos no han sido los esperados, a pesar de la gran cantidad de eventos, investigaciones científicas, mayor difusión de conocimiento, facilidad de acceso a la información, promulgación de leyes, normas, y haberse incrementado las organizaciones interesadas en esta temática.

## **Ingeniería y sostenibilidad**

### **Retos y horizontes**

La ingeniería no escapa a la dinámica de la época actual, caracterizada por la incertidumbre, paradojas, contradicciones sujeta a la presión de cambios. En este sentido, la ingeniería se torna foco de atención y cuestionamiento en cuanto a su rol protagónico en la concepción del desarrollo, más allá de lo netamente técnico, tal como se ha destacado en los múltiples eventos, acuerdos, convenios, programas y principios vinculados al DS, realizados por diferentes actores sociales en las últimas décadas, por tal motivo, seguidamente se presentan los referentes teóricos más importantes en

este ámbito.

Los Principios de Hannover para la Sustentabilidad (McDonough: 2000), resumen una filosofía de diseño sustentable en la cual se promueve el respeto por los procesos y relación con la naturaleza y la responsabilidad de las decisiones para la disminución del impacto ambiental. Para Briceño (2003:6), estos principios deben verse como un documento “*comprometido con la transformación y el crecimiento en la comprensión de nuestra interdependencia con la naturaleza, para que puedan adaptarse como nuestro conocimiento del mundo que evoluciona*”, es decir comprender que se coexiste con el entorno y los ecosistemas por lo tanto se debe ser respetuoso con la naturaleza, siendo responsable del impacto a corto y largo plazo de los proyectos y trabajos realizados.

Por su parte, los Principios Guía para la Ingeniería para el Desarrollo Sustentable, elaborados la Real Academia de Ingeniería de Londres en el 2005 recalcan la necesidad de transformar cuanto antes la visión práctica profesional de la ingeniería en cuanto a las soluciones de problemas técnicos, no limitándose sólo a satisfacer la lógica del mercado. Proponen asumir una visión holística de la ingeniería, en la cual se incluyan las consecuencias a largo plazo de la implementación de las soluciones propuestas, en consenso con los diversos actores involucrados, equilibrando la importancia de todas las fases de ejecución del trabajo y no solo enfatizar el diseño; resaltan la importancia de poner en práctica lo que se predica basado en la toma de decisiones

apropiadas y oportunas vinculadas a la sostenibilidad, así como también en la planeación y gerencia efectiva de los recursos; apoyando los mecanismos necesarios de sanción económica aplicables a quienes contaminen y dando a la sostenibilidad la ventaja ante cualquier duda.

Como complemento a lo anterior, merece la pena señalarse varios eventos a nivel mundial que también representan retos y compromisos para la ingeniería en el siglo XXI. En primer lugar, se tiene el Congreso Mundial de Ingenieros realizado en Shanghai en el 2004, en el cual se emitió la Declaración de Shanghai sobre Ingeniería y el Futuro Sostenible, proclamando que la ingeniería y la tecnología son de vital importancia en la dirección de la reducción de la pobreza, el DS y las Metas de Desarrollo del Milenio, destacando como responsabilidad y compromiso de la ingeniería “*crear y aplicar la tecnología para minimizar el desperdicio de recursos, reducir la contaminación y proteger la salud humana, el bienestar y el medio ambiente ecológico*” (p.3).

Asimismo, en el VII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería realizado en el 2010, organizado por la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), con la convocatoria “La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible”, concluyó que es necesario formar ingenieros socialmente responsables, comprometidos con el DS, con la finalidad de

“...*contribuir con la urgente tarea de reconocer, identificar y caracterizar las prioridades que permitan diagnosticar,*

*proponer, planear y aportar propuestas sostenibles en cada uno de los ámbitos de su incumbencia. Por otra parte, la sociedad debe comprender que el ingeniero está asociado al crecimiento y que el desarrollo sostenible de una región dependen en gran medida de la participación de los ingenieros” (p.1).*

Igualmente el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en el marco del Congreso Mundial de Ingeniería del 2010, destaca sus aportes en esta materia y concluyó que se requiere un nuevo paradigma de formación integral de los ingenieros, basada en la articulación tanto en conocimientos técnicos y sociales, expresados en valores, principios éticos, aptitudes y actitudes orientados al respeto y compromiso por la diversidad y multiculturalidad, imprescindiblemente con competencias profesionales para actuar de manera reflexiva y crítica con visión sistémica y perspectiva supranacional y regional, para contribuir con el desarrollo sostenible del país.

En resumen, estas iniciativas, en sus diferentes manifestaciones y alcances, promueven la reflexión y discusión, para incorporar la sostenibilidad en la formación y ejercicio profesional de los ingenieros, coincidiendo todas en la necesidad de la revisión y transformación de la ingeniería tradicional, en una nueva ingeniería o ingeniería socialmente responsable, la cual deberá destacarse por asumir la complejidad de los problemas, el trabajo multi y transdisciplinario, en la entramada red formada por los distintos actores involucrados, así como también por la comprensión y respuestas acorde a la dinámica de los

sistemas sociales actuales, para lo cual se requieren cambios más allá de incluir temas o materias relacionadas con la sostenibilidad, es decir lo netamente curricular, pues es indispensable integrar a los actores involucrados alumnos, docentes, egresados, asociaciones profesionales, representantes del tejido empresarial, organizaciones vinculadas a la investigación, comunidades organizadas, medios de comunicación y el Estado como responsables de las políticas públicas y su puesta en práctica, entre otros.

## **Ingeniería para la Sustentabilidad**

### **Técnicas y estrategias**

El impacto de las actividades humanas es incuestionable, en particular cuando son de tipo empresarial o industrial, viéndose esto incrementado con la explosión demográfica, el incremento vertiginoso de la demanda y por ende el mayor uso de materia primas y suministros, consumo de energía principalmente de origen fósil, el aumento de productos usados acumulados en basureros y depósitos abarrotados sin un destino final predefinido, consecuencia implícita de la obsolescencia programada, práctica empresarial que consiste en la reducción deliberada de la vida útil de los producto para incrementar su consumo; y los avances tecnológicos, entre otros, todos ellos causando mayor degradación del ambiente. En la actualidad generalmente se sobreestima la capacidad de los sistemas naturales, asumiendo el entorno como un vertedero ilimitado de desechos, Yáñez y Zavarce (2009).

Sin embargo, lamentablemente aun prevalece la premisa de “reducir costos y maximizar ganancia”, en

la cual la obsolescencia programada de los productos surge como herramienta válida a este fin, así como también el enfoque tradicional disciplinario, contradictoriamente a la retórica del discurso en la que se manifiesta preocupación por la crisis socioambiental.

No obstante, es importante destacar que desde hace varias décadas se han desarrollado diversos conceptos, estrategias e iniciativas caracterizadas por incluir el manejo de sistemas ambientales, que van desde la remediación, prevención y medidas precautorias. Resulta entonces evidente, que el horizonte y tendencias actuales apuntan a propiciar procesos y productos más amigables con el ambiente, para lo cual la Ecología Industrial, Ecoeficiencia, Producción más Limpia, el Análisis del Ciclo de Vida, el Ecodiseño y las Normas ISO 14000 pueden representar hilos conductores y vinculantes de la ingeniería y la sustentabilidad.

La Ecología Industrial (EI), se fundamenta en la analogía con los sistemas naturales, al asumir los sistemas industriales como ecosistemas que intercambian energía, materia e información entre si y su entorno, el cual debe ser capaz de reemplazar el consumo de materias primas y energía, asimilando las emisiones de residuos generados por la industria. Por su parte, la Producción más Limpia (PML) es un concepto introducido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989, sus ventajas son ampliamente reconocidas pues permiten incrementar la eficiencia en el uso de recursos, mejorar el proceso

productivo y los productos, durante todo el ciclo de vida de los mismos, derivados de un mejor desempeño ambiental al reducir el impacto ambiental.

Ahora bien, la Ecoeficiencia fue presentada en 1992 como una contribución a la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Río de Janeiro, para el cumplimiento de la Agenda 21 en el sector privado. El Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de América Latina la define como *la armonía e interrelación que debe existir entre la energía, la economía y la ecología en el ámbito industrial, a fin de aprovechar de forma ética y racional los recursos materiales y energéticos; sin afectar el medio ambiente y logrando mayor rentabilidad y competitividad*, es decir, integra la perspectiva ambiental a la gestión empresarial en sintonía con la producción sostenible con visión de largo plazo.

Los fundamentos de la Ecoeficiencia, son popularmente conocidos como *producir más con menos* al proponer, reducción de la cantidad de materiales utilizados en productos y servicios, sobre todo recursos naturales, disminución del consumo de agua y energía, en particular la de origen fósil, disminución de las emisiones y efluentes, incremento de la capacidad de reciclaje de los productos, aumento de la vida útil del producto y hacerlo más amigable con el ambiente, de manera que reduzca paulatinamente los impactos de las actividades empresariales.

Relacionado al punto anterior se encuentra el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), herramientas muy útil para la aplicación de los principios

de sustentabilidad, porque permite la evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de los productos, a través del análisis de las etapas que van desde la obtención y consumo de materiales y componentes, pasando por la producción, distribución y venta, fin del ciclo de vida y disposición final, es decir, desde la cuna hasta la tumba. Una de las guías más utilizadas para el ACV son las Normas ISO de la serie 14040-14049, en las cuales se presenta el marco metodológico orientadas a la identificación de oportunidades de mejoras del desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida, aspecto fundamental del proceso empresarial responsable, debido a que más de la mitad de los impactos ambientales se pueden relacionar con el diseño, Alonso (2010). Por esta razón, es una prioridad para las organizaciones que deseen categorizarse como sostenible, desarrollar productos basados en Ecodiseños, metodología que integra criterios ambientales en el diseño de productos y servicios, de modo que se logre la reducción de los impactos ambientales que producen, tomando en cuenta todas las fases de su ciclo de vida.

### **Ingeniería y Complejidad**

#### **Debilidades, brechas y vacíos**

Aun cuando parezca sorprendente, no se ha logrado consenso del término DS, este es muchas veces utilizado como eslogan de forma mediática y, no por convicción. Ante esta situación, merece destacarse que si bien es cierto que los referentes antes señalados representan opciones para transitar el camino a la sustentabilidad, desafortunadamente, no son suficiente para su instrumentación,

pues la cosmovisión vigente arraigados en la lógica del mercado, modos de producción y consumo insostenible, al promover el crecimiento económico indefinido, obstaculizan y atentan contra las posibilidades de hacerlo posible.

Es importante señalar, que no se trata de ser pesimista o escéptico, por el contrario, se quiere enfatizar la magnitud, complejidad y dinámica de la insostenibilidad, por lo tanto subestimar los planteamientos a radicales, mesiánicas y aisladas mejoras curriculares, actualizaciones tecnológicas verdes y actividades y planes, segmentadas y no sistemáticas, sin incluir una profunda transformación sociopolítica de la forma de pensar la interrelación con la naturaleza, basada en la coexistencia hombre-naturaleza-sociedad de manera respetuosa y responsable en función del beneficio de las actuales y futuras generaciones, es crear el espejismo de un oasis de cambios efímeros.

Por el contrario, se considera esencial como punto de partida reconocer la complejidad del tema, considerando las polémicas argumentos y contradicciones que implica la relación ingeniería y DS, producto de la intricada red de intereses e interrelaciones de actores involucrados, enfocados principalmente en resultados a corto plazo sin mayor compromiso/responsabilidad por las consecuencias actuales/futuras de la toma decisiones.

Por esta y otras razones, se descarta la desesperanza y resignación y se propone trabajar para sentar establecer las bases de transformación epistémica y axiológica, de la ingeniería en función de la simbiosis con el Desarrollo

Sustentable, convocando no solo a las universidades, para revalorizar su rol social y en particular la Ingeniería, sino también promover valores para la sostenibilidad (Equidad, respeto, solidaridad), asimismo investigación transdisciplinaria con planes y acciones orientados a contribuir a la solución de las problemáticas socio-productivas locales y regionales conjuntamente con las comunidades organizadas, asociaciones y colegios profesionales, organizaciones empresariales y productivas, organismos públicos entre otros.

## Conclusiones

La ingeniería no pueden continuar indiferente ante las devastadoras consecuencias de los modos de producción y consumo, primordialmente basados en maximizar ganancias y reducir costos, subestimando la dimensión socioambiental, y ende el compromiso con las generaciones futuras.

En este sentido, es importante destacar que actualmente se dispone de diversas opciones (Ecología Industrial, Ecoeficiencia, PML, Ecodiseño, ACV entre otras) orientadas a disminuir los impactos de los procesos y productos, propiciando la eficiencia en el uso de los materiales y recursos en armonía con el entorno. No obstante, sería simplicista tratar el tema del DS, enfocado a mejoras técnicas o reformas curriculares, el desafío es enorme e implica una profunda transformación de la cosmovisión vigente, extensiva a todos los actores sociales (Estado, empresarios, organizaciones empresariales, colegios de ingenieros,

unidades productivas, comunidades organizadas, sociedad en general), para asumir responsablemente y en todo su alcance la sostenibilidad, en lo cual está presente lo local/global, presente/futuro, disciplinario/transdisciplinario, semejante/heterogéneo, variable/estable, incertidumbre/sistemático, y sus diversos componentes ambientales, sociales, económicos, políticos, académicos, empresariales, científicos, técnicos, legales y axiológicos entre otros, que sin lugar a dudas le da características multifactoriales, dinámicas y complejas.

## Agradecimiento

Este trabajo ha sido posible gracias al financiamiento del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, asimismo al valioso apoyo de los Comité Organizadores del 5to Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica (CIBELEC, Mérida 2012), V Simposio de Ingeniería Industrial y Nuevas Tendencias (VSIII, Valencia 2012) y el 1<sup>er</sup> Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI-PEII), por ser espacio de difusión y diálogo.

## Referencias Bibliográficas

- Alonso, M. (2010.) La certificación del Ecodiseño: una excelente oportunidad para fomentar la competitividad de las empresas. Boletín ECODES, [en línea]. <http://archivo.ecodes.org/pages/especial/ecodiseno/calonso.html>.
- Briceño, M. A. (2003). Universidad, Sector Productivo y Sustentabilidad. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV. Universidad

- Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- CONFEDI. (2010). La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible. Aportes del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Congreso Mundial Ingeniería, Buenos Aires, [en línea]. <http://confedi.org.ar/documentos/la-formaci%C3%B3n-del-ingenero-para-el-desarrollo-sostenible>
- Congreso Mundial de Ingenieros Shangai. (2004). Declaración de Shangai sobre Ingeniería y el Futuro Sostenible, [en línea]. [http://www.upadi.org.br/n\\_shangai.html](http://www.upadi.org.br/n_shangai.html).
- Informe Brundtland. (1987). Nuestro Futuro Común, [en línea]. <http://www.qcentro.org/Etica/debate/Info-CartadelaTierra.pdf>
- McDonough, W. (2000). The Hannover Principles. Design for Sustainability. Prepared for EXPO 2000. The World's Fair. Hannover, Germany, [en línea]. <http://www.mcdonoughpartners.com/>.
- Meadows,D.H.;Meadows,D.L.;Randers, J.; Behrens, W. (1972). Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad, [en línea]. <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/geografiapoblacion/454577910.tmqzapiain-limitesalcrecimiento.pdf>.
- The Royal Academy of Engineering. (2005). Engineering for Sustainable Development: Guiding principles, London, [en línea]. <http://www.raeng.org.uk/>.
- Yáñez, R.; Briceño, M.A.; Yáñez, J.; Alfonsi,A.(2012).Desarrollo Sustentable Espacio de Transformación para la Ingeniería: Fundamentos, Perspectivas y Retos. En: Memorias V Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias (VSIII). Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. 548-561.
- Yáñez, R.; Zavarce, C. (2009). Desarrollo Sustentable: ¿Desafío o Compromiso? Rev. Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias. 1(3): 73-85, [en línea]. <http://servicio.cid.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/index.htm>.



---

# **APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO SOLUCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES DE LA INDUSTRIA AZUCARERA VENEZOLANA**

Torrebalba Hely

Centro de Investigaciones del estado para la Producción Experimental  
Agroindustrial (CIEPE), estado Yaracuy  
htorrealba@ciepe.gob.ve

## **Resumen**

En Venezuela, la industria azucarera procesó 8.134.111 t de caña de azúcar en el año 2011. El procesamiento de la caña de azúcar genera residuos de diversa índole, destacándose el bagazo por los grandes volúmenes producidos y sus consecuentes problemas ambientales. Se estima que la producción de 100 kg de azúcar genera 270 kg de bagazo. El flujo de residuos ocasiona problemas en la industria debido a las dificultades en el manejo, almacenamiento y disposición final de estos materiales. Diversos estudios han mostrado que el bagazo presenta características que lo hacen potencialmente útil en la producción de energía, debido a que su poder calorífico es de unas 1850 Kcal/kg. El estudio realizado tiene por objetivo evaluar la producción de energía a partir del bagazo, obtenida mediante procesos térmicos y bioquímicos, utilizando como indicador la razón de energía neta para ambas vías de obtención. Para ello, se determinan los flujos de energía de entrada a cada etapa del sistema, así como la energía que entrega cada proceso. La energía puede ser obtenida por la combustión directa del material para producir calor en una caldera o, por vía bioquímica, mediante la fermentación para obtención de etanol carburante. La determinación del indicador muestra que el aprovechamiento del bagazo para la obtención de energía por procesos térmicos tiene un menor desempeño que la fermentación alcohólica, constituyéndose ésta última en una opción conveniente para el manejo ambiental de este residuo.

**Palabras clave:** aprovechamiento residuos, bagazo, razón de energía neta, combustión.

## Introducción

El procesamiento de la caña de azúcar genera residuos de diversa índole, destacándose el bagazo por los grandes volúmenes producidos y sus consecuentes problemas ambientales. En Venezuela, en el año 2011, la industria azucarera procesó 8.134.111 t de caña de azúcar (Fedeagro, 2011). Se estima que la producción de 100 kg de azúcar genera 270 kg de bagazo (Díez y Garrido, 2012), lo cual permite estimar un flujo de residuos de 2.489.038 t bagazo/año. El flujo de residuos ocasiona problemas en la industria debido a las dificultades en el manejo, almacenamiento y disposición final de estos materiales. Diversos estudios han mostrado que el bagazo de la caña presenta características que lo hacen potencialmente útil en la producción de energía, debido a que su poder calorífico es de unas 1850 Kcal/kg. Las tecnologías de obtención de energía son ampliamente conocidas y comprenden procesos termoquímicos y biológicos de transformación [Díez y Garrido, (2012); Avella, (2007)]. Entre los usos más extendidos se encuentra la combustión directa del bagazo en calderas para la obtención de vapor, destinado generalmente a usos industriales o, en muchos casos, a la producción de energía eléctrica. Otra de las opciones más estudiadas es la transformación bioquímica, mediante la fermentación del bagazo para la producción de etanol, un alcohol utilizado como carburante en forma directa en motores de combustión interna o, en algunos casos, como aditivo en la formulación de las

gasolinas. El estudio realizado tiene por objetivo evaluar la producción de energía a partir del bagazo de la caña, obtenida mediante procesos térmicos y bioquímicos, utilizando como indicador la razón de energía neta para ambas vías de obtención. El análisis del desempeño energético del proceso permite orientar las investigaciones acerca de las opciones más convenientes para el aprovechamiento energético de un residuo que, de otro modo, sería inutilizado, ocasionando problemas ambientales en las instalaciones de generación del residuo, debido a las dificultades para su almacenamiento, transporte y disposición final. El estudio se limita por la evaluación de la producción de energía vía fermentación, quedando excluidos otros procesos de aprovechamiento energético tales como la gasificación y la pirólisis, ya existentes en fases experimentales, los cuales pueden ser estudiados en etapas posteriores de investigación.

## Materiales y Métodos

El estudio del aprovechamiento energético del bagazo de la caña de azúcar se estructura en tres etapas. En primer lugar, se definen los esquemas tecnológicos de las vías de obtención de energía a partir del bagazo de la caña, sobre la base de procesos y técnicas ya estudiadas. En segundo lugar, se recopila la información técnica básica para estimar el potencial energético de los productos del procesamiento del bagazo, así como los consumos energéticos a lo largo de toda la cadena de proceso, para, finalmente, cuantificar el indicador de desempeño

energético elegido para la evaluación. Las etapas mencionadas se describen en detalle a continuación.

### **Definición de los esquemas tecnológicos**

Las tecnologías de obtención de energía comprenden el proceso convencional de producción de energía térmica mediante la combustión del residuo en una caldera de producción de vapor y la obtención de un combustible líquido, el etanol, a partir de la fermentación del material a través de procesos bioquímicos. La Figura 1 ilustra el esquema tecnológico seleccionado para el primer proceso considerado.

El presente estudio parte de la premisa del procesamiento de 1 t de bagazo de caña para la producción de energía. En el primer esquema considerado, el residuo, con una humedad de 50%, se somete a combustión en una caldera bagacera para la producción de calor, utilizado en la generación de vapor en la misma instalación.

El segundo proceso considerado, la producción de etanol carburante, se lleva a cabo a partir de la fermentación del material. El modelo utilizado como esquema de proceso seleccionado se ilustra en la Figura 2.

La producción de etanol parte del acondicionamiento del residuo mediante operaciones de fragmentación. A continuación, la obtención de los azúcares fermentables se logra mediante una primera etapa de hidrólisis ácida, la separación de los líquidos y sólidos para finalmente, someter el material a una segunda hidrólisis ácida, que permitirá la obtención de los azúcares fermentables. El material extraído se introduce en unidades

de fermentación donde, debido a reacciones bioquímicas controladas, se produce el alcohol hidratado, el cual será purificado mediante operaciones de separación de fases por destilación. El modelo seleccionado parte del supuesto del procesamiento de 1 t de bagazo para la producción de etanol. De acuerdo a los datos presentados por Diez y Garrido (2012), se pueden obtener 187 l de etanol carburante a partir de 1 t de bagazo procesado, con una densidad energética de 26,8 MJ/kg.

### **Obtención de datos bibliográficos**

El estudio de las opciones de aprovechamiento energético parte del procesamiento de datos secundarios obtenidos de la revisión de la literatura científica, de manera específica, para cada uno de los esquemas tecnológicos seleccionados. En el primer caso, la combustión directa del bagazo, tomando como referencia los datos publicados por Díez y Garrido (2012), de manera específica, la densidad energética del material de 9 MJ/kg y estimando la producción de residuo en 0,3 t / t caña procesada, se cuantifica la cantidad de energía producida a partir de 1 t de caña procesada.

La obtención de energía mediante la producción de etanol vía fermentación de la biomasa residual, toma igualmente como base de cálculo el procesamiento de 1 t de bagazo para obtener 187 l de etanol, cuyas propiedades se resumen en la Tabla 1.

La estimación del indicador energético requiere la cuantificación de los consumos energéticos en cada una de las etapas de la cadena de procesamiento. Dada

la ausencia de datos acerca de consumos energéticos en instalaciones de producción de etanol a partir de bagazo de caña, se realiza el estudio tomando como referencia los datos publicados en la base de datos de Ecoinvent (Reporte 17) del Centro Suizo para Inventarios del Ciclo de Vida (2007), considerando una instalación industrial para producción de etanol a partir de caña de azúcar ubicada en el contexto latinoamericano, con una capacidad de procesamiento que permite clasificarla como de mediana escala. Los consumos energéticos estimados se resumen en la Tabla 2.

### **Estimación del indicador energético**

El indicador energético seleccionado para evaluar el desempeño del proceso de obtención de energía a partir del bagazo de la caña es la “Razón de Energía Neta” (REN), la cual se define como el cociente entre la energía total producida, en el caso considerado, el alcohol combustible, a la energía total consumida a lo largo de la cadena de procesamiento de la materia prima para de transformación del material. En forma matemática se expresa mediante la relación siguiente:

$$REN = \frac{\text{Energía producida}}{\text{Energía consumida}} \quad ... (1)$$

### **Resultados y Discusión**

A partir de los datos recopilados sobre el potencial energético de los productos obtenidos en ambos modelos de esquemas tecnológicos, se estima la energía obtenida por el procesamiento

del bagazo de la caña. Los resultados se recogen en la Tabla 3.

De acuerdo a los resultados obtenidos, a partir del procesamiento de 1 t de bagazo para producir 187 l de etanol vía fermentación alcohólica, se puede obtener técnicamente 3938 MJ de energía, valor superior a la energía estimada en 2700 MJ generados por la combustión de la biomasa residual para producir calor. Este resultado se atribuye a la elevada densidad energética del etanol, en comparación con el bagazo residual, lo cual representa un punto de apoyo para profundizar el estudio de la opción de aprovechamiento energético del bagazo mediante la fermentación para la obtención de alcohol carburante, constituyéndose en una vía de utilización de este residuo que, de otro modo, permanecería inutilizado, ocasionando problemas ambientales en las instalaciones de generación del mismo, debido a las dificultades para su almacenamiento, manejo y disposición final.

La obtención de energía mediante la fermentación del bagazo no sólo puede ser considerada beneficiosa por el potencial energético del etanol, sino que requiere la estimación de indicadores de desempeño energético para determinar el balance de la opción tecnológica considerada. El balance energético del modelo seguido para la obtención de etanol a partir del bagazo de la caña y la estimación del indicador utilizando la Ecuación 1, arrojó los resultados que se resumen en la Tabla 4.

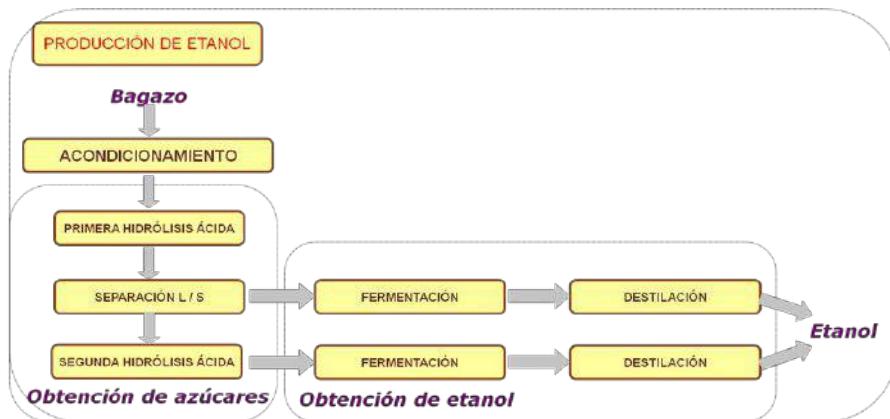
El valor obtenido de REN permite

inferir que el proceso de producción de etanol a partir de la fermentación del bagazo, tiene un balance energético positivo, obteniéndose más del doble de la energía que se consume a lo largo de la cadena de producción. Sin embargo, además de la determinación de un balance energético positivo, se hace necesaria la determinación de indicadores ambientales para definir la sustentabilidad de las opciones tecnológicas, no sólo por consideraciones técnicas y energéticas,

sino también ambientales. Finalmente, cabe destacar que el aprovechamiento energético del bagazo, proveniente del procesamiento de la caña de azúcar, constituye una de las opciones de solución para los problemas ambientales asociados a la generación, manejo y la disposición final de este residuo industrial pero requiere, en forma adicional, la consideración de aspectos económicos y sociales, lo cual constituye la gestión del ciclo de vida de los procesos estudiados.



**Figura 1. Esquema de la combustión del bagazo para producción de energía térmica**



**Figura 2. Esquema de la fermentación del bagazo para producción de etanol**

**Tabla 1. Propiedades físicas del etanol utilizadas en el estudio**

| Variable                    | Valor |
|-----------------------------|-------|
| Densidad (kg/l)             | 0,79  |
| Densidad energética (MJ/kg) | 26,80 |

**Tabla 2. Energía consumida para la producción de etanol**

| Variable               | Valor  |
|------------------------|--------|
| Energía eléctrica (MJ) | 107,4  |
| Calor (MJ)             | 1594,0 |

**Tabla 3. Energía obtenida a partir del bagazo de la caña**

| Variable                | Valor  |
|-------------------------|--------|
| Energía calorífica (MJ) | 2700,0 |
| Energía del etanol (MJ) | 3938,0 |

**Tabla 4. Balance de energía y estimación de indicador REN de la producción de etanol**

| Variable               | Valor  |
|------------------------|--------|
| Energía producida (MJ) | 3938,0 |
| Energía consumida (MJ) | 1701,4 |
| REN                    | 2,3    |

## Conclusiones

Una vez analizados los resultados obtenidos en la evaluación energética de las opciones de aprovechamiento del bagazo, residuo proveniente del procesamiento de la caña de azúcar, se establecen las siguientes conclusiones: El aprovechamiento energético del bagazo, constituye una de las opciones de solución para los problemas ambientales asociados a la generación, manejo y la disposición final de este residuo industrial.

La obtención de energía es mayor en el combustible líquido, debido a su elevada densidad energética, en comparación a la energía térmica obtenida.

Los diferentes procesos de obtención de energía, sea el calor por combustión o los combustibles líquidos por la fermentación del material residual, requieren, además de la determinación de un balance energético positivo, la determinación de indicadores ambientales para definir la sustentabilidad de las opciones tecnológicas.

## Agradecimiento

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo del Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE)

y su División de Control de Aguas, Evaluación y Tratamiento de Residuos Agroindustriales (CAETRA). De igual modo, se agradece la colaboración recibida del Ing. Francisco Diez del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) por su valiosa aportación durante el desarrollo de esta investigación.

## Referencias Bibliográficas

- Avella, O. (2007). Etanol celulósico a partir de residuos agrícolas. Biofuels: a technological perspective. Energy & Environmental.
- Diez, F.; Garrido, N. (2012). Bagazo de caña de azúcar: ¿energía o etanol carburante?. Ingeniería Química. Editorial Alción.
- Fedeagro. (2012). Estadísticas Agropecuarias de Producción Agrícola.
- Saxena, R.C.; Adhikari, D.K.; Goyal, H.B. (2009). Biomass-based energy fuel through biochemical routes: a review. Renewable & Sustainable Energy Reviews (13): 168-178.
- Sutter, J. (2007). Life cycle inventories of bioenergy. Ecoinvent Report N° 17.



---

# **COMPETENCIAS PSICOSOCIALES EN LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO PARA LAS EMPRESAS DE PRODUCCIÓN SOCIAL TURÍSTICA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ**

Vera Ana<sup>1</sup>, Reyes Gladys<sup>1</sup>, Santos José<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Zulia, Núcleo Punto Fijo

<sup>2</sup> Universidad de Málaga

anavera2612@gmail.com

## **Resumen**

Este trabajo tiene como objetivo analizar las competencias psicosociales del capital humano en las empresas de producción social de alojamiento como fomento para la transferencia del conocimiento que estimula el desarrollo turístico sostenible en la Península de Paraguaná, cuyo propósito fundamental es determinar las características de las competencias que predominan desde las área Emocionales, de Desarrollo de tareas, de Identificación con el Entorno y gerenciales. De manera que la investigación postula desde los supuestos ontológicos del paradigma Cualitativo-Cuantitativo; las técnicas refieren el uso del instrumento psicométrico COMPE-TEA (2009). Para obtener la información se consultan a las poblaciones de los trabajadores: administradores o asistentes, recepcionistas, camareras y servicios complementarios de las posadas seleccionadas como unidades de estudio en los tres municipios de la mencionada región Peninsular (Carirubana, Falcón y Los Taques). Los resultados expresan que los perfiles competencia derivados de los sujetos se asocian a una serie de comportamientos que permiten el funcionamiento y puesta en valor de servicios que generan la satisfacción de los visitantes, se crea un marco de relaciones entre los indicadores estudiados, razón que hace necesaria la humanización de los procesos de la administración de recursos humanos por competencias, proyectar las habilidades sociales en general, por lo cual las áreas de impacto psicosocial juegan un factor primordial en el escenario de éste tipo de organizaciones y del turismo como alternativa económica sostenible; que puede crear posibilidades competitivas y de enlace cooperativo con regiones emblemáticas como las islas Aruba y Curaçao.

**Palabras clave:** competencias psicosociales, empresas de producción social turística

## Introducción

El análisis de los factores que intervienen en la actividad turística de los destinos resultan diversas, hay características que se adaptan a las demandas y ofertas de cada región, no obstante, es significativo desatacar que para que sea sostenible ha de facilitar el uso óptimo de los recursos como elementos fundamentales del desarrollo, manteniendo los procesos ecológicos esenciales que ayudan a conservar la naturaleza y la diversidad biológica, respetando la autenticidad sociocultural de las comunidades receptoras, además de sus bienes culturales arquitectónicos activos y pasivos, incluyendo los valores tradicionales que contribuyen al entendimiento y a las tolerancias interculturales que pudiesen generar actividades económicas viables a largo plazo, reportando a todos los agentes unos beneficios socioeconómicos bien distribuidos, entre los que se cuenten oportunidades de empleo estable para las comunidades locales que contribuyen a la reducción de la pobreza.

En este marco de ideas, resulta importante mencionar la propuesta del Plan Nacional Estratégico de Turismo 2007–2012, donde se establece como visión ser el instrumento para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población venezolana y al fortalecimiento del sistema turístico nacional, a través del posicionamiento de Venezuela en ese mercado nacional e internacional como un multidestino capaz de generar nuevas formas asociativas de inclusión social para el desarrollo sustentable y sostenible. Todo esto, con base en el Plan de Desarrollo

de la Nación, y como misión, fomentar, orientar y consolidar el desarrollo del turismo como una actividad estratégica en la construcción del nuevo modelo socio-productivo a través de la corresponsabilidad de todos los actores que conforman el Sistema Turístico Nacional que permita un Desarrollo Endógeno Integral, en coordinación con las unidades políticas del Estado. En función a las necesidades de la nación, se formulan planteamientos los cuales constituyen los lineamientos estratégicos que orientan las acciones para presentar a Venezuela como destino turístico durante la vigente planificación, entre los que se mencionan: calidad turística, equipamiento turístico, financiamiento, fortalecimiento institucional, mercadeo, patrimonio histórico, sensibilización, capacitación y formación, y turismo popular.

## El Turismo en la Península de Paraguaná, un hogar para el huésped

La Península de Paraguaná tiene una superficie de 2.492 kilómetros cuadrados, está ubicada al norte del estado Falcón en Venezuela y tiene tres municipios; a saber: Falcón, conformado por las parroquias Pueblo Nuevo, Adícora, Baraived, Buena Vista, Jadacaquiva, Moruy, Adaure, El Hato y El Vínculo., el municipio Los Taques, constituido por las parroquias Santa Cruz de los Taques, Guanadito, Amuay, El Hoyito, Cumujacoa, Judibana y Villa Marina; y el municipio Carirubana, conformado por las parroquias Punta Cardón, Santa Ana, Norte y Carirubana cuya capital es Punto Fijo. Entre las principales actividades económicas desarrolladas destaca la

comercial, pesca, turismo y la refinación petrolera. Según la Corporación Falconiana de Turismo (CORFALTUR), en su guía turística del estado Falcón (2006), la Península de Paraguaná tiene inventariado 78 atractivos turísticos culturales y 29 naturales.

Con la llegada de la industria petrolera, Paraguaná es habitada por gente de todas las latitudes, quienes se asientan en la zona que hoy es conocida como Punto Fijo, allí se levanta la ciudad moderna en contraste con pueblos antiguos, escenarios llenos de leyendas de épocas pasadas que marcaron hechos esenciales en la historia de Venezuela. Ante esta referencia, el 14 de Agosto de 1998, es decretada como zona libre para la inversión turística, para que en conjunto al Centro Refinador Paraguaná, el más grande del mundo, se conviertan en un eje importante de desarrollo económico relacionado con el turismo para la zona. Es menester destacar, que para la empresa turística de hospedaje, independientemente del tamaño, tipo de establecimiento y clientes, debe proponerse objetivos, delinear su visión y misión para orientar el trabajo, coordinar las tareas, considerar los principios de autoridad, responsabilidad y delegación de cada puesto de trabajo. Conviene destacar que las normas y lineamientos son válidas en las organizaciones, pero no son estáticas y deben adaptarse a las necesidades y cambios que vayan aconteciendo a consecuencia del crecimiento de la misma. En conclusión, la forma de organización de un establecimiento turístico, debe ser competitiva orientándose al cliente, ser flexible, dinámica, eficaz en el control

de los costos y con un clima de mejora continua.

En este sentido, desde la praxis y con el interés de fusionar esfuerzos consistentes en el tiempo, este tipo de empresas, sobre todo las unidades funcionales de alojamiento llamadas posadas, se aproximan a los principios que identifican a las Empresas de Producción Social, para que establecidas a través de este modelo de producción puedan contribuir con la sostenibilidad y sustentabilidad en las regiones particulares.

Así pues, vale destacar que son entendidas las Empresas de Producción Social como “unidades de producción comunitaria, constituidas bajo la figura jurídica que corresponda, y tienen como objetivo fundamental generar bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas y esenciales de la comunidad y su entorno, incorporando hombres y mujeres de las misiones, privilegiando los valores de solidaridad, cooperación, complementariedad, reciprocidad, equidad y sustentabilidad, ante el valor de rentabilidad o de ganancia” Puga, M. (2007:1), tomado del acuerdo Marco de Promoción, Estímulo y Desarrollo de las Empresas de Producción Social. Ciudad Guayana, Sep. (2005). De manera que las empresas de alojamiento se constituyan en oportunidades de desarrollo social y económico de la actividad turística de la región peninsular.

Ahora bien, como pilar fundamental se encuentra el capital humano, siendo un valor intangible que requiere de creatividad, innovación, iniciativas, toma de decisiones en pro de los lineamientos globales que definen la razón de ser de la actividad de servicio, así como ser

generadores de líneas de comunicación, motivación, formación, entre otras competencias, que se logran con la disposición y dedicación materializando en concreto las dimensiones de la sostenibilidad turística.

En función al crecimiento turístico existen numerosas inversiones realizadas en la construcción de pequeñas empresas de servicio de hospedaje, las cuales intentan dar respuestas a las demandas a la vez de propiciar fuentes de empleo a los habitantes de los municipios (fortalecimiento de la economía local), se evidencian necesidades de formación y cultura turística para maximizar la calidad y el servicio, por ello, resulta de vital importancia que tanto los investigadores, como todas las personas que trabajan en una empresa u organización – innovadores conozcan sobre las competencias psicosociales necesarias que debe poseer dicho capital humano para brindar un mejor servicio a los turistas (transferencia del conocimiento), desde las áreas emocional (relaciones Intrapersonales e interpersonales), de desarrollo de tareas, de relaciones con el entorno y gerenciales; a fin de determinar si los esfuerzos realizados están encaminados en la dirección correcta, ya que en algunos casos las competencias asociadas a cada puesto de trabajo se encuentran poco definidas, afectando el desenvolvimiento laboral, y por ende, el desempeño eficaz y/o eficiente, obteniendo una repercusión negativa en el logro de las metas.

## Materiales y Métodos

Este estudio está enmarcado en el contexto de las ciencias humanas y se corresponden con la investigación social desde los principios ontológicos de la investigación cualitativa-cuantitativa, la cual es de tipo descriptiva-analítica, adopta un diseño no experimental transaccional, la población informante está conformada por los trabajadores de las posadas que se desempeñan en los cargos de administradores o encargados, recepcionistas, camareras y servicios complementarios (entre los que destacan cocina y seguridad) de los Municipios Carirubana, Los Taques y Falcón a quienes se les aplica un test proyectivo diseñado para medir 20 Competencias Psicosociales distribuidas en las 4 áreas mencionadas anteriormente, llamado COMPTEA (Arribas y Pereña, 2009); el cual es editado y validado por TEA Ediciones, los resultados son relacionados con el estándar diseñado para población Sudamericana que certifica la contextualización de los datos. La población atendida asciende a un total de 25 sujetos cuyos resultados son representativos al resto del universo poblacional en virtud de la disposición total de instrumentos disponibles según la prueba descrita.

Ahora bien, para la interpretación de los resultados, se utiliza la corrección por internet mediante e-perfil suministrado por TEA Ediciones, en la que se introducen las respuestas en la pantalla diseñada para tal fin, para que el ordenador corrija de manera inmediata, arrojando los resultados del perfil de competencias. Una vez obtenidos los datos se extraen los Puntos Fuertes (PF)

los cuáles señalan las competencias consolidadas, están representadas numéricamente en la escala de 70 a 99, los Puntos Fuerte Normativos (PFN) son aquellas competencias en las que se vinculan a comportamientos medianamente presentes y que requieren ser reforzados, potenciados o desarrollados y están representados en la escala de 31 a 69 y los Puntos

Débiles (PD) donde el examinado informa de unos comportamientos poco desarrollados o ausentes de su repertorio conductual en el trabajo, su escala se representa de 1 a 30, señalados en la Tabla 1. Posterior a esto se hacen las realizan las interpretaciones y reflexiones de manera particular y grupal según los puestos afines en estudio.

**Tabla 1. Puntos fuertes y débiles**

| <b>NIVEL COMPETENCIAL</b> |                              |         |
|---------------------------|------------------------------|---------|
| PUNTUACIONES (S)          | Punto Débil (PD)             | 1 – 30  |
|                           | Punto Fuerte Normativo (PFN) | 31 – 69 |
|                           | Punto Fuerte (PF)            | 70 – 99 |

**Fuente:** Vera (2012), Citado por Arribas y Peñeras (2009)

## Resultados y Discusión

Puesto clave: Administrador o asistente administrativo. (encargado)

Los resultados en términos generales, se asocian a los puntos fuerte normativos (PFN) con tendencia a los puntos fuertes (PF), lo que permite inferir que las competencias están presentes significativamente. Esto implica oportunidades de consolidación desde las habilidades presentes en el capital humano que labora en ellas, sus puntuaciones oscilan entre 50 a 99.

En virtud de esto, los administradores manejan y controlan sus emociones de un modo adaptativo, confían en sus capacidades y competencias por lo cual pueden actuar en forma convincente, están dispuestos al crecimiento derivado de las críticas. Desde lo interpersonal se comunican con fluidez pues consideran

adaptar el discurso al interlocutor, por ende establecen contacto con otras personas y entienden los estados de ánimo, respetan los puntos de vista, establecen relaciones ganar – ganar además de trabajar en equipo.

Respecto al área de desarrollo de tareas, tienden a ser emprendedores e innovadores en sus acciones, buscando superarse cada vez más, les gustan los objetivos exigentes y lograr las metas establecidas, para realizar esto analizan los detalles separando las partes claves y organizando las tareas de modo lógico y sistemático; asumen responsabilidades y riesgos con criterio. Con relación al entorno, conocen y se relacionan con los departamentos de la organización, así como con las unidades de mando, reconocen oportunidades de negocio obteniendo ventajas en la visión

competitiva, se interesan por tratar de forma activa y directa a los turistas de manera que puedan satisfacer sus necesidades e intereses, en función de lo novedoso y el cambio productivo; en el área gerencial utilizan al autoridad para adaptarse a situaciones y ayudar a adaptar a otros buscando un alto nivel de desarrollo, por lo cual tiene carisma para influir, coordinan, separan y ordenan las prioridades para cumplir con las metas establecidas en la posada.

**Puesto clave:** Recepcionistas

Las competencias en este puesto evidencian un resultado como Punto Fuerte Normativo (PFN) con tendencias que se acercan a los Puntos Fuerte (PF), los resultados oscilan entre 45 a 75 puntos. Es de hacer notar que existen sujetos cuyos resultados son de Puntos Débiles (PD) lo que revela la existencia de variabilidad de perfiles, unos evidencian competencias adquiridas y otros ausencia de las mismas. A continuación se expresa una descripción que da idea de los comportamientos presentes.

Para el área Emocional, específicamente en las relaciones intrapersonales, se destacan por controlar y manejar sus emociones con sentido adaptativo a las exigencias del entorno, de manera que confían en sí mismos reflejando seguridad y confianza, además aceptan las críticas con sentido constructivo esforzándose por el logro de las metas propuestas. Desde las relaciones interpersonales, manejan un discurso claro, adaptado a quién le escucha, puede establecer relaciones satisfactorias al identificar los estados de ánimo, necesidades e intereses, respeta los puntos de vista

diferentes, lo que permite espacios para la negociación e influencia, así como trabajar en equipo.

En el área de desarrollo de tareas, poseen condiciones para ser emprendedores, por lo cual estudian analíticamente del todo a las partes y asumen decisiones con criterios de responsabilidad. En las actividades relacionadas al entorno, conocen y manejan la estructura y las unidades de mando de la posada, con postura visionaria suelen anticiparse a los riesgos y captar oportunidades, se interesan por el turista como pilar de su esfuerzo de quienes recibe sus necesidades e innovan para cubrir sus exigencias pues están comprometidos con el funcionamiento del centro de alojamiento. Desde las competencias gerenciales, utilizan su autoridad para adaptarse a procesos y personas, con las cuáles pueden influir coordinada y planificadamente los planes de trabajo y los objetivos planteados en su espacio de jornada diaria, aunque existe la posibilidad que estas competencias estén ausentes en sus comportamientos laborales.

**Puesto clave:** Camarerás

El perfil para este cargo oscila entre 45 y 70, lo que hace inferir que predominan comportamientos como Puntos Fuerte Normativos (PFN) con tendencia a Puntos Débiles (PD), las camareras de las posadas poseen en sus actividades de trabajo las competencias en estudio, no obstante, pueden propender a ser aún mejor.

En este orden de ideas, en el área emocional se destacan por reconocer y manejar sus emociones, sentirse seguras de sí mismas y con destrezas

para actuar con firmeza, por lo cual ante situaciones adversas, toma las críticas como oportunidades, pueden adaptar su discurso al nivel de quienes les escuchan lo que trae como beneficio el establecimiento de relaciones satisfactorias en un contexto de negociación con sentido de influencia y trabajo en equipo.

El área de desarrollo de tareas, pueden emprender acciones novedosas dentro del ritmo de trabajo, sin descuidar las normas o pautas establecidas, poseen inclinación hacia el logro de objetivos exigentes, más que por lo fáciles de alcanzar, por lo tanto dedican esfuerzos en analizar los requerimientos siendo, en la mayoría de los casos lógicas, organizadas, sistemáticas con sentido de responsabilidad ante la toma de decisiones.

Las competencias relacionadas con el entorno, se destacan por poseer el indicador más resaltante, por ende, los comportamientos se orientan a identificarse con la organización, respetando y relacionándose con las líneas de mando de la estructura funcional de la posada, demuestran ser visionaria en cuanto a las posibles oportunidades, se interesan por atender de forma activa a los turistas, satisfacer sus necesidades mediante la oferta de sus servicios, de lo cual aprenden, propician el cambio, buscan nuevas experiencias en sus tareas de trabajo.

El área gerencial refleja una presencia en menor proporción a las áreas anteriormente descritas, pues utilizan su autoridad para adaptarse a retos, aunque en ciertas ocasiones les cueste un poco, pueden, sin embargo, influir en los

demás gracias a su condición de líderes organizando y planificando las tareas a cumplir en el trabajo.

**Puesto clave: Servicios complementarios.** En este puesto resulta predominante la variedad de respuestas emitidas por el capital humano, en este sentido, los puntajes van desde 30 a 95, involucrándose desde Punto Débil hasta Punto Fuerte. Desde las individualidades, resulta significativo captar la atención a estos aspectos para identificar necesidades y encauzar los talentos. Las competencias del área emocional destacan cierta habilidad por manejar y controlar las emociones incluso cuando están en situaciones de riesgo y estrés, ya que confían en sus habilidades para actuar en forma firme, además aceptan las críticas para construir aprendizajes, aunque prefieran recibirlas con poca frecuencia, exceptuando algunos casos particulares. Las relaciones interpersonales le permiten comunicarse clara y fluidamente con los demás, establecen relaciones con pocas dificultades pues son capaces de captar el estado de ánimo de sus cercanos, se les facilita llegar a acuerdos amistosos y respetuosos, así como trabajar en equipo. En el área de desarrollo de tareas emprenden acciones al margen de lo estrictamente establecido en búsqueda de lo novedoso para buscar beneficios en el ambiente de trabajo, prefieren dedicarse a objetivos exigentes que a los fáciles de alcanzar, poseen amplia capacidad de análisis por tanto, evalúan, separan y organizan las acciones buscando mejorar, a su vez, asumen las responsabilidades de las decisiones tomadas. No obstante, en las competencias asociadas al área del

entorno, comprenden parcialmente los elementos funcionales de la organización incluyendo las líneas de mando y su ubicación.

En lo gerencial se destacan por manejar criterios de autoridad para ejercer liderazgos en sus grupos de trabajo obteniendo un mejor nivel de rendimiento, por lo cual tienden a ser organizados, planificados, estableciendo prioridades de las diferentes tareas en beneficio de los objetivos estratégicos planteados en la posada.

## Conclusiones

Ante los resultados expresados a través del instrumento de medición, se observa que existen competencias mejorables con amplias posibilidades de desarrollo, así lo refiere Le Boterf (1994) cuando expresa que “pasar del saber a la acción es una reconstrucción: es un proceso con valor añadido”, esto indica que la competencia es un proceso que cambia de un estado situacional a otro con mayor destreza; es poniendo en práctica acción la competencia es como se llega a ser competente. En tal sentido el capital humano que asume los diferentes cargos en las empresas de alojamiento poseen potencial y oportunidades factibles para aumentar la presencia de estos comportamientos en el entorno laboral. En este mismo sentido, cabe citar dos ideas expuestas por Braun y Winter (2007), que pueden dar soporte a la necesidad de establecer un sistema de gestión de recursos humanos basado en las competencias:

- Las empresas son depósitos de conocimientos productivos.
- La empresa es el mecanismo

ídóneo para la creación, aplicación y transmisión de conocimientos (tecnológicos, organizativos y comerciales). Estos conocimientos son las señas de identidad de la empresa (algo así como su código genético); sin embargo las personas desempeñan un papel clave en esos procesos de creación, aplicación y transmisión: son capaces de convertir información en conocimiento. Este poder de transformación ejecutado de manera continuada, más que el propio conocimiento, es el que acaba convirtiéndose en fuente de ventaja competitiva sostenible en el tiempo.

La gestión de los recursos humanos se convierte pues, en una estrategia que aporta ventajas más significativas que otros departamentos o gerencias, ya que incorpora un mayor potencial del individuo en el contexto empresarial, esto es así puesto que las competencias: son características personales, se reflejan en comportamientos fácilmente identificables (entrevistas e incluso observación), pueden ser medidas, son en su mayor parte adquiridas y por tanto pueden desarrollarse, en conclusión, esta dependencia activa en la organizaciones es garantía de desarrollo de las competencias.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando para gestionar los recursos humanos basado en competencias en estas empresas de servicios de alojamiento, es fundamental considerar que los procesos internos son de carácter meramente psicológicos, entonces, la empresa posee en sí misma su perfil y personalidad, que la identifican

y destacan dentro del intrincado mundo competitivo. De manera pues que diversos autores, entre ellos el filosofo Krishnamurti (1954), señala que “hombre feliz es un hombre productivo”, “Sólo cuando la mente está libre de ideas y creencias puede actuar correctamente”, se revela la necesidad de la armonía integral que concibe al hombre como ser funcional desde lo físico – cuerpo, psíquico – mente y social – convivencia adaptativa logrando que sea plenamente funcional o productivo en el entorno de trabajo.

Desde esta perspectiva, Torres (2009) con estudios sobre la Psicología del Pensamiento hace un esfuerzo por explicar su tesis “Del estilo de pensamiento depende mi vida: pienso, siento, segredo e irradio luz”, dejando clara la concepción de un ser humano con capacidades y características naturales, que al hacerlas conscientes (apoderarse de ellas) puede maximizarlas hasta llegar a límites insospechados. Partiendo de ésta visión llena de oportunidades para el capital humano, y con proyección productiva en el sitio de trabajo, se garantizan aspectos potenciales que aseguran un porvenir próspero a cualquier visión de negocios.

En este orden de ideas, la Psiconeurolingüistica, en adelante PNL, sostiene que en el pensamiento se inicia la concepción de ideas, un sistema de creencias, que posee aspectos que potencian o deprimen al ser humano, que pasa a ser nuestro mundo subjetivo, el de la percepción e interpretación tan personal, que permite la elaboración de las representaciones sociales, considerada como “un corpus

organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuáles se hacen inteligible la realidad física y social”(Moscovici, 1979: 17-18).; desde esta realidad, la PNL se vale del pensamiento para elevar reflexiones dialécticas que rompan con los dogmas, dotando de movimiento, contradicciones, resoluciones desarrolladas sobre la mente, al cerebro productor y reproductor para luego concluir que todo esto depende de la armonía cuerpo – mente, es decir, desorden mental, desorden celular; orden mental, orden celular.

De manera pues, que las empresas de producción social de turismo cuentan con seres capaces, energéticos, evolucionados, con herramientas y destrezas que posiblemente aún no han sido descubiertas ni por ellos mismos, convirtiéndose en una ventaja valiosa de desarrollo y éxito que hoy pueden vislumbrar, vale entonces unificar esfuerzos para propiciar el desarrollo de las fortalezas, habilidades, actitudes, aptitudes, conocimientos, experticias, en una palabra impulsar el desarrollo de las Competencias Psicosociales del Capital Humano para consolidar la transferencia del conocimiento en el servicio ofrecido al huésped, sin menoscabo de los enlaces que pueden generarse con las regiones turísticas vecinas (Aruba y Curacao), además de los parques tecnológicos y redes de investigadores e innovadores en materia de Turismo.

## Referencias Bibliográficas

- Arribas, D.; Pereña, J. (2009). COMPE-TEA, Manual. España. TEA Ediciones.  
Braun, C.; Winter, R. (2007). Integration

of it service management intro Enterprise. Universidad de St. Gallen. Instituto de Formación Muller-Friedber-Strasse. Journal Management and Service. 7 (2):178-195.

Corporación Falconiana de Turismo – CORFALTUR. (2009). Estadísticas generales del turismo en los últimos años, [en línea]. <http://www.corfaltur.blogspot.com>

Instituto Nacional de Promoción y Capacitación Turística - INATUR. (2002). Plan Nacional de Turismo 2007-2013. Caracas, Venezuela.

Krisnhnamurti, J. (1954). Reflexiones sobre el yo: una indagación sobre la esencia del ser humano. New York. Editorial EDAF, S.A. (Traducción de

Gómez R., Javier).

Le Boterf, G. (2000). Ingeniería de las Competencias. Editorial Gestión. Barcelona, España.

Ley de Zona Libre para el Fomento de la Inversión Turística y Comercial de la Península de Paraguaná. (1998). En Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.517. Poder Legislativo de Venezuela.

Moscovici, S. (1979). El psicoanálisis, su imagen y su público. Buenos Aires, Argentina. Editorial Huemul S.A.

Puga, M. (2007). Empresas de Producción Social – EPS, [en línea]. <http://www.conapri.org/ArticleDetailIV.asp?articleid=279146&CategoryID2=14541>

---

# **CONSIDERACIONES SOBRE EL SOCIALISMO EN EL SIGLO XXI DESDE LA VENEZUELA BOLIVARIANA**

Delgado Luis

Centro de Investigación para la Transformación Social, estado Carabobo  
luis\_educara@hotmail.com

## **Resumen**

En un mundo amenazado cada vez más por desastres humanitarios y naturales, donde el principal responsable es la globalización del modelo de explotación capitalista, la cual se ha exacerbado en los últimos años bajo el influjo de la implosión de los distintos experimentos de construcción socialista en Europa Oriental, se plantea la necesidad de construcción de una alternativa real al capitalismo como sistema metabólico social predominante. En este contexto, la discusión sobre el Socialismo que había perdido actualidad pero no pertinencia a lo largo de la década de los 90 y que sólo se circunscribía a los círculos de la izquierda, ha sido revitalizada con fuerza por el Proceso Bolivariano que hoy vive Venezuela, gracias a la convocatoria para la construcción socialista que hizo el Comandante Hugo Chávez en el Foro Social Mundial del año 2005. Hoy es sumamente importante brindar aportes para desarrollar de manera global las principales tesis vinculadas a la construcción del Socialismo en la Venezuela del Siglo XXI y determinar algunos aspectos necesarios para la transición hacia esta nueva sociedad. Para ello se realizará una revisión crítica bibliográfica y documental, que nos permita aproximarnos a la definición de la pertinencia histórica del socialismo, caracterizar las causas fundamentales de las derrotas del siglo XX en la consolidación de proyectos anticapitalistas y definir campos importantes para la transición socialista. De esta forma se brinda un aporte a la teoría revolucionaria, fortaleciendo al movimiento popular que lucha por un nuevo proyecto histórico.

**Palabras clave:** socialismo, siglo XXI, revolución, poder popular.

## Introducción

La realidad dantesca que provoca la expansión del capital a nivel mundial, nos coloca en el dilema planteado por Marx y popularizado por Rosa Luxemburgo de: *Socialismo o Barbarie*. Es decir, frente al capital que ha mostrado su característica *per se* bárbara y mortal (explotadora, opresiva, alienante, fetichista) debemos oponer la construcción del Socialismo en estos nuevos tiempos, el socialismo para este siglo XXI, teniendo siempre presente las nuevas condiciones históricas y valorando en todo momento las enseñanzas positivas y negativas del pasado.

El socialismo es factible y necesario, porque en el seno del capitalismo se desarrollan dos tendencias complementarias y contradictorias, por un lado el poder social del trabajo está desarrollándose permanentemente, porque cada vez más sectores sociales son proletarizados o por lo menos explotados en diversas formas (la producción cada vez más es social); y por otro lado, el capitalismo no puede satisfacer las necesidades básicas de todo el conjunto de la sociedad, reproduciendo la miseria de manera constante (la apropiación de la riqueza social es cada vez más privada). Esta contradicción estructural, por un lado socava la capacidad de apropiación burguesa de los beneficios de la producción y por otro lado socava la legitimidad del orden burgués, en un contexto en el cual las masas oprimidas cuentan con una acumulación de experiencias democráticas sin precedentes en la historia.

## El socialismo es una necesidad histórica

De esta manera, en un mundo amenazado cada vez más por desastres humanitarios y naturales, donde la principal responsable es la mundialización del modelo de explotación capitalista, que se ha exacerbado en los últimos años bajo el influjo de la implosión de los distintos experimentos de construcción socialista en Europa Oriental y en la antigua URSS, se plantea la necesidad de construcción de una alternativa real al capitalismo, y más aun del capital como sistema metabólico social predominante. La pertinencia del socialismo en el siglo XXI parte de los agudos problemas que ha conllevado la última fase del capitalismo y de la autocritica superadora de los errores del socialismo en el siglo XX.

En este orden, la renovación y reactualización del debate sobre el socialismo, pasa por una valoración histórica crítica de las diversas experiencias concretas desarrolladas durante el siglo XX, unas fallidas y otras hoy existentes (Con lo problemático y polémico que esto implica). Por otro lado, debe profundizarse el estudio de diversos autores contemporáneos, que han teorizado sobre el socialismo desde una óptica revolucionaria.

Cinco enseñanzas sobre los errores de las experiencias pasadas nos parecen de suma importancia estratégica:

**El socialismo sin democracia, a largo término no puede mantenerse** (Houtart 2001, p. 104). Por el contrario, el socialismo debe profundizar la democracia en todos los sentidos (en

lo económico, lo político, lo cultural), Lenin decía que “el socialismo es más democracia para los trabajadores y las trabajadoras, para las mayorías”, por esta razón es menester la construcción del *poder-político-cultural popular desde abajo*.

**El desarrollo del socialismo no debe ser contradictorio con la protección del Medio Ambiente**, premisa necesaria para la existencia de la vida, por lo cual, la propuesta socialista debe ser sostenible en el tiempo, debe ser un *modo de producción, reproducción y acumulación que procure equilibrios para la vida entre la sociedad y la naturaleza*. El proceso de *metabolismo con la naturaleza* tiene que ser organizado de una manera cualitativamente diferente, asegurando el acceso de los recursos naturales esenciales a las generaciones futuras. No es solo socializar las fuerzas productivas, se trata de crear nuevas fuerzas productivas más amigables con el medio ambiente.

**Las revoluciones actuales, deben cuidarse de construir socialismo sólo desde el Estado.** Los proyectos anticapitalistas tempranos, por estar impregnados ideológicamente de modernidad burguesa, sufrieron por ello deformaciones burocráticas y autoritarias. Por lo tanto, es necesario romper con toda forma de *Estadolatría*, de fetichización de las instituciones y aparatos partidarios. (Beinstein 2011; Dussel 2011).

**El socialismo no puede construirse de manera dogmática, copiando recetas, ni por medio de decretos o voluntarismos.** La experiencia teórico-práctica del siglo XX, nos

enseña que la nueva sociedad debe constituirse tomando en consideración las condiciones históricas, étnicas y políticas de los pueblos, asumiendo la máxima leninista *análisis concreto de la realidad concreta*. Siendo entonces el socialismo, *creación heroica* tal como expresó Mariátegui.

**El Socialismo con patriarcado es un proyecto incompleto.** La sociedad socialista debe potenciar la igualdad y equidad de género, la participación y respeto a las mujeres, y la sexogénero diversidad en todos los ámbitos (Carosio, 2011).

Ahora bien, para desarrollar el tema del socialismo, deben definirse a su vez ciertos puntos:

En primer lugar, el tema del socialismo debe abordarse diferenciando dos procesos distintos pero íntimamente relacionados como son: la transición hacia el socialismo y el socialismo como transición hacia la sociedad sin clases (Katz 2006, Isa Conde 2006). La no distinción de estos dos momentos o procesos que deben desarrollarse simultáneamente, trae como consecuencia errores graves en la táctica y la estrategia de la revolución.

En segundo lugar, el socialismo es una nueva sociedad que construye la humanidad de forma consciente, es decir, no es producto de ningún determinismo o mecanicismo histórico, no es un destino manifiesto. Hombres y mujeres del pueblo pasan de ser sujetos pasivos y dirigidos ha convertirse en sujetos transformadores y constructores de la historia. No hay socialismo si los pueblos no luchan por construirlo, no habrá socialismo si la clase trabajadora

no asume consciente y organizadamente su construcción.

En tercer lugar, deben identificarse el sujeto o los sujetos históricos que pueden acometer la tarea titánica de construcción del socialismo, ya que el problema de la revolución no es sólo un tema de vanguardias esclarecidas y liderazgos mesiánicos, sino que compete a enormes sectores de la sociedad; la Revolución Socialista no es, parafraseando a Rosa Luxemburgo, un problema de cuchillo y tenedor, sino que implica ante todo un radical (de raíz, y la raíz del hombre es el hombre mismo, nos recordará Marx) cambio de civilización, se trata de crear un nuevo modo de vida.

Lo que la teoría revolucionaria definió como la Clase Obrera, junto a las demás clases y sectores trabajadores (Campesinos, Empleados, Profesionales y Técnicos, Militares Patriotas, Artistas, etc.) siguen siendo los sujetos históricos fundamental de transformación, pero además se le suman factores sociales transversales tales como: las mujeres oprimidas y doblemente explotadas por el capitalismo y el patriarcado, los jóvenes marginados por la sociedad adulto-céntrica, las minorías étnicas subordinadas a las culturas oficiales fundamentalmente pro-occidentales, los defensores consecuentes del medio ambiente, los excluidos y marginados, entre otros actores sociales.

En cuarto lugar, en el caso de los países periféricos debe tomarse en consideración las necesarias luchas de liberación nacional para avanzar en la construcción socialista. Este proceso es de suma importancia, ya que trae a colación el debate intenso que se ha

dado en el seno de la izquierda en torno a las relaciones entre las luchas de liberación nacional y las luchas por el socialismo. Después de un siglo de lucha revolucionaria, está claro que no hay socialismo sin liberación nacional, pero de igual manera no es posible alcanzar la liberación nacional sin socialismo. No se trata de dos etapas, sino de dos procesos que de manera simultánea deben desarrollarse en los países dependientes. En quinto lugar, este debate debe definir y delinear algunas propuestas programáticas en los distintos planos donde se desarrolla de forma desigual y combinada la Lucha de Clases; el plano económico, político, cultural y moral, todos necesarios para la construcción del socialismo para este nuevo siglo. Deben definirse, un conjunto de cambios estructurales en la tecnología, la relación con la naturaleza, las relaciones sociales y las representaciones mentales (Harvey , 2010). Se trata de *otro modo de producir la vida material y espiritual de la gente*. El debate del Socialismo es por tanto complejo, ya que requiere la atención de diversos puntos de interés, por esto, la temática no debe ser abordada con una óptica unilateral y reduccionista.

### **Una Nueva Política**

Entre los aspectos políticos en la construcción del socialismo, resaltaremos sintéticamente un conjunto de ellos:

Toda revolución es un proceso de agudización de la Lucha de Clases, que se desarrolla simultáneamente pero con desigualdad de ritmos en el plano político, económico y cultural.

En un primer momento las fuerzas

revolucionarias y populares deben convertirse en un Contra-Poder, y simultáneamente trabajar por conquistar el Poder del viejo Estado, para iniciar su proceso de extinción (desmontaje de la vieja burocracia y los viejos aparatos coercitivos) y transformación en uno nuevo.

Dichas fuerzas revolucionarias que conforman al sujeto o los sujetos históricos que pueden acometer la tarea de construcción del socialismo, deben organizarse en torno a un partido o partidos políticos que expresen sus intereses de clase y sectoriales, a su vez deben estar organizadas en poderosos movimientos sociales sectoriales (femeninos, estudiantiles, juveniles, obreros, campesinos, indígenas, entre otros.). Se trata de la necesaria existencia de una vanguardia organizada no desligada de las masas, un estado mayor que dirija las acciones revolucionarias, una dirección colectiva del proceso de transformación social. Recordemos que Lenin afirmaba que la principal arma de los explotados y explotadas es la organización.

Una vez que se conquista no solo el Gobierno sino también el Poder del Estado, es decir, se ha iniciado el proceso de destrucción de la *máquina burocrático-militar del Estado burgués*, es imprescindible seguir desarrollando la Democracia Participativa Revolucionaria y la construcción del Poder Popular, proceso que debe partir de la propia lucha de los pueblos aun antes de la toma del Estado burgués. El poder popular busca fundamentalmente acercar y fusionar de nuevo la esfera social de la esfera política, lo anterior se traduce en

que el pueblo asuma el poder de decisión y el poder de control en la ejecución de las decisiones o ejercicio directo de la gestión.

En este sentido, desde un primer momento de construcción del poder popular, se debe combatir de forma especial y contundente la corrupción, el burocratismo, el nepotismo, el clientelismo, vicios peligrosos incrustados en las entrañas de la burocracia de los Estados capitalistas, responsables del desangramiento de recursos necesarios para erigir la nueva sociedad, de la desorganización y desmoralización de las masas populares. En otro orden, el Poder Popular tiene a su vez entre sus principales objetivos reconstruir la geografía interna con el fin de adaptarla a las nuevas realidades socio-políticas, en este sentido, debe desarrollar un plan de disminución de las asimetrías del campo y la Ciudad, elemento que contribuye a disminuir las diferencias producto de la División Social del Trabajo. Una profunda transformación social siempre implica una profunda transformación del espacio.

Este Poder Popular debe garantizar en todo momento de manera eficiente los servicios básicos (Salud, Educación, Seguridad, Vivienda) necesarios para el desarrollo de la sociedad en general, ya que en la medida que se desarrolla el transito al Socialismo la sociedad poco a poco va aumentando sus niveles de autoadministración y autogestión de sus propios recursos.

Por otro lado, el poder popular debe desarrollar una nueva doctrina militar que se basa fundamentalmente en el

concepto del Pueblo en Armas, como máxima garantía del mantenimiento de la revolución y la protección de las conquistas sociales alcanzadas. El Pueblo en armas como sostén de la defensa integral de la patria socialista, debe proteger a la revolución tanto de los enemigos internos, como de los enemigos externos.

El Poder Popular para desarrollarse, debe estar presente en todos los ámbitos de la sociedad, en las comunidades, en los centros de trabajo, en los espacios culturales, en los centros de estudio, en los medios de comunicación, en las instituciones, en el campo y en la ciudad, es el poder de la sociedad para organizarse a sí misma, es la nueva hegemonía.

El Estado Socialista debe ser de nuevo tipo, porque por primera vez en la historia va a estar en favor de las grandes mayorías.

### **Una Nueva Economía**

Por otro lado, entre los aspectos económicos en la construcción del socialismo destaca lo siguiente:

El desarrollo del socialismo debe partir de un proceso continuo de socialización de los medios de producción, este hecho histórico es la premisa para el reencuentro de los productores directos con los instrumentos de producción y es la base de la democracia económica entendida esta como la participación de todos en la producción social y el disfrute de todos de la riqueza socialmente producida. La socialización pasa por el ejercicio de la acción directa de la clase trabajadora en posesión de la propiedad, del control y decisión sobre la producción. Este hecho jurídico-político que transforma

las relaciones sociales de propiedad, legitima una transformación profunda de las relaciones sociales de producción presentes en el capitalismo.

En este contexto reafirmamos lo propuesto por el Comandante Hugo Chávez, sobre todo para los países periféricos: la transición al socialismo puede albergar en su seno diversas formas de propiedad (Estatal, Socialista, Cooperativa, pequeña-privada agraria e industrial), por un lapso histórico determinado, sin embargo, no debe darse cabida a los monopolios privados en el control de los sectores económicos estratégicos.

De igual forma, uno de los rasgos que debe caracterizar la economía socialista, es que está basada en el principio de la planificación. Pero no se trata de impulsar una planificación centralizada burocrática, sino una planificación centralizada democrática, en la cual participen todos los sectores de la clase trabajadora que se embarcan en la construcción del socialismo. Se trata de una planificación que atiende a la satisfacción de las necesidades humanas y al respeto de las fragilidades del medio ambiente.

Otro punto que debemos destacar es el siguiente, la unidad de la clase trabajadora más que una consigna es una necesidad estratégica para el triunfo de la revolución socialista, en otras palabras, la unidad de los trabajadores y las trabajadoras es la premisa histórica para la construcción de la sociedad de los productores directos libremente asociados. Sin unidad de los trabajadores y las trabajadoras en su lucha contra el capitalismo, no hay transformaciones

estructurales profundas, porque la separación de los mismos genera la necesidad de mediadores sociales llámense capitalistas o burocracia estatal. En cualquier sociedad “*la separación y división en relaciones sociales entre los productores permite que quienes median entre los productores se apropien de la cooperación productiva*” (Lebowitz 2006, p. 164).

Otro elemento que es importante destacar en el periodo de transición en un país dependiente, es la necesaria diversificación económica. Esto es una premisa para la concreción de la Liberación Nacional y la construcción del Socialismo, la cual es la ruptura con la división internacional del trabajo impuesta por el imperialismo condenando a los pueblos dependientes a la monoproducción de materias primas para abastecer las necesidades de las naciones imperialistas industrializadas. En fin, la construcción socialista debe pasar del principio “*de cada cual, según sus capacidades; a cada cual según su trabajo*”, en una primera etapa histórica, al principio de una sociedad sin explotación, donde, “*de cada cual, según sus capacidades; a cada cual según sus necesidades*” (Marx 2008).

### **Una Nueva Cultura**

La subjetividad de los pueblos es una de las condiciones fundamentales que debemos transformar radicalmente. No hay que olvidar que la dominación capitalista la ejerce la burguesía no sólo a través de la violencia monopolizada del Estado, sino también gracias a la dominación ideológica de las conciencias... *Las ideas de la clase dominante son las ideas dominantes en*

*cada época* (Marx-Engels, 1982).

En este sentido, Gramsci explicaba que la sola coacción violenta era insuficiente para garantizar la dominación, por lo cual las clases dominantes también utilizaban los consensos por medio del ejercicio de su hegemonía (Hegemonía es igual a consenso acorazado de coerción). Recordemos a Bolívar: “Un pueblo ignorante es instrumento ciego de su propia destrucción”, a lo cual pudiésemos agregar: dominación o explotación.

De acuerdo a esto, es imprescindible que las clases dominadas ante todo construyan una contra-cultura que se vuelva hegemónica; que tenga como resultado la formación de un nuevo sujeto histórico, el hombre nuevo y la mujer nueva que tanto proclamaba el Ché.

Para acometer este difícil cambio histórico es imprescindible la Revolución Cultural, la cual pasa por el combate encarnizado contra la ideología liberal. En este sentido, debe impulsarse la transformación de la moralidad burguesa de la sociedad, por lo cual, son imprescindibles cambios en el accionar de la familia, el sistema educativo, los medios de comunicación y la sociedad en general.

Entre los cambios morales que debe registrar la sociedad socialista, se encuentran modificar el sistema de valores que orienta la praxis social en general. Al individualismo, el egocentrismo y la competitividad exacerbada que promueve el liberalismo, deben oponerse valores que reivindiquen la solidaridad, la cooperación, la

inclusión y el respeto a la dignidad del otro. Así mismo, a la moral sumisa debe oponerse el desarrollo de una moral crítica y transformadora, que rompa el miedo mitológico a la autoridad, a las estructuras jerárquicas opresivas.

En otro orden, en la sociedad socialista no debe haber ningún signo de discriminación por el origen étnico, racial, razón de género, la orientación sexual, por discapacidad física, entre otros. El socialismo no debe imponer el *Pensamiento Único*, no debe cometer actos etnocidas, en todo caso dando prioridad a los derechos humanos, debe respetar las diversas expresiones culturales que no atenten contra la vida de las personas.

Otro aspecto imprescindible en la Revolución Cultural, es la transformación profunda del sistema educativo (sus contenidos curriculares, filosóficos, epistemológicos, unir el estudio y el trabajo, etc.), y la democratización plena al acceso a todos los niveles educativos, desde la educación inicial hasta la educación universitaria. Esto a su vez debe venir acompañado de un acceso democrático al aprendizaje de las ciencias y las artes. Solo así se logra una independencia plena del espíritu, y se construye al ser humano plenamente desarrollado, un ser humano que vaya superando la división del trabajo intelectual y manual.

Finalmente en la actual era de la información, es imprescindible la socialización de la propiedad de los medios de comunicación, la sociedad en general debe tener acceso al uso y disfrute de los medios de comunicación como medida para erradicar la enajenación

cultural. Las fuerzas revolucionarias han insistido en la construcción de sus propios aparatos ideológicos y específicamente sus propios medios de comunicación, para vencer en la lucha de clases cultural-ideológica, para construir una nueva hegemonía.

Así como Althusser (1974) distinguía unos aparatos ideológicos de Estado, que no formaban parte de la institucionalidad estatal en sentido estricto, también podemos hablar de la necesidad de construir unos aparatos ideológicos del Poder Popular, que no sean estrictamente partidarios o estatales, pero que si estén a tono con las aspiraciones de las clases explotadas en sus luchas por el socialismo y contra el imperialismo. La lógica fetichista y embrutecedora de los grandes monopolios privados mediáticos, es decir, toda forma de terrorismo mediático, se erradicará cuando los pueblos, los trabajadores y las trabajadoras se adueñen de la propiedad de los medios de comunicación, solo así estos responderán a los intereses colectivos y pasarán de ser herramientas para la opresión a constituirse en instrumentos para la liberación, la emancipación plena de la Humanidad.

## Conclusiones

Aún cuando hemos delineado algunos rasgos que deberán tomarse en consideración en el proceso de erigir la nueva sociedad socialista, lo cierto es que estos rasgos y caracteres, dependerán de las circunstancias históricas concretas, y de las formas en que se construirá el nuevo poder.

En fin, la discusión sobre el Socialismo

debe seguirse profundizando, pero debe tenerse cuidado con la charlatanería socialdemócrata y utopista porque puede desviar la atención de los más agudos problemas que debe resolver la Humanidad para salir del bárbaro mundo donde impera la lógica del capital.

## Referencias Bibliográficas

- Althusser, Louis. (1974). La filosofía como arma de la revolución. Ediciones Pasado y Presente. Córdoba, Argentina. 147 pp.
- Beinstein, Jorge. (2011). Comunismo del siglo XXI: De la decadencia de la sociedad burguesa global a la irrupción del post capitalismo revolucionario. Editorial Trinchera. Caracas, Venezuela. 144 pp.
- Carosio, Alba; Vargas, Iraida. (2011). Feminismo y Socialismo. Editorial el Perro y la Rana. Caracas, Venezuela. 167 pp.
- Dussel, Enrique. (2011). Política de la liberación, Volumen II. Arquitectónica.
- Editorial el Perro y la Rana. Caracas, Venezuela.
- Harvey, David. (2010). Los siete momentos del cambio social, [en línea]. <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=105956>
- Houtart, François. (2001). La Tiranía del Mercado y sus Alternativas. Editorial Popular. España. 236 pp.
- Isa Conde, Narciso. (2006). En el siglo XXI, Cuál democracia, Cuál socialismo. Editorial El Tapial. Caracas, Venezuela. 223 pp.
- Katz, Claudio. (2006). El porvenir del socialismo. Monte Ávila Editores. Caracas, Venezuela. 292 pp.
- Lebowitz, Michael. (2006). Más allá de El Capital: La economía política de la clase obrera en Marx. Monte Ávila Editores. Caracas, Venezuela. 339 pp.
- Marx, Carlos. (2008). Crítica del Programa de Gotha. Fundación Federico Engels. Madrid-España. 116 pp.
- Marx, Carlos; Engels, Federico. (1982). La ideología alemana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 684 pp.



---

# APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA NOVEDOSA EN LA EPIDEMIOLOGÍA MOLECULAR DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Recchimuzzi Giannina, Carrillo Ileana, Carrasco Hernán  
Laboratorio de Biología Molecular de Protozoarios  
Instituto de Medicina Tropical (UCV)  
hjcarrasco@yahoo.com

## Resumen

*Trypanosoma cruzi* es el agente causal de la enfermedad de Chagas y está subdividido en 6 genotipos o unidades discretas de tipificación (DTU). Esta enfermedad es endémica del continente Americano y afecta alrededor de 16 millones de habitantes. La determinación del genotipo es de vital importancia debido a su relación con los cuadros clínicos de la enfermedad que están asociados a cada uno de ellos, así como a su distribución geográfica en el continente Americano. En el presente estudio se logró establecer un protocolo de trabajo mediante la aplicación de la técnica PCR-RFLP, la cual consiste en la amplificación por PCR de regiones específicas del genoma de *T. cruzi* y su posterior digestión con enzimas de restricción, permitiendo la genotipificación completa de diferentes aislados de *T. cruzi*. Esta metodología también permitió evidenciar los caracteres recombinantes de varios eventos de hibridación ocurridos entre los genotipos parentales de la especie *T. cruzi*. El algoritmo desarrollado en este trabajo, permite determinar de una manera rápida, segura y sencilla el genotipo de cualquier aislado de *T. cruzi*, ubicándolo dentro de uno de los 6 genotipos actualmente reconocidos para el parásito. La determinación del genotipo es de gran importancia epidemiológica para el control y la prevención de la transmisión de cepas circulantes en una determinada región endémica, para la vigilancia en la movilización de formas clínicas más severas hacia zonas donde se consideraban ausentes, así como también a países donde la enfermedad de Chagas estaba ausente.

**Palabras clave:** *Trypanosoma cruzi*, epidemiología molecular, enfermedad de chagas, enfermedad endémica, genoma

## Introducción

*Trypanosoma cruzi* es un protozoario hemoflagelado de la familia Tripanosomatidae, orden Kinetoplastida, y agente causal de la Tripanosomiasis Americana, conocida también como enfermedad de Chagas, la cual se encuentra ampliamente distribuida en el continente americano. En 2002, la Organización Mundial de la Salud reportó de 16 a 18 millones de personas infectadas por el parásito, 300 mil casos nuevos por año y 21 mil muertes, principalmente niños (WHO, 2002).

Diversos métodos han sido utilizados para la caracterización de los distintos grupos de *T. cruzi*, basándose en las características morfológicas, biológicas, bioquímicas y moleculares con el fin de agrupar a nivel fenotípico y genotípico las diferentes poblaciones de este parásito. Los resultados de estas investigaciones han sido utilizados en estudios clínicos y epidemiológicos para determinar la posible relación entre aislados del parásito y las manifestaciones clínicas de la enfermedad de Chagas (WHO, 2002). La diferencia en cuanto a la severidad de la enfermedad en el hospedador humano y en otros mamíferos, se ha atribuido a la diversidad genética que presentan los parásitos (Lammel *et al.*, 1985; Magalhaes *et al.*, 1996).

Los diferentes genotipos de *T. cruzi* muestran relación con las manifestaciones clínicas de la enfermedad, tal que, los genotipos *T. cruzi* II, V y VI (TcII, TcV, TcVI), se relacionan directamente con el desarrollo de megacolón o megaesófago, encontrándose con mayor incidencia en países de Suramérica, mientras que en Venezuela y en otros

países de Centroamérica, se presenta la cardiopatía chagásica como única manifestación clínica y se relaciona con el genotipo TcI (Higo *et al.*, 2004). La movilización de personas infectadas en Latinoamérica representa un riesgo de infección en regiones no endémicas de la enfermedad (Pena *et al.*, 2009), ya que esta enfermedad puede ser transmitida por transfusiones de sangre, trasplantes de órganos y transmisión congénita, por lo tanto, no se limita únicamente a los países donde es endémica (WHO, 2002). La diversidad genética de *T. cruzi* ha sido estudiada a través de muchas técnicas de biología molecular. El objetivo principal del presente trabajo fué la estandarización de un método de PCR-Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción (PCR-RFLP) para la identificación genotípica de aislados de *T. cruzi* pertenecientes a los genotipos TcI al VI.

## Materiales y Métodos

### Población y Muestra

Seis cepas de referencia internacional de los seis genotipos de *T. cruzi*. Cinco de ellas provenientes de Brasil, las cuales proceden del banco criogénico del Laboratorio de Biología Molecular de Protozoarios del Instituto de Medicina Tropical. La sexta cepa de referencia internacional, procede Bolivia y fue donada por la Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Simón.

### Extracción del ADN de *T. cruzi*

Los diferentes aislados fueron crecidos y mantenidos en cultivos en medio RPMI. Cuando el cultivo llegó a  $20 \times 10^6$  epimastigotes/ml, el ADN fue extraído siguiendo el protocolo de extracción y

purificación del kit NUCLEON según las instrucciones del fabricante. La pureza y la concentración del ADN se determinaron midiendo la absorbancia a 260 y 280 nm.

#### *Genotipificación de los distintos aislados mediante la técnica de PCR-RFLP*

Para la amplificación del gen *gp72* se utilizaron los iniciadores *gp72(f)* (5'-GCG GAC AGT GCC AAC AAC CT-3') y *gp72(r)* (5'-CGC CGA ACT TCC AAC CAT CAG-3') bajo las siguientes condiciones: desnaturación a 94°C por 5 minutos, seguida por 33 ciclos de desnaturación a 94°C por 30 segundos, hibridación a 65°C por 1 minuto y extensión a 72°C por 2 minutos, y una última extensión de 8 minutos a 72°C (Rozas *et al.*, 2007). La amplificación de la región intergénica HSP60 se llevó a cabo utilizando los iniciadores *HSP60(f)* (5'-GTG GTA TGG GTG ACA TGT AC-3') y *HSP60(r)* (5'-CGA GCA GCA GAG CGA AAC AT-3'), y para el gen que codifica la enzima Glucosa Fosfato Isomerasa (GPI) se emplearon los iniciadores *GPI(f)* (5'-GGC ATG TGA AGC TTT GAG GCC TTT TTC AG-3') y *GPI(r)* (5'-TGT AAG GGC CCA GTG AGA GCG TTG GTT TGA ATA GC-3'), utilizando para ambos genes el siguiente protocolo: desnaturación a 94°C por 5 minutos, seguida por 30 ciclos de desnaturación a 94°C por 30 segundos, hibridación a 65°C por 30 segundos y extensión a 72°C por 30 segundos, y una última extensión de 10 minutos a 72°C (Westenberger *et al.*, 2005). Todas las reacciones de PCR se realizaron en un volumen final de 20 µl contenido buffer 10%, 2 mM MgCl<sub>2</sub>,

0,4 mM de dNTPs, 1 U de la enzima *Taq* polimerasa (Invitrogen, Brazil), 10 pg de cada iniciador y 10 ng del ADN molde. Para la digestión de los fragmentos obtenidos se utilizaron endonucleasas de restricción específicas para cada uno de los genes. El gen *gp72* fue digerido con la enzima *TaqI* de acuerdo con Rozas *et al.* (2007), por otra parte, para la región intergénica HSP60 y para el gen GPI se utilizaron las enzimas *EcoRV* y *HhaI*, respectivamente, de acuerdo con el protocolo establecido por Westenberger *et al.*, (2005).

Los productos de PCR fueron visualizados mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,5% y los perfiles de restricción en agarosa a una concentración de 2,5-3%, teñidos con bromuro de etidio y fotografiados con un transiluminador UV. Los marcadores moleculares para estimar el tamaño de cada fragmento fueron Hyperladder I para la región intergénica HSP60 y el gen GPI, y para el gen *gp72*, el Hyperladder V (ambos de la casa comercial BIOLINE).

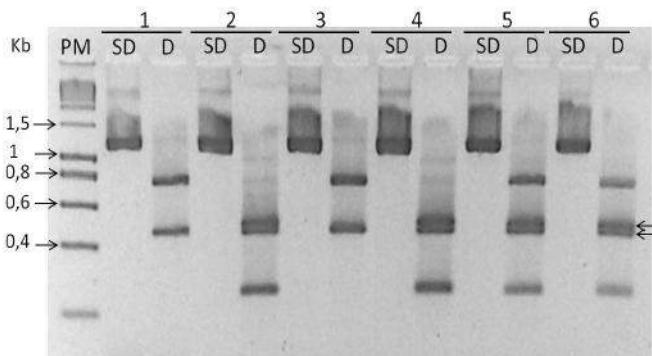
## Resultados y Discusión

*T. cruzi* muestra un elevado nivel de diversidad genética y es por esto, que una gran cantidad de marcadores genéticos han sido utilizados para la estratificación de la especie en varias subdivisiones, con mayor o menor nivel de resolución dependiendo de los marcadores utilizados, pero aún no existe un consenso de cuáles deben usarse para lograr la resolución de todos los genotipos (Lewis *et al.*, 2009). La técnica PCR-RFLP ha sido utilizada por algunos investigadores para tipificar los distintos genotipos de *T. cruzi* (Westenberger *et al.*, 2005); Rozas

*et al.*, 2007) obteniendo resultados satisfactorios.

En el presente trabajo se realizó, inicialmente, una PCR-RFLP del gen GPI a las 6 cepas de referencia, para así establecer diferencias entre los perfiles de bandas de cada una. Tal como se observa en la Figura 1, se pueden identificar los pares de genotipos I/III, II/IV y V/VI, originando para cada par, perfiles idénticos entre sí. Estos

resultados muestran una gran similitud a los reportados en otro estudio (Lewis *et al.*, 2009). Se observa que los aislados de genotipo TcI y TcIII presentan como producto digerido un par de fragmentos de  $\approx 780$  y  $460$ pb, a diferencia de los genotipos TcII y TcIV que generaron un duplete de bandas de  $\approx 560$ pb y  $460$ pb. Mientras que los productos de digestión de los genotipos TcV y TcVI muestran 4 fragmentos de  $\approx 780$ ,  $560$ ,  $460$  y  $220$ pb.

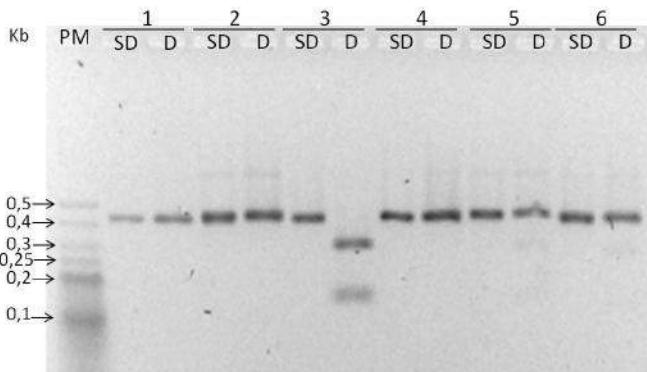


**Figura 1. Productos de digestión del gen GPI obtenidos con la enzima HhaI. PM: Hyperladder I; Cepas de referencia: 1: TcI; 2: TcII; 3: TcIII; 4: TcIV; 5: TcV; 6: TcVI. SD: Producto sin digerir; D: Producto digerido. Agarosa 3%, 80V.**

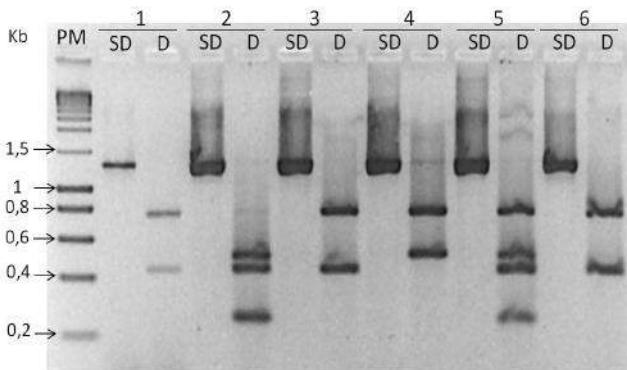
Si bien *T. cruzi* presenta una forma de replicación clonal, con este resultado también podemos evidenciar que los genotipos TcIII y TcIV son, posiblemente, productos de la recombinación ancestral de los DTUs I y II, mostrando los alelos de cada parental, lo que quiere decir que TcIII hereda los dos alelos del genotipo TcI, mientras que el genotipo TcIV hereda los dos alelos de TcII, representando así, el primer evento de hibridación dando lugar a dos genotipos homocigotos. Por otro lado, los genotipos TcV y TcVI son heterocigotos y son producto de la recombinación de los genotipos TcII y

TcIII, evidenciando el segundo evento de hibridación (Brisse *et al.*, 2003), Westenberger *et al.*, 2005).

Posteriormente, para la diferenciación entre los pares obtenidos, se utilizaron otros genes y enzimas de restricción. En las Figuras 2 y 3, se presentan los patrones de bandas obtenidos de los productos digeridos de la región intergénica HSP60 con la enzima de restricción EcoRV y el gen gp72 con la enzima TaqI, respectivamente.



**Figura 2.** Productos de digestión de la región intergénica HSP60 obtenidos con la enzima EcoRV. PM: Hyperladder V; Cepas de referencia: 1: TcI; 2: TcII; 3: TcIII; 4: TcIV; 5: TcV; 6: TcVI. SD: Producto sin digerir; D: Producto digerido. Agarosa 2,5%, 80V.



**Figura 3.** Productos de digestión del gen gp72 obtenidos con la enzima TaqI. PM: Hyperladder I; Cepas de referencia: (1: TcI; 2: TcII; 3: TcIII; 4: TcIV; 5: TcV; 6: TcVI. SD: Producto sin digerir; D: Producto digerido. Agarosa 2,5%, 80V.

En la Figura 2, se logró discriminar a TcIII del resto de los DTUs, ya que este genotipo generó un par de fragmentos de  $\approx$  300 y 150 pb como productos de digestión, mientras que el genotipo TcI no presenta el sitio de restricción para la enzima EcoRV. Por otro lado, con la digestión del gen gp72 (Figura 3) se

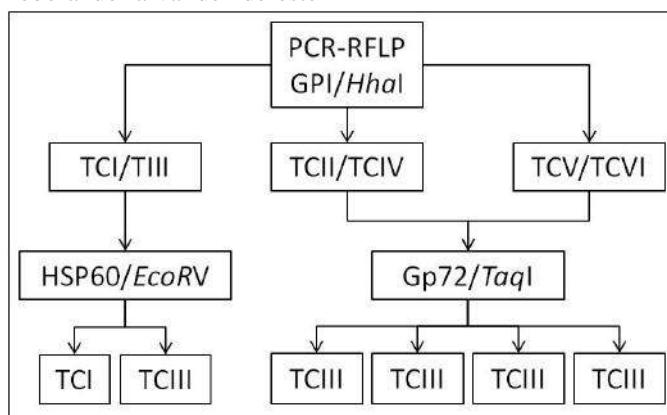
obtuvo que, a excepción de las cepas TcI y TcIII, los otros genotipos presentan perfiles distintos, permitiendo entonces la identificación de cuatro de los seis DTUs de *T. cruzi*.

Para TcII se obtuvieron 3 bandas de  $\approx$  500, 420 y 260 pb, a diferencia del TcIV que sólo generó dos fragmentos de  $\approx$  720

y 500 pb. El genotipo TcV, por su parte, mostró 4 fragmentos de ≈ 720, 500, 420 y 260 pb, a diferencia del genotipo TcVI a partir del cual sólo se generó un par de bandas de ≈ 720 y 420pb. Los fragmentos generados en este estudio se corresponden con los obtenidos por Rozas *et al.*, (2007), y así mismo muestran concordancia con la clasificación de *T. cruzi* en 6 DTUs obtenida por RAPD y MLEE, corroborando la validez de este

procedimiento para la identificación genotípica de este parásito.

En base a estos resultados, se elaboró un flujoGRAMA o algoritmo que sirve para la genotipificación de cualquier aislado de *T. cruzi* (Figura 4), independientemente de su procedencia, dentro de uno de los 6 genotipos principales propuestos por el comité de expertos internacionales (Zingales *et al.*, 2009).



**Figura 4. Algoritmo para la genotipificación de aislados de *T.cruzi*.**

La identificación de los diferentes DTUs es de gran importancia para los estudios clínicos y epidemiológicos de la enfermedad. Por otro lado, permite la exploración de la posible relación entre la diversidad genética de *T.cruzi* y el pleomorfismo en la severidad y síntomas de la enfermedad que se observa en diferentes regiones del continente (Rozas *et al.*, 2007). Actualmente, es de gran importancia evaluar la distribución de los genotipos de *T.cruzi*, ya que de esta forma se podría evidenciar la dinámica de desplazamiento de los mismos en Latinoamérica, existiendo la posibilidad de que puedan movilizarse de una

zona geográfica a otra, y dando pie a la dispersión de los genotipos relacionados con las formas clínicas más severas de la enfermedad. Por ejemplo, en los países ubicados hacia el Sur de Latinoamérica es posible encontrar megasíndromes chagásicos (Miles, 1981), los cuáles se encuentran ausentes hacia el norte de América del Sur (Di Noia *et al.*, 2002).

## Conclusiones

Se estandarizó un método basado en la técnica PCR-RFLP que permite la genotipificación de aislados de *T. cruzi* provenientes de cualquier localidad, ubicándolos dentro de uno de los 6

genotipos actualmente reconocidos para el parásito.

La técnica PCR-RFLP permitió la obtención de perfiles de restricción diferentes, los cuales evidenciaron los eventos de hibridación ocurridos entre los genotipos TcI y TcII y entre TcII y TcIII.

Los tres ensayos de esta técnica utilizados en este trabajo, mostraron un elevado potencial para la resolución de los 6 DTUs de *T. cruzi*, incluso sobre los DTUs V y VI, que anteriormente la mayoría de los estudios realizados basados en PCR-RFLP no lograban diferenciar (Lewis *et al.*, 2009).

El algoritmo de tipificación demostró ser rápido, fácil de aplicar, reproducible y económico, en comparación con otros métodos más laboriosos y complicados.

### Agradecimiento

Este estudio fue realizado con apoyo financiero a través del proyecto de Grupo FONACIT G-2005000827.

### Referencias Bibliográficas

- Brisse, S.; Henriksson, J.; Barnabe, C.; Douzery, E.; Berkvens, D.; Serrano, M. (2003). Evidence for genetic exchange and hybridization in *Trypanosoma cruzi* based on nucleotide sequences and molecular karyotype. *Infect. Genet. Evol.* 2: 173-183.
- Di Noia, J.; Buscaglia, C.; De Marchi, C.; Almeida, I.; Frasch, A. (2002). A *Trypanosoma cruzi* small surface molecule provides the first immunological evidence that Chagas disease is due to a single parasite lineages. *J. Exp. Med.* 195: 401-413.
- Higo, H.; Miura, S.; Horio, M.; Mimori, T. (2004). Genotypic variation among lineages of *Trypanosoma cruzi* and its geographic aspects. *Parasitol. Int.* 53: 337-344.
- Lammel, E.; Muller, L.; Isola, L.; González, S. (1985). Effect of vector on infectivity of *T. cruzi*. *Acta Trópica.* 42: 149-55.
- Lewis, M.; Matthew, J.; Carrasco, H.; Llewellyn, M.; Miles, M. (2009). Genotyping of *Trypanosoma cruzi*: Systematic selection of assays allowing rapid and accurate discrimination of all known lineages. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 81: 1041-1049.
- Magalhaes, J.; Andrade, S.; Sherlock, Y. (1996). *Trypanosoma cruzi* strains: behavior after passage into autochthonous or foreign species of triatomine (biological and biochemical patterns). *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paul.* 38: 23-28.
- Miles, M. (1981). Do radically dissimilar *Trypanosoma cruzi* strain (Zymodemes) cause Venezuelan and Brazilian forms of Chagas disease. *Lancet.* 1:1338-1340.
- Pena, S.; Machado, C.; Macedo, A. (2009). *Trypanosoma cruzi*: ancestral genomes and population structure. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 104: 108-114.
- Rozas, M.; De Doncker, S.; Adaui, V.; Coronado, X. (2007). Multilocus Polymerase Chair Reaction Restriction Fragment-Length Polymorphism Genotyping of *Trypanosoma cruzi* (Chagas disease): Taxonomic and clinical applications. *JID.* 195: 1-8.
- Westenberger, S.; Bernabé, C.; Campbell, D.; Sturm, N. (2005). Two hybridization events define the population structure of *Trypanosoma cruzi*. *Genetic society of America.*

- America. 171: 527-543.
- World Health Organization. (2002). Chagas Disease. Special program for research and training in Tropical Diseases. Geneva.
- Zingales, B.; Andrade, S.; Briones, M.; Campbell, D.; Chiari, E. (2009). A new consensus for *Trypanosoma cruzi* intraspecific nomenclature: second revision meeting recommends TcI to TcVI. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 104: 1051-1054.

---

# **COMPARACIÓN DE LOS VALORES LIPÍDICOS, DE APO B Y NO-HDL EN SUJETOS CONTROLES Y CON INFARTO AL MIOCARDIO**

Lares M.<sup>1</sup>, Castro J.<sup>1</sup>, Brito S.<sup>1</sup>, Giacopini M.<sup>2</sup>, Herrera J.<sup>3</sup>, Contreras B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas del Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo”

<sup>2</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina UCV

<sup>3</sup>Universidad Simón Bolívar. Departamento de Química

maria.giacopini@ucv.ve

## **Resumen**

Existe una relación positiva entre los niveles plasmáticos elevados de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y bajos de HDL-C y el riesgo de enfermedad coronaria, pero dicho riesgo se asocia más con el número de partículas aterogénicas circulantes que con las fracciones de colesterol medidas. Estudios epidemiológicos han mostrado que apo-B puede ser superior a LDL-C como predictor de riesgo cardiovascular, ya que su determinación provee una medición directa del número de partículas de lipoproteínas aterogénicas circulantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar los marcadores de riesgo cardiovascular apo B y colesterol no HDL en individuos con infarto al miocardio (IM). Para ello, se seleccionaron entre los individuos que acuden a la consulta de Endocrinología del Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo”, 23 sujetos sanos y 29 con IM, entre 27 y 77 años, de ambos sexos. Se determinó el perfil lipídico y apo B-100 por ensayo colorimétrico de Roche Diagnóstico y se calculó no-HDL-C. El grupo control presentó menores concentraciones en todos los parámetros lipídicos evaluados, con respecto a los pacientes con infarto al miocardio y mayor concentración de colesterol HDL. Se compararon los marcadores apo B y no HDL-C entre los grupos, encontrándose diferencia significativa solo entre las concentraciones de apo B. Este resultado sugiere que el valor de la concentración de apo B es posiblemente mejor predictor de riesgo cardiovascular que la de colesterol no HDL.

**Palabras clave:** enfermedades cardiovasculares, infarto, miocardio, hipercolesterolemia, lipoproteína

## Introducción

En Venezuela la enfermedad cardiovascular (ECV), se destaca como una de las principales causas de mortalidad de la población adulta. Por lo tanto, la estimación del riesgo se ha convertido en la piedra angular de las guías clínicas de prevención cardiovascular. Si bien la aterosclerosis es multifactorial en su origen, las alteraciones del metabolismo lipoproteico son el principal factor y representan alrededor del 50% del riesgo atribuible poblacional para el desarrollo de la enfermedad cardiovascular.

Existen evidencias de que existe una correlación entre el perfil de lípidos: triglicéridos (TG), Colesterol total (CT) y en las fracciones de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-C), baja densidad (LDL-C), y alta densidad (HDL-C) y la aterosclerosis. A pesar de que la LDL es ampliamente reconocida como la principal lipoproteína aterogénica y el objetivo principal de la terapia hipolipemiante, otras especies de lipoproteínas como las VLDL, lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) y HDL, parecen estar implicados en la aterogénesis.

Los factores de riesgo cardiovascular clásicos, como edad, sexo, tabaco, diabetes mellitus, hipertensión arterial, aumento de colesterol LDL y descenso de colesterol HDL, han sido ampliamente estudiados y establecidos como factores independientes de riesgos. Se han estudiado muchas otras variables predictoras, como la concentración plasmática de triglicéridos, apo B, lipoproteína (a) Lpa, homocisteína, PCR y otras. Independientemente,

los cocientes lipoproteicos CT/cHDL y cLDL/cHDL tienen un gran interés como importantes predictores de enfermedad cardiovascular.

Las guías de recomendaciones en dislipemias se basan en los valores de cLDL; sin embargo, otros parámetros, como colesterol no-HDL, apo B y el índice CT/cHDL, son mejores predictores de riesgo cardiovascular, el colesterol LDL, no fue incluido.

Sin embargo, es indudable que otros factores de riesgo contribuyen al desarrollo de la enfermedad cardiovascular ya que individuos con el mismo grado de hipercolesterolemia presentan diferente susceptibilidad para desarrollar la ECV.

Estudios recientes realizados sobre los factores de riesgo de ECV, han sugerido que las mediciones de las apolipoproteínas constituyentes de las lipoproteínas aterogénicas, pueden ofrecer metodológica y clínicamente ventajas sobre mediciones convencionales del perfil lipídico. Apo B es la proteína estructural de las lipoproteínas VLDL, IDL y LDL, las cuales transportan colesterol hacia los tejidos periféricos. Debido a que todas estas partículas contienen una molécula de apo B, la concentración plasmática total de apo B, refleja la concentración total de partículas aterogénicas presentes en la sangre.

Apo B es la proteína más abundante en las LDL. En condiciones asociadas con elevados niveles de LDL-C, el nivel de apo B también es elevado, aun en el caso cuando niveles altos de la concentración LDL-C no están acompañados de hipercolesterolemia

(hiperapobetalipoproteinemia). Se conoce hace tiempo que muchas de las hiperapobetalipoproteinemia que producen aterosclerosis prematura son aquellas en las cuales las concentraciones en el suero de apo B son altas. Se han acumulado progresivamente evidencias de la asociación alta entre apo B en el suero y el ateroma coronario prematuro. Una data experimental extensa evidencia la implicación de las lipoproteínas que contienen apo B en la formación de la placa ateromatosa. En contraste, data epidemiológica que relacione la concentración plasmática de apo B con el riesgo coronario no son numerosos. Esta discrepancia surge en parte por la falta de estandarización del ensayo de determinación plasmática de apo B. Otra razón podría ser por la limitante del ensayo en relación al reconocimiento de la heterogeneidad de apo B que está presente en las IDL y LDL.

También se ha sugerido el uso del colesterol no asociado a las lipoproteínas de alta densidad (no-HDL-C) como mejor predictor del riesgo de ECV que el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C). El colesterol no-HDL, es decir el colesterol total menos el HDL, es una medida del colesterol de las LDL, de las VLDL y de las partículas remanentes de las lipoproteínas ricas en triglicéridos. Por este motivo, se ha recomendado el colesterol no-HDL como objetivo terapéutico secundario en los individuos con triglicéridos elevados, y se ha indicado que podría ser un marcador sustituto en la práctica clínica de la concentración sérica de Apo B. Sin embargo, hay que señalar que el colesterol no-HDL no siempre muestra

una potente asociación con la Apo B, y de forma particular en presencia de hipertrigliceridemia.

Las guías de recomendaciones en dislipemias se basan en los valores de cLDL; sin embargo, otros parámetros, como colesterol no-HDL, apo B y el índice CT/cHDL, son mejores predictores de riesgo cardiovascular que el colesterol LDL y no se han incluido. El objetivo del presente trabajo fue comparar la eficiencia de los marcadores de riesgo no-HDL-C y apo B en pacientes con Infarto al miocardio (IM).

## Materiales y Métodos

### Muestra

Los voluntarios fueron seleccionados en la consulta de Endocrinología del Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo” (HMCA), previa firma del Consentimiento Informado aprobado por el Comité de Ética del HMCA. El método de selección de los participantes fue a través de la aplicación de una encuesta sobre factores de riesgo cardiovascular. La muestra ( $n= 52$ ), incluyó 23 controles sanos (CS) y 29 sujetos con Infarto al Miocardio (IM), con edades comprendidas entre 27 y 77 años tanto del sexo masculino como femenino.

### Variables Bioquímicas

Se tomaron muestras de sangre, en ayuno de 14 horas para la obtención del plasma por centrifugación a 1000g por 20 min. Al plasma obtenido se le determinaron los siguientes parámetros: triglicéridos (TG), colesterol total (CT) en plasma y en las lipoproteínas, LDL y

HDL por ensayo colorimétrico de Roche Diagnóstico y apo B-100 por Roche Diagnóstico.

### Análisis Estadístico

Los resultados son presentados como promedio  $\pm$  desviación estándar. La prueba “t” de Student se utilizó para realizar las comparaciones estadísticas entre los valores de CT y TG, en el plasma y en las fracciones HDL, LDL, Apo B y colesterol no-HDL.

### Resultados y Discusión

El grupo de individuos con IM, presentó valores mayores en todos los parámetros lipídicos evaluados, excepto en la concentración de HDL-C, como se aprecia en la Tabla 1, estos resultados están de acuerdo con trabajos anteriores que señalan que valores bajos de HDL-C y TG altos, se asocia con mayor incidencia de IM. El grupo con IM no presentó diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de CT y LDL-C respecto al grupo control. Aunque la atención se ha centrado principalmente en las asociaciones entre EAC y las concentraciones de colesterol en las principales clases de lipoproteínas, es bien conocido que cada clase comprende una población heterogénea de subclases de lipoproteína que difieren en tamaño de partícula, densidad, y composición.

Las subclases pueden diferir significativamente en su asociación con el riesgo de cardiopatía coronaria. Individuos con una preponderancia de partículas de LDL pequeñas y densas con menor concentración de colesterol están en mayor riesgo de infarto de miocardio (Tabla 2), el grupo con IM presenta una

mayor concentración de apo B, es decir de partículas aterogénicas (VLDL-LDL) en circulación respecto el grupo control ( $p<0.05$ ), sin presentar diferencia en el no-HDL-C ( $p>0.05$ ). Esta discordancia entre las concentraciones de apo B y no-HDL-C entre los grupos, se debe a que hay una molécula de apoB por cada partícula de lipoproteína aterogénica, mientras la concentración de no-HDL-C es una medida del colesterol en las lipoproteínas VLDL-LDL, el cual, es variable entre ellas por su heterogeneidad.

Los resultados indican claramente que el riesgo en individuos con IM es mejor reflejado por el número de partículas de lipoproteínas VLDL +LDL, que por la concentración de colesterol que contienen estas partículas. Estos resultados coinciden con estudios prospectivos que señalan que el número de partículas aterogénicas, determinado por resonancia magnética nuclear (RMN) o por concentración de apo B es mejor predictor del riesgo de enfermedad arteria coronaria que la concentración de LDL-C, y no HDL-C.

Por consiguiente la determinación de la concentración de Apo B es mejor predictor de riesgo de eventos de IM que la relación no-HDL-C.

**Tabla 1. Caracterización de los grupos estudiados de acuerdo a la edad, y los parámetros bioquímicos**

| Grupo   | Edad<br>(Años) | CT<br>(mg/dL) | TG<br>(mg/dL) | HDL-C<br>(mg/dL) | LDLc<br>(mg/dL) |
|---------|----------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|
| Control | 50 ± 13*       | 163 ± 29      | 116 ± 37*     | 49 ± 16*         | 90 ± 22         |
| IM      | 59 ± 10*       | 166 ± 41      | 159 ± 79*     | 39 ± 12*         | 96 ± 32         |

IM = Infarto al Miocardio, CT = colesterol total, TG = triglicéridos.

Los resultados son expresados como la media ± desviación estándar. \*diferencia estadísticamente significativa P &lt; 0, 05

**Tabla 2. Las concentraciones de apo B y no-HDL-C de los grupos estudiados**

| Grupo   | apoB (mg/dl) | No-HDL-C (mg/dL) |
|---------|--------------|------------------|
| Control | 77 ± 40*     | 114 ± 25         |
| IM      | 100 ± 26*    | 127 ± 37         |

IM = Infarto al Miocardio, no-HDL-C = CT- HDL-C

Los resultados son expresados como la media ± desviación estándar. \*diferencia estadísticamente significativa P &lt; 0,05

## Conclusiones

La población de estudio con IM, donde los individuos presentan concentraciones límitrofes de los parámetros de perfil lipídicos, la determinación de Apo B, resultó ser un indicador más fiable de enfermedad cardiovascular.

## Agradecimiento

Al Proyecto de Misión Ciencia., titulado “Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para el diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades cardio-cerebro-vascular (ECCV) en la población venezolana”, que a la vez está dentro del subproyecto N°2 titulado “Desarrollo de una metodología rápida por RMN para determinar factores bioquímicos de riesgo cardiovascular”.

## Referencias Bibliográficas

- Austin, M.; Breslow, J.; Hennekens, C.; Buring, J.; Willett, W.; Krause, E. (1988). Low-density lipoprotein subclass patterns and risk of myocardial infarction. *JAMA* 260:1917-1921.
- Boissonnet, C.; Fusell, J.; Guetta, J.; Godia, J.; Tettamanzi, A.; Quiroga, S.; Torres, V. (2002). Niveles bajos de colesterol HDL como marcador independiente de riesgo alejado en síndrome coronarios agudos sin elevación del segmento ST. *Revista Argentina Cardiología*. 70: 6-17.
- Castelli, W.; Garrison, R.; Wilson, P. (1986). Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. The Framingham Study. *J. Am. Med. Assoc* 256: 2835-2838.
- Chan, D.; Watts, G. (2006). Apolipoproteins as markers and managers of coronary risk. *Q. J. Med.*

- 99:277–287.
- Durrington, P.; Hunt, L.; Ishola, M.; Kane, J.; Stephens, W. (1986). Serum previous myocardial infarction. *Br Heart J.* 56 (3):206-12.
- Genest, J.; Frohlich, J.; Fodor, G.; McPherson R. (2003). The Working Group on Hypercholesterolemia and Other Dyslipidemias, Recommendations for the management of dyslipidemia and the prevention of cardiovascular disease. Update. *CMAJ.* 169:921-924.
- Grundy, SM. (2002). Low-Density Lipoprotein, Non-High-Density Lipoprotein, and Apolipoprotein B as Targets of Lipid- Lowering Therapy. *Circulation.* 106:2526–2529.
- Kim, B.; Kwang, S.; Sung, K. (2005). Comparison of the relationships between serum apolipoprotein B and serum lipid distributions. *Clin. Chem.* 51:2257–2263.
- Ministerio del Poder Popular para la Salud de la República Bolivariana de Venezuela (2009). Anuario de Mortalidad 2007. Caracas, Venezuela.
- Otvos, J.; Mora, S.; Shalaurova, I.; Greenland, P.; Mackey, R.; Goff, D. (2011). Clinical implications of discordance between low-density lipoprotein cholesterol and particle number. *J. Clinical Lipidology.* 5:105–113.
- Pintó, X.; Ros, E. (2000). Lípidos séricos y predicción del riesgo cardiovascular: importancia de los cocientes colesterol total/colesterol HDL y colesterol LDL/colesterol HDL. *Clin. Invest. Arterioscl.* 12:267-284.
- Sniderman, AD. (2002). How, when, and why to use apolipoprotein B in clinical practice. *Am. J. Cardiology.* 90 (S):48i–54i.
- Sniderman, AD.; Junger, I.; Holme, I.; Aastveit, A.; Walldius, G. (2006). Errors that result from using the apoB/apoA-I ratio to identify the lipoprotein-related risk of vascular disease. *J. Intern. Med.* 259:455-461.
- Steinberg, D.; Witztum, JL. (1990). Lipoprotein and atherogenesis: current concepts. *J. Am. Med. Assoc.* 246: 3047-3052.
- Walldius. G.; Jungner, I.; Aastveit, A.; Holme, I.; Furberg, C.; Sniderman, A. (2004). The apoB/apoA-I ratio is better than the cholesterol ratios to estimate the balance between plasma proatherogenic and antiatherogenic lipoproteins and to predict coronary risk. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine.* 42:1355–1363.

---

# **DETERMINACIÓN DE HELICOBACTER ESTOMACALES NO-H. PYLORI EN UNA POBLACIÓN CANINA DE VENEZUELA**

Polanco Rito<sup>1</sup>, Contreras Mónica<sup>2</sup>, Salazar Victor<sup>2</sup>, Chávez Victor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Investigación Quirúrgica Veterinaria, UNEFM

<sup>2</sup> Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

rirapoz@hotmail.com

## **Resumen**

La virulencia y patogenicidad del *Helicobacter* causan daños que van desde gastritis hasta carcinoma gástrico en el hombre (*H. pylori*) y en los animales (*Helicobacter* spp.). Además de *H. felis* en perros y gatos, también se ha reportado *H. pylori*, *H. helmannii* y *H. Bizzozeronii*, sugiriendo probabilidades de zoonóticas. Existe alta prevalencia de *helicobacter* no-*H. pylori* (HNHP) en perros y gatos y en Venezuela, oficialmente muy pocos estudios describen la presencia de *Helicobacter* spp., siendo el objetivo de este trabajo determinar las especies de *Helicobacter* que afectan a los caninos domésticos en el país a través de la identificación por estudio molecular de HNHP presentes en la mucosa gástrica de perros.

Esta investigación de tipo descriptiva bajo un diseño de campo, fue aplicada en 20 perros escogidos al azar de una población de 55 pacientes del Hospital Veterinario Universitario UNEFM con y sin historia clínica de afección gastrointestinal. Cada perro fue endoscopiado y se tomó muestras de *fundus* gástrico que fueron sometidas a detección de ADN de HNHP y secuenciación del gen 16S ARNr. Se detectó ADN de HNHP en 19 perros y las secuencias del gen 16S ARNr compartieron el 99-100% de identidad con los genes 16S ARNr de *H. felis* en 15 perros, *H. salomonis* en 2 y *Helicobacter* spp. en 2 perros. En Venezuela, existe alta prevalencia de HNHP en perros, y no necesariamente provocan lesiones en la mucosa gástrica y estadísticamente no hay significancia con las lesiones.

**Palabras clave:** perros, *Helicobacter* spp., gastritis, HNHP, *H. felis*, prevalencia

## Introducción

La familia Helicobacteraceae pertenece a la subdivisión épsilon de las proteobacterias, compuesta por los géneros *Helicobacter* y *Wolinella*. Estas bacterias se encuentran ampliamente distribuidas en el tracto digestivo de animales y humanos [Bohr *et al.*, (2002)]. Actualmente, *Helicobacter spp.* se encuentran divididos en un grupo gástrico, que produce una potente ureasa intracelular y un grupo entérico, que comprende especies intestinales, hepáticas, biliares y gastrointestinales, que pueden ser ureasa positiva o negativa [Gueneau y Loiseaux-De Goér, (2002); Pot *et al.*, (2007)]. Además de *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), también se ha aislado en humanos *H. bizzozeronii*, *H. heilmanni*, *H. pullorum*, *H. felis*, *H. canadensis*, *H. canis*, *H. sp flexispira* [García-Campo *et al.*, (2003)]. Recientemente ha sido reportado *H. ceturum* y una especie del género *Wolinella*, denominada *Wolinella africanus* [García-Amado *et al.*, (2007)]. Se han descrito hasta ahora al menos 38 especies diferentes entre muchos más que aguardan ser clasificados [Harbour y Sutton, (2008); Haesebrouck *et al.*, (2009)]. La infección ha sido reportada en animales domésticos, caninos y felinos salvajes [Kinsel *et al.*, (1998a); Kinsel *et al.*, (1998b); Erginsoy *et al.*, (2004)]. De esta variedad, hasta ahora, *H. felis*, *H. bizzozeronii*, *H. salomonis*, *H. cynogastricus*, *H. baculiformis* y *H. suis*, se encuentran comúnmente en perros, gatos y cerdos [Baele *et al.*, 108

(2004); Baele *et al.*, (2009); Smet *et al.*, (2011)]. *H. heilmanni* y *H. felis* se han asociado con gastritis en animales, y principalmente en la mucosa antral de humanos (Fox, 2002). *Helicobacter felis* fue aislada por primera vez en estomago de gatos y posteriormente de perros [De Groote *et al.*, (2001)]. Morfológicamente difiere del resto de las especies por ser más espiralado y como característica morfológica ultraestructural presenta fibras periplásicas y entre 10 y 17 flagelos envainados, monopolares ligeramente excéntricos. Su taxonomía y filogenia ha demostrado que ser una especie muy próxima a *H. pylori*, cuya seroconversión es de respuesta inmunológica más energética que para *H. pylori* [Pastar *et al.*, (1991)]. El aislamiento de *H. pylori* en un grupo de gatos de laboratorio, planteó la posibilidad de transmisión a humanos [Simpson y Burrows, (1999)], razón por lo que los estudios moleculares, comienzan a dilucidar las posibilidades de transmisión de esta bacteria [Debongnie *et al.*, (2005); Gómez *et al.*, (2006)]. Según Harbour y Sutton (2008), el contagio en humanos sucede al menos por 11 diferentes especies y el riesgo está dirigido a veterinarios, agricultores y propietarios de mascotas. El método diagnóstico para *Helicobacter spp* deberá ser capaz de indicar la presencia o ausencia de la bacteria [Harris *et al.*, (2005)]. Estos métodos han sido utilizados en todas las especies de este género (Dewhirst *et al.*, (2005); Jergens *et al.*, (2009); Harbour y

Sutton, (2008)] y pueden ser invasivos y no invasivos [Happonen *et al.*, (1998); Strauss-Ayali *et al.*, (1999); Bravo *et al.*, (2000); Esteves *et al.*, (2000); Firman, (2000); Zerpa, (2003)]. Últimamente se han incluido dos métodos: uno, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para demostrar la presencia del ADN del *Helicobacter* spp en biopsias gástricas, aun cuando el número es bajo para ser detectado por otros métodos [Gómez *et al.*, (2006)]; secuenciación del RNA ribosomal para codificar los genes 16S y 23S permitiendo la diferenciación de *H. suis* gástrico de los demás especies *Helicobacter* no *H. pylori*, pero no puede distinguir entre *H. felis*, *H. bizzozeronii*, *H. salomonis*, *H. heilmannii*, *H. cynogastricus* y *H. baculiformis* [Haesebrouck *et al.*, (2009); Haesebrouck *et al.*, (2011)] y el otro método, hibridación fluorescente *in situ* (FISH) que es una técnica utilizada para la detección de bacterias en su hábitat natural a través del empleo de la microscopía de fluorescencia en muestra preparadas y en este caso, de la mucosa gástrica de seres humanos o animales infectados [De Reuse *et al.*, (1997); Hwang *et al.*, (2002); Harbour y Sutton (2008); Jergens *et al.*, (2009)]. En animales, aunque la infección por *H. felis* es suficiente para iniciar la inflamación gástrica y atrofia, la erradicación bacteriana y la respuesta inmune sistémica a la infección están significativamente influenciadas por la microbiota gástrica preexistente y adquirida [Schmitz *et al.*, (2011)], la cual

puede ser confirmada por microscopía electrónica de transmisión [Simpson y Burrow, (1999); Lanzoni *et al.*, (2011)]. A nivel internacional es reportada alta prevalencia de NHPH gástrica en perros y gatos ( $> 70\%$ ) y no se correlacionan con los signos clínicos y la gravedad de gastritis [Happonen *et al.*, (1998)]. Las primeras investigaciones sobre género *Helicobacter* y su relación con mascotas domésticas en Venezuela, se iniciaron en el estado Lara con el estudio serológico de 22 perros de los cuales, el 77,28% (17 perros) resultó con anticuerpos contra *H. pylori* [Orellana, (1997)]. En una muestra de 43 perros sin distinción de raza, sexo ni edad perteneciente a una población canina del estado Aragua, Polanco *et al.*, (2006) reportan 100 % de positividad a la prueba de ureasa, 4.7% de perros con anticuerpos contra *H. pylori* y la presencia de bacterias espiraladas en mucosa gástrica por histoquímica. Un estudio en 30 perros pacientes del Hospital Veterinario “Dr. Guillermo Carrillo”, la Unidad de Investigación Quirúrgica Veterinaria UNEFM, inició una investigación en afecciones gastrointestinales, revelando 6.67% de pacientes positivos a la prueba rápida de determinación de anticuerpos contra *H. pylori* Jaimes, (2007) y 19 pacientes (63.33%) positivos a la prueba de ureasa Lora, (2007). La microscópica óptica constató que el 60% (18 perros), registrarón lesiones histopatológicas y en algunos casos, acompañados de bacterias espiraladas Muñoz y Varela, (2007), revelando por microscopía

electrónica la presencia de bacterias gástricas semejantes a especies del género *Helicobacter* en el 80% de las muestras analizadas (Oviol, 2007). Estos resultados no indicaron relación entre la presencia de bacterias y los daños registrados, ya que estas también fueron encontradas en pacientes con mucosa gástrica normal Polanco, (2008). En consecuencia, este trabajo tuvo como objetivo determinar las especies de *Helicobacter* que afectan a los caninos domésticos en el país a través de la identificación por estudio molecular de HNHP presentes en la mucosa gástrica de perros.

## Materiales y Métodos

Esta investigación fue de tipo descriptiva bajo un diseño de campo aplicada los municipios Miranda y Colina del estado Falcón, Venezuela y desarrollada en el Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo J. Carrillo H.” de la Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, estado Falcón. Involucró a 30 pacientes caninos entre 0, 8-9 años de edad, con signos clínicos de enfermedad del tracto digestivo superior, durante marzo y junio de 2009. En el 2010, fueron reclutados 20 de estos perros con el objetivo de realizar estudios de diagnóstico por biología molecular planteado en esta investigación.

## Procedimiento

Se realizaron técnicas diagnósticas por biología molecular para confirmar los registros obtenidos anteriores. Se tomaron 2 muestras de fundus gástrico

de cada perro con un endoscopio de fibra óptica estándar de 0,8 mm. Olympus, GFX II (Japón) siguiendo el protocolo de anestesia y de rutina endoscópica aprobado por el Comité de Ética UNEFM. Ambas muestras se utilizaron para extracción de ADN y la reacción en cadena de polimerasa (PCR) y fueron procesadas en Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Para los ensayos de PCR se extrajo el ADN de las biopsias de fundus por medio de la QIAamp DNA Mini Kit de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Qiagen Inc, Valencia, CA). El ADN de Helicobacteraceae y de *Helicobacter* se detectaron con ensayos de PCR específicos para la familia y el género dirigidas a 764 pb y 399 pb de los fragmentos del gen 16S ARNr [Germani *et al.*, (1997) y Bohr *et al.*, (2002)]. La presencia de ADN del *H. pylori* se descartó mediante ensayos específicos para un fragmento 294 pb del gen glmM y un fragmento de 128 pb del gen cagA [Kansau *et al.*, (1996), Rugge *et al.*, (1999)]. Las PCR se realizaron con el kit Ready to-Go PCR (Amersham Biosciences Corp., Piscataway, NJ) en un modelo termociclador GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, Hayward, C.A). Los amplificados se visualizaron mediante la ejecución de la mezcla de reacción en un gel de agarosa TBE (2,0%), tinción con bromuro de etidio, y la observación con un transiluminador UV. Para la secuenciación del gen 16S ARNr y análisis de la secuencia, los fragmentos específicos Helicobacteraceae del gen 16S ARNr (764 pb) amplificados fueron

procesados como lo describe [Bohr *et al.* (2002)]. Las diecinueve ampliaciones de ambas hebras purificados y secuenciados en las instalaciones de CeSAAN (IVIC, Altos de Pipe, Venezuela) con un secuenciador ABI PRISM™ 3130xl (Applied Biosystems, Foster, C.A). Las secuencias se compararon por el buscador BLAST con la compilación de secuencias de genes 16S ARNr disponibles en la biblioteca de búsqueda de nucleótidos GenBank y sus resultados fueron depositados bajo los números de acceso GQ181184-GQ181202. El análisis filogenético fue realizado, alineado y verificado en el sitio web greengenes (<http://greengenes.lbl.gov>) según lo indicado por [DeSantis *et al.*, (2006a), DeSantis *et al.*, (2006b)] El árbol filogenético fue construido siguiendo lo citado por Takemura *et al.*, (2007).

Los análisis estadísticos: la detección de ADN por PCR, las secuencias de genes 16S ARNr de los HNHP, se evaluó mediante estadística descriptiva.

## Resultados y Discusión

En este estudio, la infección HNHP fue determinada por PCR. Los HNHP se identificaron en el 95% de los perros, coincidiendo con lo descrito por Haesebrouck *et al.*, (2009), que indican que en perros la prevalencia va desde 67 hasta 86% en sujetos sanos, y 61 a 100% en perros con vómitos. Fue detectado ADN HNHP por PCR para la familia Helicobacteraceae y *Helicobacter* específico del género en 18 perros con gastritis y en uno con mucosa gástrica normal, mientras que uno de los perros que presentó gastritis no se detectó HNHP (Tabla 1). *H. felis* fue la

especie mayormente encontrada en la base de secuencias de genes 16S ARNr, coincidiendo esto con los estudios de Eaton *et al.*, (1996), quienes sugieren que *H. felis* es un microorganismo común en perros. La prevalencia de 75% para *H. felis*, no concuerdan con lo citado en investigaciones realizadas con perros de diferentes países (Bélgica, Dinamarca y Finlandia) reportados por [Hwang *et al.*, (2002); Van den Bulck *et al.*, (2005); Wiinberg *et al.*, (2005)], en donde refieren que la prevalencia *H. felis* oscilan entre 3.6 a 22.2%; por otro lado, sostienen también que *H. bizzozeronii* es el organismo con prevalencia que va desde 55.6 hasta 70.0%, sin embargo, esta especie no fue identificado en las muestras caninas de nuestro estudio. Los PCR utilizados en este estudio contenían 600 a 711 pb de amplicones que compartían 99-100% de identidad de secuencia con los genes 16S ARNr de *H. felis*, *H. salomonis* y *Helicobacter spp.*, coincidiendo este hallazgo con lo citado por [Haesebrouck *et al.*, (2011); Smet *et al.*, (2011)]. Estas especies están muy relacionadas fenotípica y filogenéticamente tal como lo describen [Beale (2004) Takemura *et al.*, (2009)], teniéndose en cuenta además que algunos animales puede ser a menudo infectados por múltiples especies HNHP gástrica tal como lo describen [Takemura *et al.*, (2009); Van den Bulck *et al.*, (2005)]. Las secuencias fueron 99 a 100% idénticas a las secuencias del gen 16S ARNr de *H.*

*felis* en 15 perros (75%), *H. salomonis* en 2 perros (10%), y especies de *Helicobacter*. en 2 perros (10%). La secuenciación del gen 16S ARNr fue específico y sensible para la detección de estos HNHP.

**Tabla 1. Detección de ADN de NHPH en los perros evaluados.**

| <b>Helicobacter no-H. pylori (HNHP)</b> | <b>Número de perros</b> | <b>%</b> |
|---|-------------------------|----------|
| H. felis                                | 15                      | 75       |
| H. salomonis                            | 2                       | 10       |
| Helicobacter spp.                       | 2                       | 10       |
| Negativos                               | 1                       | 5        |

## Conclusiones

Se logró demostrar la presencia de *Helicobacter* no-*H. pylori* (HNHP) en la mucosa gástrica de los perros domésticos al identificar el ADN bacteriano por técnicas moleculares. La mucosa gástrica de los perros domésticos puede ser colonizada por varias especies de HNHP. El *H. felis* es la especie identificada con mayor frecuencia, seguido de *H. salomonis* y *Helicobacter spp.*

## Referencias Bibliográficas

Baele, M.; Pasmans, F.; Flahou, B.; Chiers, K.; Ducatelle, R.; Haesebrouck, F. (2009). Non-*Helicobacter pylori* helicobacters detected in the stomach of humans comprise several naturally occurring *Helicobacter* species in animals. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 55:306-313.

Baele, M.; Van den Bulck, K.; Decostere, A.; Vandamme, P.; Hanninen, M.; Ducatelle, R. (2004). Multiplex PCR assay for differentiation of *Helicobacter felis*, *H. bizzozeronii*, and *H. salomonis*. *J. Clin. Microbiol.* 42:1115-1122.

Bohr, R.; Primus, A.; Zagoura, B.; Glasbrenner, T.; Malfertheiner, P. (2002). A Group-Specific PCR Assay

for the detection of helicobacteraceae in human gut. *Blackwell Science Ltd. Helicobacter.* 7: 378-383.

Bravo, L.; Cortés, A.; Carrascal, E.; Correa, P.; Ordóñez, N. (2000). Seroprevalencia de anticuerpos anti-*Helicobacter pylori* en donantes de sangre de regiones colombianas con diferencias en la mortalidad por cáncer gástrico, [en línea]. Recuperado el 15 de Mayo de 2007, de <http://colombiamedica.univalle.edu.co/VOL31NO3/seroprevalencia.html/>

De Groote, D.; Haesebrouck, F.; van Doorn, L.J.; Vandamme, P.; Ducatelle, R. (2001). Evaluation of a group-specific 16S ribosomal DNA-based PCR for detection of *Helicobacter bizzozeronii*, *Helicobacter felis*, and *Helicobacter salomonis* in fresh and paraffin-embedded gastric biopsy specimens. *J. Clin. Microbiol.* 39(3):1197-1199.

De Reuse, H.; Labigne, A.; Mengin-Lecreux, D. (1997). The *Helicobacter pylori* ureC gene codes for a phosphoglucosamine mutase. *J. Bacteriol.* 179:3488-3493.

Debongnie, J.; Burette, A.; Stolte, M.; Ducatelle, R.; Haesebrouck, F. (2005). Identification of non-*Helicobacter pylori*

- spiral organisms in gastric samples from humans, dogs, and cats. *J. Clin. Microbiol.* 43(5): 2256-2260.
- DeSantis, TZ Jr.; Hugenholtz, P.; Keller, K.; Brodie, EL.; Larsen, N.; Piceno, YM. (2006). NAST: a multiple sequence alignment server for comparative analysis of 16S rRNA genes. *Nucleic Acids Res.* 34: 394-399.
- DeSantis, TZ.; Hugenholtz, P.; Larsen, N.; Rojas, M.; Brodie, EL.; Keller, K. (2006). Greengenes, a chimera checked 16S rRNA gene database and workbench compatible with ARB. *Appl. Environ. Microbiol.* 72:5069-5072.
- Dewhirst, FE.; Shen, Z.; Scimeca, MS.; Stokes, LN.; Boumenna, T. (2005) Discordant 16S and 23S rRNA gene phylogenies for the genus *Helicobacter*: implications for phylogenetic inference and systematics. *J. Bacteriol.* 187: 6106-6118.
- Domínguez-Bello, MG.; Michelangeli, F.; Romero, R.; Beker, B.; Lara, D.; Morera, C. (1997). Modification of Christensen urease test as an inexpensive tool for detection of *Helicobacter pylori*. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 28:149-152.
- Eaton, KA.; Dewhirst, FE.; Paster, BJ.; Tzellas, N.; Coleman, BE.; Paola, J. (1996) Prevalence and varieties of *Helicobacter* species in dogs from random sources and pet dogs: animal and public health implications. *J. Clin. Microbiol.* 34:3165-3170.
- Erginsoy, S.; Sozmen, M.; Ozcan, K.; Tuzcu, M. (2004). Occurrence of *Helicobacter* Infection in the gastric mucosa of free-living red foxes (*Vulpes vulpes*). *J. Wildl Dis.* 40(3): 548-554.
- Esteves, M.; Schrenzel, M.; Marini, R.; Taylor, N.; Xu, S. (2000). *Helicobacter pylori* Gastritis in Cats with Long-Term Natural Infection as a Model of Human Disease. *Am. J. Pathol.* 156:709-720.
- Firman, G. (2002). Pruebas diagnósticas para detección de infección por *Helicobacter pylori*. Avances Médicos, [en línea]. <http://www.intermedicina.com>.
- Fox, JG. (2002). The non-H. pylori helicobacters: their expanding role in gastrointestinal and systemic diseases. *Gut*. 50:273-283.
- García-Amado, A.; Al-Soud, W.; Borges, P.; Contreras, M.; Cedeño, S.; Baéz-Ramirez, E.; Domínguez-Bello, M.; Wadström, T.; Gueneau, P. (2007). Non-pylori Helicobacteraceae in the Upper Digestive Tract of Asymptomatic Venezuelan Subjects: Detection of *Helicobacter cетorum* like and *Candidatus Wolinella africanus* -like DNA. *Helicobacter*. 12: 553-558.
- García-Campos, J.; Alarcón, T.; López-Brea, M. (2003). Infección por *Helicobacter pylori*. Servicio de Microbiología Hospital Universitario de La Princesa, [en línea]. <http://Madrid.Biopress.net>. N. 8.
- Germani, Y.; Dauga C.; Duval P.; Huerre M.; Levy M.; Pialoux G. (1997). Strategy for the detection of *Helicobacter* species by amplification of 16S rRNA genes and identification of *H. felis* in a human gastric biopsy. *Res. Microbiol.* 148:315-326.
- Gómez, G.; Leonardo, F.; Orozco, P.; Salas S.; Sergio, A. (2006). *Helicobacteriosis canina y felina*. Veterinaria México. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 37: 97-116.

- Gueneau, P.; Loiseaux-De Goér, S. (2002). Helicobacter: molecular phylogeny and the origin of gastric colonization in the genus. *Infection, Genetics and Evolution.* 1:215–223.
- Haesebrouck, F.; Pasmans, F.; Flahou, B.; Chiers, K.; Baele, M.; Meyns, T. (2009). Gastric helicobacters in domestic animals and nonhuman primates and their significance for human health. *Clin. Microbiol. Rev.* 22:202-23.
- Happonen, I.; Linden, J.; Saari, S.; Karjalainen, M.; Hanninen, ML.; Jalava, K. (1998). Detection and effects of helicobacters in healthy dogs and dogs with signs of gastritis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 213:1767-1774.
- Harbour, S.; Sutton, P. (2008). Immunogenicity and pathogenicity of *Helicobacter* infections of veterinary animals. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 122:191-203.
- Harris, P.; Serrano, C.; González, C. (2005). Utilidad del diagnóstico serológico de la infección por *Helicobacter pylori* en niños. *Rev. Chil. Pediatr.* 76 (3): 241-251.
- Hwang, C.; Han, H.; Youn, H. (2002). Prevalence and clinical characterization of gastric *Helicobacter* species infection of dogs and cats in Korea. *J. Vet. Sci.* 3:123-133.
- Jaimes, J. (1997). Determinación de anticuerpos contra *Helicobacter pylori* en caninos del Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo Carrillo”. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”. Coro, Falcón. Venezuela. Trabajo Especial de Grado. 52 pp.
- Jergens, AE.; Pressel, M.; Crandell, J.; Morrison, JA.; Sorden, SD.; Haynes, J. (2009). Fluorescence in situ hybridization confirms clearance of visible *Helicobacter* spp. associated with gastritis in dogs and cats. *J. Vet. Intern. Med.* 23:16-23.
- Kansau, I.; Raymond, J.; Bingen, E.; Courcoux, P.; Kalach, N.; Bergeret, M. (1996). Genotyping of *Helicobacter pylori* isolates by sequencing of PCR products and comparison with the RAPD technique. *Res. Microbiol.* 147:661-669.
- Kinsel, M.J.; Briggs, M.B.; Venzke, K.; Forge, O.; Murnane, R.D. (1998a). Gastric spiral bacteria and intramuscular sarcocysts in African lions from Namibia. *J. Wildl. Dis.* 34:317–324.
- Kinsel, M.J.; Kovarik, P.; Murnane, R. D. (1998b). Gastric spiral bacteria in small felids. *J. Zoo Wildl. Med.* 29: 214–220.
- Lanzoni, A.; Faustinelli, I.; Cristofori, P.; Luini, M.; Simpson, K.; Scanziani, E.; Recordati, C. (2011). Localization of *Helicobacter* spp. in the fundic mucosa of laboratory Beagle dogs: an ultrastructural study. *Vet. Res.* 42(1): 42, [en línea]. Recuperado el 2 de Marzo de 2011, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/10.1186/1297-9716-42-42>.
- Lora, M. (2007). Determinación Bioquímica de *Helicobacter* en caninos del Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo Carrillo” Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”. Coro, Falcón. Venezuela. Trabajo Especial de Grado. 46 pp.
- Muñoz, L.; Varela, R. (2007). Evaluación macroscópica y microscópica de lesiones gástricas en caninos del Hospital Veterinario Universitario “Dr. Guillermo Carrillo” Universidad Nacional Experimental “Francisco de

- Miranda". Coro, Falcón. Venezuela. Trabajo Especial de Grado. 65 pp.
- Orellana, N. (1997). Determinación de la respuesta serológica para *Helicobacter pylori* en caninos mediante la técnica Pyloriset Dry. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Ciencias Veterinarias. Barquisimeto, Lara. Venezuela. Trabajo de Ascenso. 65 pp.
- Oviol, A. (2007). Determinación por microscopía electrónica de bacterias gástricas espiraladas en caninos del Hospital Veterinario Universitario "Dr. Guillermo Carrillo" Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda". Coro, Falcón. Venezuela. Trabajo Especial de Grado. 58 pp.
- Pastar, B. J.; Lee, A.; Fox, G.; Dewhirst, F. E.; Tordoff, L. A.; Fraser, G. J.; O'Rourke, J. L. (1991). Phylogeny of *Helicobacter felis* sp. nov., *Helicobacter mustelae*, and related bacteria. Int. J. Syst. Bacteriol. 41: 31-38
- Polanco, R. (2008). Lesiones gástricas y presencia de bacterias espiraladas en mucosa estomacal de pacientes caninos del Hospital Veterinario Universitario "Dr. Guillermo Carrillo". Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda". Coro, Falcón. Venezuela. Trabajo de Ascenso. 68 pp.
- Polanco, R.; Bermúdez, V.; Vivas, I.; Saldivia, C.; Saldivia, V.; Arévalo, L. (2006). Lesiones gástricas asociadas a la presencia de bacterias del género *Helicobacter* en caninos. Revista Científica FCV-LUZ. XVI (6): 585-592.
- Pot, R.; Stoof, J.; Nuijten, P.; Haan, L.; Loeffen, P.; Kuipers, E.; Van Vliee, A.; Kusters, J. (2007). UreA2B2: a second urease system in the gastric pathogen *Helicobacter felis*. J. Immunol. Med. Microbiol. 50: 273-279.
- Schmitz, J.; Durham, C.; Schoeb, T.; Soltau, T.; Wolf, K.; Tanner, S.; McCracken, V.; Lorenz, R. (2011). *Helicobacter felis* asociada a la enfermedad gástrica en microbiota de restringidos ratones. J. Histochem. Cytochem. 59(9):826-841.
- Simpson, K.; Burrows, C. (1999). Gastric *Helicobacter* spp. Infection to gastric disease in dogs and cats. J. Vet. Intern. Med. 14 (2): 223-227.
- Smet, A.; Flahou, B.; D'Herde, K.; Vandamme, P.A.; Cleenwerck, I.M.; Ducatelle, R. (2011). *Helicobacter heilmannii* sp. nov., isolated from feline gastric mucosa. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 62 (2): 299-306, [en línea]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21421932> doi:10.1099/ijss.0.029207-0.
- Strauss-Ayali, D.; Simpson, K.; Schein, A.; McDonough, P.; Jacobson, R.; Valentine, By Peacock, J. (1999). Serological discrimination of dogs infected with gastric *Helicobacter* spp. and uninfected dogs. J. Clin. Microbiol. 37 (5): 1280-1287.
- Takemura, L.; Camargo, P.; Alfieri, A.; Bracarense, A. (2009). *Helicobacter* spp. in cats: association between infecting species and epithelial proliferation within the gastric lamina proper. J. Comp. Path. 141:127-134.
- Zerpa, R. (2003). Rompiendo paradigmas en la observación microscópica. Comunicación Preliminar. Anales de la Facultad de Medicina Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 4 (64): 267 – 273.



---

# **EFFECTO DEL CONSUMO DE FÓRMULAS ENTERALES CON SELECCIÓN DE CARBOHIDRATOS SOBRE EL ÍNDICE GLICÉMICO EN ADULTOS SANOS**

Angarita Lisse, Parra Karla, Uzcategui Maria, Nava Eiris, Blanco  
Gerardo, Reyna Nadia

Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas “Dr. Félix Gómez”  
Facultad de Medicina (LUZ)

Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina (LUZ)  
karlampz@hotmail.com

## **Resumen**

El índice glicémico es un factor predictor en la glicemia post-pandrial. Existen fórmulas de nutrición enteral dirigida a pacientes diabéticos en las que el índice glicémico aún no se ha establecido. El objetivo fue determinar el efecto del consumo de fórmulas enterales para diabéticos con selección de carbohidratos sobre el índice glicémico en adultos sanos. Participaron 14 voluntarios sanos de ambos sexos (7 mujeres y 7 hombres), con edades entre 23 y 38 años, quienes consumieron aleatoriamente 4 productos: cada uno proporciona 50 gramos de carbohidratos: 2 fórmulas enterales poliméricas comerciales para diabéticos y 2 alimentos control. Cada sujeto fue sometido de forma aleatoria a 4 pruebas en diferentes días. Fueron tomadas muestras de sangre venosa basal y postpandrial y a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 minutos posteriores a la ingesta se les tomaron muestras capilares. Se realizó el método estadístico del UAC para determinar el índice glicémico, encontrando diferencias significativas en el área bajo la curva entre el formulación tipo a y la solución glucosada ( $p=0,0001$ ), pan blanco ( $p=0,001$ ) y con el formulación tipo b ( $p=0,002$ ). El efecto del consumo de las dos fórmulas enterales mostró diferencias significativas ( $p=0,0001$ ). El índice glicémico en los adultos sanos tras la ingesta de las formulaciones enterales evaluadas, evidenciaron ser elevados (formulación tipo a 85,4% y formulación tipo b 99,4%), resultando ser inapropiado el uso frecuente de dichas fórmulas en pacientes diabéticos, además es importante evaluar otras formulaciones con el mismo propósito, que nos permitan comparar los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** carbohidratos, diabetes, índice glicémico

## Introducción

El índice glicémico fue creado por Jenkins y Wolever, en el año 1981 en la universidad de Toronto Canadá como un sistema alternativo para la clasificación del contenido de los hidratos de carbonos de los alimentos; según sus efectos en la respuesta de la glucosa post pandrial; cuya utilidad fue referida como un arma para el manejo dietético de la diabetes mellitus. El índice glicémico se define como el área de incremento bajo la curva de glicemia producida por la ingesta de una cantidad de carbohidratos (usualmente 50 g.) disponible en un alimento.

De esta forma los alimentos que ocupan el 70% del área bajo la curva de glicemia se consideran de alto índice glicémico, aquellos entre 55 y 70%, respectivamente, se consideran de índice glicémico intermedio, mientras que los alimentos con escaso incremento glicémico (menor a 55%) son referidos como de bajo índice glicémico.

Por otra parte, Wolever y Bolognesi (2002) aprueban la hipótesis que tanto el tipo y la cantidad de hidratos de carbono influyen en la respuesta glicémica en sujetos normales. Así mismo una dieta con un bajo índice glicemico, se asocia a una menor demanda de insulina, mejor control de glicemia en pacientes diabéticos.

Con estos antecedentes la selección de alimentos de bajo índice glicémico para apoyo nutricional deberían favorecer la euglicemia y a disminuir los requerimientos de insulina, lo cual será un punto estratégico para resolver un problema actual como lo es la dieta para los pacientes diabéticos.

Actualmente, la industria alimentaria ha creado fórmulas nutricionales de alimentación enteral dirigidas a pacientes con diabetes, las cuales deberían constituir una práctica alterna para ayudar a mantener la euglicemia o disminuir los requerimientos de insulina en dichos pacientes; aunque estas fórmulas nutricionales se utilizan con frecuencia, el efecto que tienen sobre el índice glicémico no se ha estudiado en detalle.

Por tal motivo el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del consumo de fórmulas enterales con selección de carbohidratos sobre el índice glicémico en adultos sanos.

## Materiales y Métodos

### Diseño de la Investigación

El presente estudio se orientó hacia un estudio experimental de tipo aleatorizado y cruzado, que demuestra los efectos de un tratamiento en los sujetos a través de la manipulación de las variables.

### Población y Muestra

La población es representada por un conjunto de adultos sanos con características comunes; que asisten a la consulta del Centro de Investigaciones Endocrino Metabólico Félix Gómez de la Facultad de Medicina Universidad del Zulia con edades entre 20 y 38 años. La muestra en esta investigación es un subgrupo de la población; en la cual participaron 14 voluntarios sanos de ambos sexos (7 mujeres y 7 hombres). El total de la muestra es significativa, tomando en cuenta que para las tablas internacionales de valores para índice glicémico y carga glicémica recomiendan

un total de 5 a 8 sujetos, debido a la complejidad del procedimiento.

A cada sujeto se les realizó una historia médica, el cual garantizó el cumplimiento de los siguientes criterios de inclusión: Índice de Masa Corporal (IMC), comprendido entre 18,5 – 24,9 Kg/m<sup>2</sup>, circunferencia de cintura <90 cm para hombres y <80 cm para mujeres, glicemia basal de 70 – 100 mg%, glicemia post-pandrial <140mg%, perfil lipídico que constará de colesterol total <200 mg/dL, HDL >45 mg/dL, LDL <100 mg/dL, triacilglicerido <150 mg/dL.

Mientras que los criterios de exclusión se basaron en los individuos que presentaron diabetes tipo I ó II, historia familiar de diabetes, índice de masa corporal >25 kg/m<sup>2</sup> y <18,4 Kg/mg<sup>2</sup>, circunferencia de cintura >80 cm en mujeres y >90 cm en hombre, presentar actualmente una dieta especial o un tratamiento farmacológico, estar practicando una actividad física intensa mayor a 90 min a la semana, mujeres embarazadas, con ovarios poliquísticos o que estén menstruando. Por otra parte, se les realizó una historia nutricional, en la cual se evaluó ciertos hábitos como la ingesta de café, tabaco y alcohol o algún régimen dietético prescrito, sin actividad física extenuante y negación al consumo.

Los sujetos que cumplieron con todos los criterios de inclusión, aceptaron participar, mediante la firma de un consentimiento informado por escrito, aprobado por el comité de ética del Centro de Investigaciones Endocrino Metabólico Dr. Félix Gómez de la Facultad de Medicina Universidad del Zulia.

Posteriormente, a cada voluntario

seleccionado se le sometió en forma aleatoria a 4 pruebas de consumo en diferentes días, 2 para el alimento control y 2 para las fórmulas en estudio, las cuales se ejecutaron dentro del laboratorio. Para cada día de muestra los sujetos debían presentar un ayuno de 10 horas, la toma de muestra se iniciaba de 7 a 8 am para la medición de la glucosa basal venosa y capilar por duplicado, inmediatamente al sujeto se le da a consumir uno de los productos de prueba, una vez terminada la ingesta del producto se obtuvieron muestras de sangre capilar por duplicado a los tiempos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 minutos para la medición de glucosa, en la cual transcurrida las 2 horas o 120 minutos, se procede a tomar la glicemia post-pandrial por una venosa y capilar por duplicado.

Durante el período de prueba los sujetos estaban cómodamente sentados, en un ambiente tranquilo, las primeras pruebas realizadas suministrando inicialmente (Glycolab® y Pan Blanco) luego las formulas enterales en estudio (FA y FB) producto fue previamente estandarizado, con un aporte total de 50g de carbohidratos.

### Cálculo de área bajo la curva

Con las concentraciones de glucosa en suero, se determinó el área bajo la curva (ABC), calculada con los valores por encima de la línea de base en el período de 2 horas después de ingerido el alimento. Los resultados fueron determinados con el programa NCSS 2007.

### Cálculos del índice glicémico

Wolever, en su investigación sobre el índice glicémico refiere que para

la medición es necesario determinar primero el valor del área bajo la curva, que se utilizará por medio de una ecuación, donde el índice glicémico es expresado como porcentaje.

$$\text{Índice glicémico} = \frac{\text{Valor del área bajo la curva del alimento prueba}}{\text{Valor del área bajo la curva del alimento de referencia}} \times 100$$

### Análisis estadístico de los datos

Los resultados se expresaron como promedio  $\pm$  desviación estándar. Para el análisis de inferencia se aplicaron la prueba de ANOVA de una vía post hoc Test de Turkey y la prueba t de Student, según el caso, y previa corroboración de que las variables estudiadas tuviesen una distribución normal mediante la prueba de

Kormogorov-Smirnof. Fue considerado como estadísticamente significativo un valor  $p < 0,05$ , con el programa SPSS 17 Statistics

### Resultados y Discusión

Los valores se encuentran expresados como media  $\pm$  (DE). Todos los sujetos cumplieron con los criterios de inclusión, cuyas características se reflejan en la Tabla 1, considerándolos como adultos sanos. Con respecto a los indicadores antropométricos se destacan la media del IMC de  $22,7 \pm 0,3$  y circunferencia de cintura de  $78,3 \pm 0,8$ .

Entre los valores bioquímicos se evidencia una media en la glicemia basal de  $93,3 \pm 0,7$ , insulina  $12,28 \pm 14,1$  y HOMA IR de  $1,6 \pm 0,5$ . Todos los sujetos completaron el protocolo planificado constituido por la evaluación de las 4 fórmulas para cada individuo hasta alcanzar un total de 56 pruebas.

**Tabla 1. Características clínicas y demográficas de los individuos estudiados**

|                                  | Total           | Femenino        | Masculino       | P       |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| N                                | 14              | 7               | 7               |         |
| Edad (años)                      | $28,9 \pm 0,7$  | $29,4 \pm 1,1$  | $28,3 \pm 0,9$  | NS      |
| <b>Variables Antropométricas</b> |                 |                 |                 |         |
| Peso (kg.)                       | $61,9 \pm 1,4$  | $53,8 \pm 1,3$  | $69,9 \pm 1,0$  | <0,0001 |
| IMC (kg./m <sup>2</sup> )        | $22,7 \pm 0,3$  | $21,6 \pm 0,3$  | $23,8 \pm 0,3$  | <0,0001 |
| Masa grasa (%)                   | $17,5 \pm 0,6$  | $31,2 \pm 0,7$  | $25,5 \pm 1,0$  | <0,0001 |
| Masa grasa (kg.)                 | $17,5 \pm 0,5$  | $17,0 \pm 0,7$  | $17,9 \pm 0,8$  | NS      |
| Masa magra (kg.)                 | $44,4 \pm 1,2$  | $36,8 \pm 0,7$  | $52,0 \pm 0,9$  | <0,0001 |
| Circunferencia de cintura (cm.)  | $78,3 \pm 0,8$  | $75,1 \pm 1,1$  | $81,4 \pm 0,8$  | <0,0001 |
| <b>Variables Bioquímicas</b>     |                 |                 |                 |         |
| Glicemia basal (mg/dl)           | $93,3 \pm 0,7$  | $91,4 \pm 0,9$  | $95,2 \pm 0,9$  | <0,03   |
| Glicemia post-prandial (mg/dl)   | $82,8 \pm 1,2$  | $81,4 \pm 1,4$  | $84,2 \pm 1,9$  | NS      |
| Colesterol Total (mg/dl)         | $168,1 \pm 2,8$ | $171,4 \pm 4,0$ | $164,7 \pm 3,8$ | NS      |

|                           |            |            |            |        |
|---------------------------|------------|------------|------------|--------|
| HDL-c (mg/dl)             | 47,4±2,0   | 52,0±3,2   | 42,9±2,3   | <0,02  |
| LDL-c (mg/dl)             | 105,6±2,7  | 106,9±2,6  | 104,3±4,7  | NS     |
| VLDL-c (mg/dl)            | 14,9±0,8   | 12,3±0,5   | 17,5±1,4   | <0,001 |
| Triacilglicéridos (mg/dl) | 74,4±4,0   | 61,4±2,3   | 87,4±6,8   | <0,001 |
| Insulina Basal            | 12,28±14,1 | 12,37±4,97 | 12,20±3,72 | NS     |
| HOMA                      | 1,6±0,5    | 1,6±0,6    | 1,5±0,4    | NS     |

Fuente: historias clínicas. / NS: no significativo

### Área de incremento bajo la curva

El área de incremento bajo la curva para todos los alimentos estudiados según los géneros, se muestran en la Tabla 2; observando valores de 13215,0±397,0 para Glycolab® y 13388,6±787,8 para pan blanco como alimentos de referencias, mientras que para las fórmulas enterales el área de incremento bajo la curva fue de 11601,4±272,3 para FA y 12857,7±422,8 para FB encontrando una diferencia significativa para FA con Glycolab® ( $p<0,0001$ ), pan blanco ( $p<0,001$ ) y con FB ( $p<0,002$ ) en forma respectiva.

### Curvas Glicémicas

Las curvas de glicemias para los productos de referencias fueron más altas que para las fórmulas enterales, alcanzando sus picos máximos a los 30 minutos para Glycolab® y para las dos; mientras que el pan blanco alcanza su pico más elevado a los 45 minutos.

Con ambas fórmulas nutricionales, los niveles de glicemia disminuyeron de forma similar a las concentraciones de ayuno en el minuto 105 destacando un descenso previo en el minuto 60; con una nueva alza de la glicemia para la fórmula FB en el minuto 90.

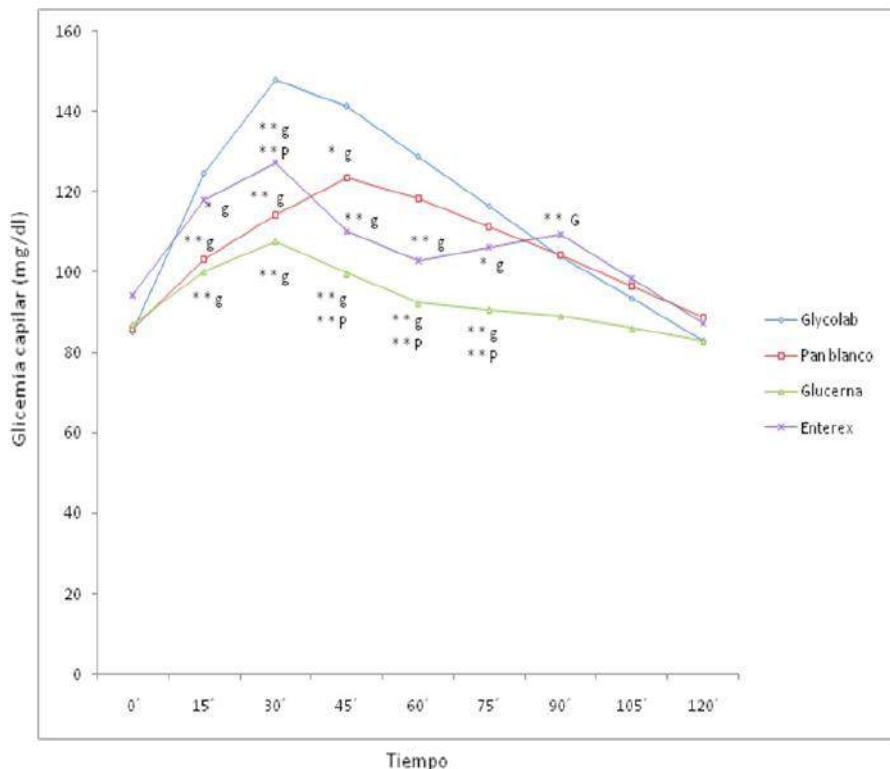
Tabla 2. Comparación del área bajo la curva según el tipo de alimento.

|   | Área bajo la curva |               |                                |               |
|---|--------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
|   | Glycolab®          | Pan blanco    | FA                             | FB            |
| Total   | 13215,0±397,0      | 13388,6±787,8 | 11601,4±272,3 <sup>a,b,c</sup> | 12857,7±422,8 |
| <b>Fuente:</b> Elaboración propia producto del análisis |                    |               |                                |               |

### Índice Glicémico

El índice glicémico fue determinado para cada uno de los alimentos evaluados, presentados en la Tabla 3; encontrando

diferencias significativas entre las dos fórmulas enterales ( $p<0,01$ ), con un valor de 85,4±2, para FA y 99,4±2,5 para FB.



g: Glycolab

p: Pan blanco

G: FA

E: FB

<sup>a</sup>p<0,0001 con Glycolab®<sup>b</sup>p<0,001 con Pan blanco<sup>c</sup>p<0,002 con FB

**Figura 1: Glicemias Capilares a la Ingesta de 50 g. de Carbohidratos Disponibles en el total de los sujetos**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Comparación índice glicémico según el tipo de alimento**

| Índice glicémico |            |                      |          |
|------------------|------------|----------------------|----------|
|                  | Pan blanco | FA                   | FB       |
| Total            | 95,2±3,4   | 85,4±2, <sup>a</sup> | 99,4±2,5 |

<sup>a</sup>p<0,01 con FB

## Conclusiones

Todas las características clínicas y demográficas de los individuos estudiados, cumplieron con los criterios de inclusión, considerándolos como adultos sanos, lo cual es una clave fundamental para medir la calidad de cada fórmula.

Para el área de incremento bajo la curva se evidenció, valores significativos solo con la FA tanto con los 2 productos de referencia como con la FB.

Las curvas de glicemias para los alimentos de referencias fueron más altas que para las fórmulas enterales, sin embargo, a pesar de que ambas fórmulas nutricionales, disminuyeron los niveles de glicemia de forma similar a las concentraciones de ayuno, para la fórmula FB se observó una nueva alza de la glicemia en el minuto 90.

En el índice glicémico se encontró diferencias significativas entre las dos fórmulas enterales ( $p<0,01$ ), con un valor de  $85,4\pm2$ , para FA y  $99,4\pm2,5$  para FB. El valor obtenido tras la ingesta de dichas fórmulas resultó ser de un alto índice glicémico esto demuestra que es poco apropiado el uso frecuente de dichas fórmulas en pacientes diabéticos. Este estudio es un preliminar, de un trabajo piloto, que pretende seguir investigando para poder optimizar la problemática del tratamiento para pacientes diabéticos.

## Agradecimiento

A todos los que pertenecen al Centro de Investigación Endocrino - Metabólicas Dr. Félix Gómez de la Facultad de Medicina, por permitir la ejecución de nuestra investigación en dicho centro.

## Referencias Bibliográficas

- Arteaga, L. (2006). El índice glicémico. Una controversia actual. Nutrición Hospitalaria. Chile. 132(9).
- Brackenridge, B.; Campbell, R. (2008). Enteral nutritional support and supplementation in diabetes. Diabetes Educ. 463-465.
- Camacho, N.; Soto, I.; Figueroa, O.; Alvarado, J.; Correa, C.; Catillo, C. (2000). Dieta en Salud y Enfermedad. Nutricion Hospitalaria. Caracas. 35: 71-77.
- Campbell, S.; Schiller, M. (2002). Considerations for enteral nutrition support of patients with diabetes. Top Clin Nutr.
- Edes, T.; Shah, J. (2000). Glycemic index and insulin response to a liquid nutritional formula compared with a standard meal. J. Am. Coll. Nutr. 17: 30-35.
- Flint, A.; Moller, B.; Raben, A.; Pedersen, D.; Tetens, I. (2004). The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composed breakfast meal. Brit. J. Nutr. 91:979-989.
- Foster, K.; Holt, S.; Brand, J. (2002). International tables of glycemic index and glycemic loads values. Am. J. Clin. Nutr. 76:5-56.
- Franz, MJ.; Bantle, JP.; Beebe, CA.; Brunzell, JD. (2004). Nutrition principles and recommendations in diabetes. Diabetes Care. 27(1):36-46.
- Fsheard, C.; Brand, F. (2004). Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes. Diabetes Care. 27(9):2266-2271.
- Kendall, CW.; Vuksan, V. (2002). High-complex carbohydrate or lente carbohydrate foods? Am. J. Med.

113:30-37.

Méndez, C. (2001). Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación (3era Ed.). (pp. 84-86). McGraw-Hill.

Morales, I.; Morales, B.; Aranda, W. (2006). Índice glicémico de fórmulas enterales de uso habitual. Revista de enfermería, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) - Febrero 12-15, Dallas, Texas, USA.

Reyes, L.; Salazar, W.; Muñoz, D.; Villalobos, Z. (2009). La investigación en ciencias de la salud: una visión integradora. Universidad del Zulia.

Colección Textos Universitarios.  
Ediciones del Vicerrectorado Académico.

Torres, N.; Palacio, R.V.; Noriega, L.; Tovar, A. (2006). Índice glicémico, índice insulinémico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto de carbohidrato. Revista de investigación clínica. 58:5.

Wolever, T.; Bolognesi, C. (2002). Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. J. Nutr. 126: 2807-2812.

---

## **PREVALENCIA DEL VIH EN PACIENTES QUE ASISTEN AL LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PÚBLICA DEL ESTADO ZULIA**

Gotera Jennifer, Martínez Olga, Mavárez Alibeth, Millano María, Fereira Maritza, Gómez María, Castillo Elina  
Laboratorio Regional de Salud Pública del estado Zulia  
jennifergotera@hotmail.com

### **Resumen**

La infección causada por el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) representa un problema de salud pública mundial, nacional y regional. Dentro de sus objetivos se encuentra determinar la prevalencia del VIH en la población que acude al Laboratorio Regional de Salud Pública desde enero de 2010 a julio 2011. La metodología estudio descriptivo-retrospectivo, que incluyó un total de 9419 individuos, a los cuales se les determinó antígeno y anticuerpos para VIH por el método de ELISA y la confirmación serológica de los casos reactivos, por la técnica de Western Blot. Como resultados se presentaron los resultados del total de individuos analizados 216 (2,29%) resultaron positivos para el VIH. En relación al sexo, el porcentaje de seropositividad fue 56,482% (122/216) para el femenino y 43,51% (94/216) el masculino. Del total de mujeres seropositivas 18/122 eran embarazadas, representando un 14,75%. El mayor número de casos se observó en el grupo etario de 20-40 años con un porcentaje acumulado de 71,29%, seguido de 41-64 años con un 23,61%. Se pudo concluir: que existe una alta incidencia de la infección por el VIH en el sexo femenino, el mayor número de casos positivos estuvo en las edades productivas de 20-40 años, lo que indica que sigue siendo un problema social y cultural al verse implicado el sector productivo del país. Además, revelan que un grupo importante de mujeres embarazadas resultaron positivas al VIH. Se recomienda continuar con los programas de prevención para reducir la propagación del VIH, incentivando a las personas para que conozcan su estado serológico

**Palabras clave:** prevalencia del VIH, salud pública, método de Elisa, seropositivas, técnica de Western Blot, SIDA

## Introducción

El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) es un lentivirus de la familia Retroviridae, causante del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). Fue descubierto y considerado como el agente de la naciente epidemia de SIDA por el equipo de Luc Montagnier en Francia en 1983.

La epidemia por el VIH/SIDA presenta una heterogeneidad a nivel regional, produciéndose un descenso en la prevalencia de VIH/ SIDA en unas zonas (por ejemplo, África subsa-hariana) y un aumento de la misma en otras (por ejemplo, Europa oriental y Asia central). Además, continúa en aumento la cantidad de personas que viven con el VIH/SIDA debido, en parte, a los tratamientos antirretrovirales. Según las últimas estimaciones realizadas, en el mundo hay 33,3 millones de personas que padecen el VIH/SIDA y se produjeron 2,6 millones de nuevas infecciones durante el año 2009.

Según ONUSIDA y el Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/Sida, se calcula que entre el año 2000 y el 2020 habrán muerto 68 millones de personas en los 45 países más afectados por este síndrome infeccioso. En Venezuela la epidemia no está bien caracterizada, desconociéndose muchos aspectos de la enfermedad, como la seroprevalencia del VIH en embarazadas y en mujeres vulnerables al VIH como: mujeres en estado de pobreza, jefas de hogar, trabajadoras sexuales, mujeres con problemas de drogadicción, adolescentes y niñas de la calle entre otras . Para el 2011, la prevalencia es de 0.91% aproximadamente, cifra que

no debe depreciarse debido al aumento de las poblaciones consideradas de alto riesgo como es el caso de las gestantes donde se ha visto un aumento de hasta un 600%.

Por lo antes expuesto, se planteó como objetivo: determinar la prevalencia del VIH en los pacientes que acuden al Laboratorio Regional de Salud Pública del estado Zulia, y dado a los pocos datos sobre la situación epidemiológica actual del VIH en la población zuliana, con el propósito de que estos resultados sean de gran utilidad a los profesionales de la salud que se dedican a la investigación sobre el VIH/SIDA.

## Materiales y Métodos

Del total de pacientes que asistieron al Laboratorio Regional de Salud Pública del estado Zulia, durante el periodo de Enero 2010 a Julio del 2011, se evaluaron un total de 9419 pacientes en edades comprendidas de 7 a 65 años, a los cuales se les hizo diagnóstico serológico de VIH. Cabe destacar que esta institución de referencia atiende a todo el sector público del área circunvecina y foránea del estado Zulia y que tiene estrictos controles de calidad internos y externos. A cada paciente, se les extrajeron 5 ml de sangre venosa y fueron colocadas en tubos sin anticoagulante, para la obtención del suero, el cual fue almacenado a -20°C hasta su procesamiento. La determinación del HIV se realizó por el método de ELISA de la casa comercial (LG HIV Ag-Ab Plus “4<sup>ta</sup> generación”) a través del cual se detectaron el antígeno p24 y los anticuerpos contra el VIH-1, VIH-1 grupo O y VIH-2 de acuerdo a las instrucciones del proveedor. Se

determinó la absorbancia de cada reacción en un espectrofotómetro (ELx 800®) con filtro de 450 m. Se analizaron los resultados determinando el valor de corte de la prueba y utilizando este, como referencia para determinar una muestra reactiva o no reactiva; y los pacientes que resultaron reactivos con esta técnica fueron confirmados con la prueba de Western Blott (Biokit, Korea) de acuerdo a las instrucciones de la casa comercial.

## Resultados y Discusión

Del total de individuos analizados 216 (2,29%), resultaron positivos para el VIH. En relación al sexo, el porcentaje de seropositividad fue 56,48% (122/216) para el femenino y 43,51% (94/216) el masculino. Del total de mujeres seropositivas 18/122 estaban embarazadas, representando un 14,75%. El mayor número de casos se observó en el grupo etario de 20-40 años con un porcentaje acumulado de 71,29%, seguido de 41-64 años con un 23,61%.

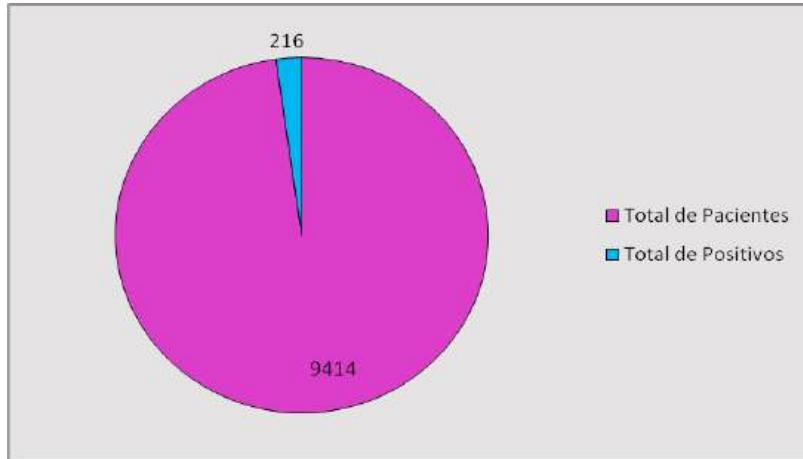
Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran un número importante de pacientes positivos al VIH (2,29%) durante los años de estudios, siendo el grupo femenino el principalmente afectado. Según la situación epidemiológica actual del VIH/SIDA en el Latinoamérica en la población de adultos entre 15 a 45 años es de 0,5%, porcentaje similar a lo obtenido en el presente estudio. Se observó que el mayor porcentaje de positivos estuvo ubicado en el sexo femenino con un 43,51%. Según la OMS para el año 2009 las mujeres y, en particular, las jóvenes

y las que viven en condiciones socioeconómicas deficientes, son un grupo vulnerable fundamental en América Latina y El Caribe. La proporción de mujeres entre las personas con VIH aumento de forma rápida durante los años noventa, y en el último decenio se ha estabilizado en aproximadamente 34% de la población total con VIH en América Latina y 48% en El Caribe. Las mujeres contraen la infección con mayor frecuencia por relaciones sexuales con sus compañeros estables de sexo masculino, lo cual refleja el papel que juega la desigualdad socioeconómica y de género y la vulnerabilidad biológica que esta población tiene como fuerzas promotoras de la epidemia. Esta vulnerabilidad a su vez se traduce en el incremento del riesgo infantil de adquirir el VIH in útero, al nacer o durante la lactancia, así como se encontró en el presente estudio, del total de las mujeres positivas (18/122) 14,75% estaban embarazadas, trayendo esto como resultado que la transmisión materno-infantil sigue siendo una amenaza para miles de niños y niñas en la región. Las barreras para lograr los cambios de comportamiento, en particular en los grupos de mayor riesgo, siguen obstaculizando los esfuerzos de prevención. Poco más de la mitad de los países ha informado o cuentan con metas de prevención y pocos han establecido metas para aumentar el uso de condones, promover la reducción de daños o mejorar las pruebas y la cobertura de la prevención. Dados los altos niveles de transmisión sexual, el bajo nivel de uso de condones y su distribución inadecuada son causas de preocupación.

## Conclusiones

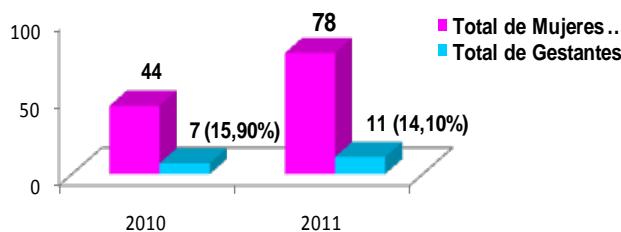
Se demuestra una alta incidencia de la infección por el VIH en el sexo femenino, el mayor número de casos positivos estuvo en las edades productivas de

20-40 años, lo que indica que sigue siendo un problema social y cultural al verse implicado el sector productivo del país. Además, revelan que un grupo importante de mujeres embarazadas resultaron positivas al VIH.



**Figura 1. Prevalencia del VIH en pacientes atendidos en el L. R. S. P.**

Fuente: L.R.S.P



**Figura 2. Prevalencia del VIH en la población gestante**

**Tabla 1. Prevalencia del VIH según edad y sexo en pacientes atendidos en el Laboratorio Regional Salud Pública del estado Zulia (Enero 2010 - Julio 2011).**

| <b>EDAD</b>  | <b>FEMENINO</b> |              | <b>MASCULINO</b> |              | <b>Total</b> |            |
|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------|
|              | <b>n</b>        | <b>%</b>     | <b>n</b>         | <b>%</b>     | <b>n</b>     | <b>%</b>   |
| 7-14         | 0               | 0            | 1                | 1,06         | 1            | 0,46       |
| 15-19        | 2               | 1,64         | 7                | 7,44         | 9            | 4,16       |
| 20-40        | 85              | 69,67        | 69               | 73,40        | 154          | 71,29      |
| 41-64        | 34              | 27,86        | 17               | 18,08        | 51           | 23,61      |
| >65          | 1               | 0,81         | 0                | 0            | 1            | 0,46       |
| <b>Total</b> | <b>122</b>      | <b>56,48</b> | <b>94</b>        | <b>43,51</b> | <b>216</b>   | <b>100</b> |

Fuente: Registro L.R.S.P

### Agradecimiento

Al Laboratorio Regional de Salud Pública del estado Zulia, por su incondicional apoyo y estímulo para incentivar la investigación en el sector público, que nos ha permitido mejorar la calidad técnico - científica de los exámenes procesados en beneficio de la comunidad. Al apoyo de las autoridades de la Secretaría de Salud y al Instituto Nacional de Higiene “Rafael Rangel”, para la dotación de equipos e insumos necesarios para esta investigación.

### Referencias Bibliográficas

- InfoRed SIDA (2000). VIH y SIDA, [en línea]. Nuevo México, México. <http://www.ctv.es/USERS/fpardo/vihtto.htm>
- Kilmarx PH. Global epidemiology of HIV. (2009). Curr Opin HIV AIDS. 4: 240-246.
- Ministerio del Poder Popular para la Salud. (2010). Guía Nacional para la prevención del VIH-SIDA.
- ONUSIDA. (2007). Métodos para las pruebas del VIH. Actualización Técnica, [en línea]. <http://www.unaids.org/es/>.
- ONUSIDA. (2010, 12 de febrero). Report on the global AIDS epidemic, [en línea]. Recuperado el 12 de febrero de 2011, de [http://www.unaids.org/globalreport/Global\\_report.htm](http://www.unaids.org/globalreport/Global_report.htm).
- ONUSIDA. (2011). Informe de ONUSIDA para el día Mundial del Sida, [en línea]. <http://www.unaids.org>
- Salas, H. y Campos, J. (2004). Situación Epidemiológica del VIH-SIDA en Venezuela, Informe ONUSIDA, Caracas.
- Teva, I.; Paz Bermúdez, M.; Ramiro, MT.; Buela-Casal, G. (2012). Situación epidemiológica actual del VIH/SIDA en Latinoamérica en la primera década del siglo XXI. Análisis de las diferencias entre países. Rev. Med. Chile. 140: 50-58.
- UNICEF, UNAIDS, WHO, UNFPA. (2008). Children and AIDS: Third Stocktaking Report, [en línea]. New York, EEUU. UNICEF. VIH. [http://es.wikipedia.org/wiki/Virus\\_de\\_la-inmunodeficiencia\\_humana](http://es.wikipedia.org/wiki/Virus_de_la-inmunodeficiencia_humana).
- WHO, UNAIDS, UNICEF. (2009). Towards Universal Access. Scaling up priority HIV/AIDS interventions in the health sector. Progress Report. Geneva: World Health Organization.



---

## **RELACIÓN ENTRE LA EXPRESIÓN DEL HER-2/ NEU Y EL STATUS NODAL AXILAR EN CÁNCER DE MAMA**

Sánchez M.<sup>2</sup>, Montiel M.<sup>2</sup>, Lubo A.<sup>2</sup>, Soto L.<sup>2</sup> Guerra S.<sup>1</sup>, Quevedo A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Anatomía Patológica de la Escuela de Medicina (LUZ)

<sup>2</sup>Instituto de Salud Ocupacional y Ambiental Dr. Gilbert Corzo (LUZ)

### **Resumen**

Se realizó estudio descriptivo, comparativo de 74 casos de pacientes femeninas con diagnóstico histopatológico de adenocarcinoma de mama. A los pacientes se les practicó exérésis ganglionar, procesándose inicialmente con técnicas histoquímicas convencionales y posteriormente con técnicas inmunohistoquímicas utilizando el inmunomarcador HER-2/neu. Los resultados evidenciaron que el tipo histológico más frecuentemente diagnosticado fue el adenocarcinoma ductal infiltrante sin otra especificación (ADC Ductal SOE), en 65 casos (87,83 %), seguidos del ADC Ductal+ Comedocarcinoma, en ocho casos (10,81 %) y ADC Ductal + carcinoma medular en un caso (1,35%). Siendo el grupo etario más afectado el de las mujeres post menopáusicas de 50 años o más con un total de 34 casos (45,94%). Los ganglios linfáticos se encontraron afectados en 13 de las pacientes (17,56%), seis de las cuales presentaban un grado histológico II (46,15%) y siete un grado histológico III (53,85%). Así mismo, el comportamiento del inmunomarcador se manifestó positivamente en un 21,26% y negativo en un 78,38% con  $p \leq 0,05$ . Se concluye que los carcinomas de alta malignidad y estadios avanzados reprimen la expresión del HER-2/neu en un alto porcentaje la presencia de positividad para el mismo empobrece el pronóstico. De este modo el conocimiento del tipo y grado histológico del tumor, la afección ganglionar y el uso de inmunomarcadores de proliferación tumoral, utilizados en conjunto constituyen una herramienta útil en la evaluación de estas pacientes, lo que ofrecería así mejor opción para tratamiento adecuado a casos particulares en un estadio más temprano de la enfermedad.

**Palabras clave:** adenocarcinoma, status nodal, HER-2/neu

## Introducción

En los Estados Unidos, el Cáncer de mama es cinco veces más frecuente que en Japón y Taiwan y es raro antes de los 20 años, con aumento estable hasta la menopausia, seguido de un ligero incremento posterior. En Venezuela es el segundo en frecuencia en la mujer de enfermedad maligna más común provocando alrededor de 20 % de las muertes por cáncer y sólo antecedido por el cáncer de cuello uterino. Una menarquía temprana y una menopausia tardía aumentan el riesgo de cáncer de mama siendo más frecuente en mujeres nulíparas o cuando el primer embarazo tiene lugar después de los 30 años.

El conocimiento obtenido de las investigaciones epidemiológicas y biológicas en los últimos 50 años, han expandido el basamento científico de la biología tumoral y la regulación del crecimiento del cáncer, así como también ha aumentando el conocimiento de los factores de riesgo y componentes socioconductuales que sustentan la variación en la incidencia del cáncer de mama entre los individuos de diferentes razas y etnias.

El papel de la genética y del ambiente, de la experiencia reproductora y de los efectos hormonales y exógenos, el cambio en el estado inmune y la vulnerabilidad del huésped, y los determinantes biológicos del cáncer de mama son claves en la mayoría de los factores etiológicos. Estas interacciones contribuyen a las variaciones observadas en la incidencia, mortalidad y sobrevida del cáncer de mama.

En la jerarquización de los genes implicados en la carcinogénesis mamaria,

existen muchas señales regulatorias de crecimiento, que van desde la superficie celular hasta el núcleo. El receptor del factor de crecimiento epidermal (EGFR), y su familia, C-erb-2/3/4, expresado en el tejido mamario, es el que regula la mitogénesis y la diferenciación celular. La función de la proteína c-erbB-2 en el crecimiento y diferenciación mamaria normal todavía permanece desconocida. Los factores pronósticos están asociados con la aparición de metástasis tempranas o con el potencial de crecimiento del tumor primario.

El otro mecanismo investigado en la carcinogénesis mamaria, es la función de muchas protein-kinasas que actúan como intermediarios en los mecanismos de trasducción de señales mitogénicas o codificar receptores de factores de crecimiento cuya sobreexpresión, mutación de formas activadas independientes de ligandos resultan en transformación. Muchos miembros de la familia de las proteininasas han mostrado que están involucrados en el desarrollo del cáncer de mama, tanto en el modelo humano como en el de animales, incluyen: receptor de factor de crecimiento epidermal EGFR/c-erbB-2, receptor de factor de crecimiento de fibroblasto, HER-2/neu entre otros.

El estadio es un diagnóstico clínico/quirúrgico/patológico que define el grado de la enfermedad con el muestreo de formaciones ganglionares provenientes de la axila baja. Es un indicador de salud o una medida del status nodal de la enfermedad usado por clínicos, epidemiólogos e investigadores, que evalúa pronóstico, plan de tratamiento, y resultados.

La disección axilar es una excisión en bloque de los ganglios linfáticos del nivel I, definido anatómicamente como ganglios linfáticos medial al músculo dorsal ancho y extendiéndose hasta el borde lateral del músculo pectoral menor y la vena cefálica axilar Dowlatshahi K, et al , demostraron que la disección axilar sola no ofrece ventaja alguna en la tasa de supervivencia y que la disección del nivel I y II pudiera estudiar la mayoría de los pacientes con cáncer de mama, teniendo como parámetro el muestreo de 4 o más ganglios positivos, con promedio máximo de 10, para que sea significativo clínicamente. La decisión para realizar una disección axilar está influenciado por muchos factores: probabilidad de hallar metástasis, necesidad de obtener control de posible enfermedad en la axila, la potencial morbilidad del procedimiento, y si este incluirá en el uso de terapia sistémica adyuvante.

La mayoría de la pobre sobrevida de las mujeres en poblaciones multiculturales se deben a diagnóstico en estadios tardíos, sin embargo, numerosos estudios sugieren que los tumores puedan tener un fenotipo más agresivo. Los marcadores tumorales del cáncer de mama en mujeres afro americanas fueron revisados por Trock en 1996, los cuáles estuvieron asociados con un fenotipo más agresivo, que incluyen a receptores de estrógenos y progesterona, fracción de fase S, el p53 y el erbB-2 o HER-2/neu.

Aproximadamente el 25 a 40% de los carcinomas de mama sobreexpresan el receptor del factor de crecimiento HER-2/neu. La mitad de estos están

amplificados al gen del locus HER-2/neu, resultando en niveles elevados de ARN y proteína, sin embargo, la otra mitad contiene un diploide del gen HER-2/neu. A diferencia del p53, la frecuencia del sobre-expresión del HER-2/neu no aumenta en el estadio tardío de la enfermedad. La mayoría de los estudios de sobrevida concluyen que la amplificación/sobreexpresión del HER-2/neu es un factor pronóstico, pero principalmente para pacientes con nódulos positivos.

Con base a las consideraciones anteriores, se planteo el siguiente trabajo en el cuál se relacionó la expresión HER-2/neu y el status nodal en pacientes con cáncer de mama, previa determinación del tipo y grado histopatológico del tumor y grupos etarios involucrados para así mejorar el promedio de sobrevida y mayor tiempo libre de recaída de enfermedad mediante el diseño de terapias sistémicas adecuadas a casos particulares.

## Materiales y Métodos

Se realizó un estudio prospectivo descriptivo, comparativo de 74 casos de pacientes femeninas con diagnóstico histopatológico de Adenocarcinoma ductal infiltrante, procedentes del Banco de Tumores del departamento de Anatomía Patológica del Instituto Nacional de Tumores Centro Médico “San Lucas”, Maracaibo, seleccionadas al azar en un período de tiempo comprendido entre enero – junio del 2009, con un rango de edad entre 25 - 81 años. Se elaboró una ficha para el registro de edad, diagnóstico histopatológico del tumor, presencia o no de ganglios axilares

linfáticos, expresión inmunohistoquímica del marcador HER-2/neu: negativo (-), positivo (+).

Las muestras se procesaron en primer término con técnicas histoquímicas convencionales, en las cuales el tejido es fijado en formalina tamponada al 10%, deshidratado en concentraciones crecientes de etanol, aclaradas en xilo e incluidas en parafina. En algunos casos, se recibieron bloques de parafina procesados en otros centros, que fueron reincorporados para procesamiento. Para el análisis histopatológico se utilizaron secciones de 3 micras teñidas con Hematoxilina – eosina. El estudio inmunohistoquímico se realizó en secciones de tejidos de 2 micras, las cuales fueron desparafinadas, rehidratadas e incubadas en una solución de Peróxido de Hidrógeno al 3% en Metanol, durante 20 minutos, bloqueando la acción de las peróxidasas endógenas.

Posteriormente, fueron secuencialmente incubadas en suero normal durante 20 minutos, anticuerpo primario (DAKO c-erb-2 oncoprotein) diluido en PBS durante toda la noche a 4°C, anticuerpo secundario biotinilado durante 60 minutos y finalmente en solución de avidin-biotina-peroxidasa (solución de ABC). El marcado tumoral HER-2/neu se preparó a una dilución 1/100 y 1/200. Para desarrollar la reacción se utilizó una sustancia fresca de 3.3 diaminobencina HCL (DAB) conteniendo peróxido de hidrógeno como sustrato para la enzima. Secciones tratadas con suero normal o con el buffer sin la enzima se utilizaron como control. Todas las secciones se contrastaron con una solución diluida de Hematoxilina.

Las secciones para diagnóstico histopatológico convencional y los resultados de inmunohistoquímica fueron evaluados con un microscopio de campo claro Zeiss Axioscópico, cuantificando el número de células que exhiben una tinción marrón oscura en la membrana celular. Los ganglios axilares metastásicos fueron procesados de igual forma. La organización y procesamiento de la información se efectuó mediante el uso del paquete estadístico SPSS versión 15 y Microsoft Excel for Windows. Los resultados se expresaron en valores absoluto y relativos determinándose medidas de tendencia central, porcentaje y el Coeficiente de Correlación de Spearman se estableció una  $p < 0.05$ , mediante tablas y microfotografías.

## Resultados y Discusión

De los 74 casos estudiados con carcinoma de mama, en cuanto a las variantes histológicas encontradas el adenocarcinoma ductal infiltrante de mama fue el diagnosticado en un mayor número de veces con un total de 65 casos representado en un 87.83%, seguidos por el adenocarcinoma ductal en asociación con patrón histológico de comedocarcinoma en 8 pacientes (10.81%) y en combinación con carcinoma medular en 1 caso (1.35%) (Tabla 1).

**Tabla 1. Distribución y porcentaje de las variantes histológicas en pacientes con diagnósticos de adenocarcinoma ductal infiltrante de mama**

| VARIANTES HISTOLÓGICOS         | N°        | %           |
|--------------------------------|-----------|-------------|
| ADCa Ductal infiltrante SOEb   | 65        | 87.83       |
| ADC Ductal + Comedocarcinoma   | 08        | 10.81       |
| ADC Ductal + Carcinoma Medular | 01        | 1.35        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>74</b> | <b>100%</b> |

a: Adenocarcinoma; b: Sin otra especificación

La distribución del carcinoma de mama según la edad reveló que el grupo etario de 50 años y más fue el más numeroso: 34 pacientes, constituyendo el 45.94% de la muestra, seguidos del grupo 45 – 49 años con 14 casos (18.91%) y 40 – 44

años: 11 (14.85%); con una disminución importante en los grupos de mujeres más jóvenes: 1 caso (1.35%) para el grupo de 25 – 29 años, 8 casos (10.81%) en las de 30 – 34 años y por último 6 casos en las edades correspondientes a 35 – 39 años (Tabla 2).

**Tabla 2. Distribución absoluta y porcentual de pacientes con diagnóstico de cáncer de mama**

| EDAD (Años)  | N°        | %           |
|--------------|-----------|-------------|
| 25-29        | 01        | 1.35        |
| 30-34        | 08        | 10.81       |
| 35-39        | 06        | 8.10        |
| 40-44        | 11        | 14.86       |
| 45-49        | 14        | 18.91       |
| 50 y +       | 34        | 45.94       |
| <b>TOTAL</b> | <b>74</b> | <b>100%</b> |

En relación a los grados histológicos sólo se encontraron en pacientes con grado II: 16 casos (21.62%) y pacientes con grado III: 58 (78.33%) mostrados en la Tabla 3.

Cuando comparamos el estado de los ganglios linfáticos en estos pacientes obtuvimos un total de 13 casos (17.56%) con envolvimiento de los ganglios linfáticos y 61 pacientes sin invasión a los mismos (Tabla 4); así mismo se analizó la positividad ganglionar con respecto al grado histológico del tumor

obteniéndose un resultado de un 46.15% para los tipos II y un 53.85% para los tipos III (Tabla 5).

En la Tabla 6, se expresa que la inmunorreactividad negativa ocurrió en un mayor número: 58 reportes del universo muestreado, y en 16 pacientes se evidenció inmunorreactividad positiva, dicho marcador también se comparó en asociación a ganglios linfáticos positivos y con respecto al grado histológico tumoral, notándose que las pacientes con ganglios positivos

mostraron expresión negativa en un mayor porcentaje 69.23% y sólo un 30.77% manifestó positividad para el mismo, lo que denota un peor pronóstico para esta minoría con una diferencia estadísticamente significativa de  $p < 0.05$  como se observa en la (Tabla. 7). En asociación con el grado histológico, se demostró que la expresión positiva del mismo en pacientes grado III fue en un menor porcentaje de casos (18.96%)

mientras que en expresión negativa resultó más alta 81.04%; igualmente, lo encontrado para los grados II fue de un total de 16 diagnósticos de este tipo hubo positividad del inmunomarcador en un 31.25 y negatividad en un 68.75%, diferencian estadística de  $p < 0.05$  como se muestra en la (Tabla 8).

#### **encontrados en las pacientes con carcinoma ductal infiltrante de mama**

| <b>GRADO<br/>HISTOLÓGICO</b> | <b>N°</b> | <b>%</b>    |
|------------------------------|-----------|-------------|
| Grado II                     | 16        | 21.62       |
| Grado III                    | 58        | 78.38       |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>74</b> | <b>100%</b> |

**Tabla 4. Distribución en número y porcentaje de pacientes con carcinoma de mama y afectación ganglionar**

| <b>PACIENTES<br/>CON CÁNCER</b> | <b>GANGLIOS<br/>POSITIVOS</b> |          | <b>GANGLIOS<br/>NEGATIVOS</b> |          |
|---------------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|
|                                 | <b>No.</b>                    | <b>%</b> | <b>No.</b>                    | <b>%</b> |
| 74                              | 13                            | 17.56    | 61                            | 82.44    |

**Tabla 5. Distribución en número y porcentaje en cuánto a correlación entre el grado histológico y positividad ganglionar**

| <b>GRADO<br/>HISTOLÓGICO</b> | <b>N°<br/>GANGLIOS</b> | <b>%</b>    |
|------------------------------|------------------------|-------------|
| II                           | 6                      | 46.15       |
| III                          | 7                      | 53.85       |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>13</b>              | <b>100%</b> |

**Tabla 6. Distribución número y porcentaje de pacientes con cáncer de mama e**

### inmunoreactividad al her-2/neu

| PACIENTES |     | HER-2/neu<br>POSITIVO |       | HER-2/neu<br>NEGATIVO |       |
|-----------|-----|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| No.       | %   | No.                   | %     | No.                   | %     |
| 74        | 100 | 16                    | 21.26 | 58                    | 78.38 |

**Tabla 7. Distribución en número y porcentaje en cuánto a la correlación entre el her-2/neu y la afectación ganglionar**

| HER-2/neu    | Nº<br>GANGLIOS<br>POSITIVOS |           | %           |
|--------------|-----------------------------|-----------|-------------|
|              | Negativos                   | Positivos |             |
| Negativos    | 09                          |           | 69.23       |
| Positivos    |                             | 04        | 30.77       |
| <b>TOTAL</b> | <b>13</b>                   |           | <b>100%</b> |

**Tabla 8. Correlación entre el grado histológico y el marcador tumoral her-2/neu**

| TIPO | GRADO HISTOLÓGICO |                    | INMUNOMARCADOR |                    |    |                    |     |   |
|------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------|----|--------------------|-----|---|
|      | No.               | %                  | HER-2/neu +    | No.                | %  | HER-2/neu -        | No. | % |
| II   | 16                | 21.62 <sup>b</sup> | 5              | 31.25 <sup>b</sup> | 11 | 68.75 <sup>b</sup> |     |   |
| III  | 58                | 78.38 <sup>b</sup> | 11             | 18.96 <sup>b</sup> | 47 | 81.04 <sup>b</sup> |     |   |

<sup>b</sup>p<0,05

El marcador tumoral HER-2/neu representa en la actualidad una herramienta de vigilancia y seguimiento de primera línea en el cáncer de mama, aunado a otros inmunomarcadores, en especial, receptores estrogenicos (ER) y receptores progesteronicos (PR) brindan una importante información que ayudan en la determinación de alternativas terapéuticas adecuadas para cada una de las pacientes afectadas en forma particular.

El HER-2/neu (c-erbB-2) codifica un receptor de tirosín-kinasa, el cual es miembro de la familia de receptores factor de crecimiento epidermal (EGF). El proto-oncogen c-erb-B2 está amplificado en más del 33% de

los tumores primarios examinados. La función de la proteína c-erbB-2 en el crecimiento y diferenciación mamaria normal todavía permanece desconocida, pero bien es cierto su papel en la formación tumoral y la adquisición de su capacidad metástasica. La sobre expresión del HER-2/neu ha sido observado en muchos tipos de tumor, que incluye células tumorales pulmonares, colon, próstata, ovario y mama. Su titulación predice una tasa de supervivencia sumamente baja y acortamiento del tiempo libre de recaída y ganglio linfático positivo.

El significado del HER-2/neu en

pacientes con ganglio linfático negativo es controversial, y de allí, que su utilidad como indicador pronóstico sea limitado. Los tumores con grado histológico III tienen un riesgo 4,4 veces mayor de recurrencia que aquellos con grado I. En ese sentido, el grado histológico puede ser utilizado como factor decisivo para instaurar terapia adyuvante frente a un tumor de tamaño límite y ausencia de compromiso ganglionar. En el presente estudio, se encontró asociación entre la sobreexpresión del HER2/neu con los grados II y III, pero no resultaron ser variables independientemente asociadas. De forma similar, el estudio de Gonzalez C. encontró asociación con la sobreexpresión del HER2/neu en análisis multivariado.

Loscánceres demamaconsobreexpresión de HER2/neu suelen tener un fenotipo de tumor agresivo y unas características histológicas particulares, como son: alto grado nuclear, actividad mitótica aumentada (alta fracción de la fase S) y ausencia de receptores hormonales. Este es un cáncer con aumento del número de recaídas y disminución del tiempo de supervivencia del paciente, sin importar el tipo de tratamiento que se suministre. Se considera la sobreexpresión de HER2/neu como marcador de mal pronóstico y de potencial como diana terapéutica, válida para el tratamiento de esta enfermedad con el uso de anticuerpos monoclonales específicos que se unen al dominio extracelulares del receptor, como el trastuzumab.

La proteína codificada por el gen HER2/neu se encuentra sobreexpresada en un 25- 30% de los cánceres de mama así el HER2/neu es el oncogén de más

alta incidencia en esta enfermedad. La importancia clínica e medir la amplificación del gen HER2/neu radica en que la sobreexpresión de la proteína HER2/neu indica peor pronóstico y por lo tanto cambio de tratamiento como el empleo del anticuerpo monoclonal humanizado trastuzumab.

En nuestro estudio el HER-2/neu se presentó reprimido en un alto porcentaje, el cual verdaderamente mide pronóstico clínico de invasividad tumoral y promedio de sobrevida.

La amplificación y sobre expresión de HER-2/neu y EGFR han sido correlacionados con un fenotipo de tumor agresivo y pobre pronóstico clínico, y relacionado con metástasis a ganglio linfático axilar. La frecuencia de la sobre-expresión de HER-2/neu no está incrementada en la fase tardía de la enfermedad. Coincidiendo con lo reportado por varios autores [Dominguez y Colbs, (2001); Gonzalez y Colbs (2007); Rojas (2005); Verdu y Colbs (2005)]. Muchos estudios de supervivencia para esta enfermedad concluyen que la amplificación/sobre-expresión de HER-2/neu es un factor pronóstico independiente, pero principalmente para pacientes ganglio axilar-positivo. En la actualidad, a nivel mundial, la investigación está enfocada en la búsqueda de predictores de recurrencia de enfermedad, respuesta a la terapia y comportamiento tumoral, particularmente en pacientes con cáncer de mama en fase temprana.

Según González (2005) los carcinomas que muestran sobre-expresión de la proteína neu son usualmente del tipo ductal y están asociados con un

componente intraductal extensivo, lo cual coincide con lo arrojado en nuestro estudio donde el mayor número de casos fueron carcinomas ductales con un total de 65 casos expresado en la Tabla 1.

Existen casos donde el tumor es demasiado pequeño o no se detecta en su superficie celular la presencia en dichos marcadores tumorales que ayuden a programar la terapéutica hormonal específica para cada paciente. De allí, surgió la necesidad de preconizar el uso del estadiaje o disección ganglionar axilar, como una herramienta biológica, para medir el grado de invasividad metastásica tumoral.

La disección ganglionar axilar, aunque aporta importante información pronostica, no es capaz de identificar todos los pacientes que potencialmente pueden fallar sistemáticamente. Cuando no se logra detectar enfermedad metastásica ganglionar, pueden suceder dos cosas: uno, que el drenaje linfático del tumor sea exclusivamente hacia la cadena ganglionar mamaria interna , y como tal, no sea debidamente estudiada por una disección ganglionar estándar, segundo, los pacientes pueden tener una biología del tumor con diseminación hematógena primero, que resulta en falla a distancia, sin desarrollo demostrable de enfermedad metástasica.

En nuestra investigación, solo 13 casos mostraron positividad para enfermedad ganglionar metástasica de un universo de 74 casos, cuando se relacionaron con el grado histológico se encontró 6 casos con grado histológico II (moderadamente diferenciados) y 7 casos con histológico III (pobremente diferenciados) ilustrados en las Tablas 3 y 4. En contraposición,

en 61 casos no se les detectaron ganglios linfáticos, quedando la incógnita de cómo será el comportamiento biológico de dichos tumores y su probabilidad o no de recaída.

Por último, hay que resaltar que la importancia de diagnosticar correctamente un tumor de mama, no sólo radica en el status nodal axilar sino también en el tipo histológico del tumor. En la Tabla 1 se muestra que el mayor número de casos fueron diagnosticados como adenocarcinoma ductal infiltrante sin otra especificación (SOE), con 65 pacientes, representando el 87.83%, además de la combinación de adenocarcinoma ductal más comedocarcinoma en 8 casos (10.81%) y por último sólo se detectó 1 caso en asociación con carcinoma medular (1.35%).

Usualmente, el carcinoma ductal invasivo, lobular, medular, con altas tasas proliferativas, son receptor – hormonal negativo, concluyéndose que los carcinomas de alta malignidad son receptor negativos en un alto porcentaje más que los carcinomas bien diferenciados.

## Conclusiones

Este estudio no se encontró asociación con la sobreexpresión del immunomarcador HER-2/neu en relación con el status nodal axilar, tiene implicaciones en la formación tumoral y capacidad metástasica del mismo.

El HER-2/neu predice la tasa de supervivencia más baja y acortamiento del tiempo libre de enfermedad – recaída asociado a ganglio linfático positivo.

El marcador HER-2/neu se presentó

fuertemente reprimido y en los casos donde se demostró inmunorreactividad positiva fueron mujeres menores de 50 años, con fenotipo tumoral agresivo y alto poder metastásico a ganglios linfáticos axilares, comprobándose su propiedad invasiva.

La disección ganglionar aunque aporta importante información, no es capaz de identificar a todas las pacientes susceptibles de fallar sistemáticamente, ya que existen 2 cadenas o vías de diseminación tumoral, la linfática axilar, propia de las mujeres postmenopáusicas, que son las que se benefician con la técnica de disección axilar; y la vía vascular no linfática, o mamaria interna, encontrada en los casos de mujeres pre-menopáusicas, o aquellas que presentan recaída en período de tiempo corto, motivación por la cual se postula la necesidad de disección de ganglio centinela, definido así, por ser el primero en recibir la linfa del lecho tumoral, evitándose técnicas de vaciamiento axilar, que incrementan la morbilidad de las pacientes afectadas. En este estudio el universo fue de 72 pacientes, sólo 13 casos les fue detectadas enfermedad ganglionar axilar metastásica positiva, sin poder descartarse la posibilidad, de que un 25% de los casos de ganglios negativos, pueden desarrollar posteriormente enfermedad ganglionar metastásica.

La determinación anatomicpatológica del tumor, su grado histológico, es fundamental para el desarrollo de una quimioterapia personalizada, ya que en nuestro estudio detectamos que, los casos clínicos con grado histológico III y ganglios axilares positivos

tuvieron un alto porcentaje, sabiendo que estos son tumores pobremente diferenciados, de pobre diagnóstico y mala respuesta a la manipulación hormonal, disminuyéndose así el promedio de sobrevida y acortamiento del tiempo de recaída de enfermedad; postulándose con esta aseveración, la necesidad de un rastreo mamográfico precoz, despistaje biopsico dirigido ante la menor sospecha de tumoración mamaria, buscando así ofrecer nuevas y más rápidas opciones terapéuticas a nuestra población femenina.

Se plantea la necesidad de promover campañas de educación sobre los riesgos de exposición a ciertos mutágenos ambientales potenciadores de las enfermedades (alcohol, cigarrillo, disturbios hormonales), rastreo de familias portadoras de genes predisponentes al cáncer mamario, chequeo mamográfico de control y divulgación de los estudios científicos relacionados al tema, para establecer en la población femenina susceptible.

## Referencias Bibliográficas

- Baquet, C.; Commiskey, P. (2000). Socioeconomic factors and Breast Carcinoma in multicultural woman Cancer. 88(5): 1256-1264.
- Bisell, M.; Weaver, V.; Lelievre, S.; Wang, F.; Peterson, O.; Schmeichel, K. (1999). Tissue structure, nuclear organization and gene expression in normal and malignant breast. Cancer Research. 59:1757-1764.
- Cemiecki, B.; Schaff, A.; Callans, L.; Spitz, F.; Bedrosian, I. (1999). Inmunohistochemistry with pancytokeratins improves the sensitivity of

- sentinel lymph node biopsy in patients with breast carcinoma. *Cancer.* 85(5): 1098-1103.
- Chodosh, L.; D'Cruz, C.; Gardner, H. Ha, S.; Marquis, S. (1999) Mammary gland development reproductive history and breast cancer risk. *Cancer Research.* 59: 1765-1772.
- Cote, RJ.; Petersen, H.; Chaiwun, B.; Gellar, RD.; Goldhirsch, A. (1999). Role of inmunohistochemical detection of lymph-node metastases in management of breast cancer. *The Lancet.* 354: 896-900.
- Domínguez, MA.; Marcos, M.; Meiriño, R.; Villafranca, E.; Dueñas, M.; Arias, F.; Martínez, E. (2001). Factores pronósticos y predictivos en el cáncer de mama temprano. *ANALES Sis Sam Navarra.* 24(1).
- Dowlatshahi, K.; Fan, M.; Bloom, K.; Splita, D. (1999). Occult Metastasis in the sentinel lymph nodes of patients with early stage breast carcinoma. *Cancer.* 16(6): 990-996.
- Gjerdrum, LM.; Sorensen, BS.; Kjeldensen, E.; Sorensen, FB.; Nexo, E.; Hamilton-Dutoit, S. (2004). Real-time quantitative PCR of microdissected paraffin-embedded breast carcinoma. An alternative method for HER2/NEU analysis. *J. Mol. Diagn.* 6 (1):42-51.
- Gonzalez- Muller, C. (2005). Características patológicas asociadas al carcinoma de mama HER-2 positivo. *Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos.* 66(2):89-99.
- Jemal, A.; Murray, T.; Ward, E. Cancer statistics. (2005). *J. Clin.* 55:10-30.
- Jhonsen-Thompson, M.; Guthrie, J. (2000). Ongoing research to identify environmental risk factors in breast carcinoma. *Cancer.* 88(5):1224-1229.
- Kothari, AS.; Beechey- Newman, N.; Hamed, H.; Fentiman, D'Arrigo; Hanby, AM. (2002). Paget disease of the nipple, A multifocal manifestation of higher-risk disease. *Cancer.* 95:1-7.
- Liberman, L. (2000). Pathologic analysis of sentinel lymph nodes in breast carcinoma. *Cancer.* 88 (5): 971-977.
- Madrid, MA.; Lo, RW. (2004). Chromogenic in situ hybridization (CISH): a novel alternative in screening archival breast cancer tissue samples for HER2/NEU status. *Breast Cancer Res.* 6(5):593-600.
- Martin, M. (2005). Anticuerpos monoclonales anti-HER2/NEU en cáncer de mama: trastuzumab. Moller del valles: Merck Oncologia, MerK farma Quimica.
- Mestres, J.; Muñoz, M.; Gascon, P. (2004). ErbB tyrosine kinase receptor inhibitors in breast cancer. *Rev. Oncol.* 6:12-21.
- Montse, A.; Valero, A.; Lledo, R.; Sagales, LI.; Carazo, A.; Cardo, C.; Torrus, X. (2005). Protocolo de estudio molecular del oncogen HER2/neu en el carcinoma de mama. *Clin. Transl. Oncol.* 11:504-11.
- Nichols, DW.; Wolff, DJ.; Self, S. (2002). A testing algorithm for determination of HER2 status in patients with breast cancer. *Ann. Clin. Lab. Sci.* 32:3-11.
- Pathank, D.; Osoch, J.; He, J. (2000). Breast Carcinoma Etiology. *Cancer.* 88(5): 1230-1238.
- Reed, W.; Hannisdal, W.; Boehler, P.; Host, H.; Nasland, J. (2000). The prognostic value of p53 and c-erbB-2

- immunostaining is overrated for patients with lymph node negative breast carcinoma. *Cancer.* 88(4): 804-813.
- Romond, EH.; Pérez, EA.; Bryant, J. (2005). Trastuzumab plus adjuvant chemotherapy for operable HER 2-positive breast cancer. *N Engl. J. Med.* 353:1673-1684.
- Ross, JS.; Fletcher, JA.; Linette, GP.; Stec, J.; Clark, E.; Ayer, M. (2003). The Her- 2/neu gene and protein in breast cancer. *Biomarker and target of therapy. Oncologist.* 8: 307-25.
- Wu, A. (2000). Diet and Breast carcinoma in multientnic populations. *Cancer.* 88 (5): 1239-1244.
- Zarpo, RJ.; Hammond, EH. (2002). Conference summary, strategic science simposium. HER-2/ neu testing of breast cancer patients in clinical practice. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 127:549-53.

---

# ACCIÓN DE DESINFECTANTES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOPELÍCULAS DE CEPAS DE *Staphylococcus aureus* PROVENIENTES DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS

Mujica Isabel, Zabala Irene, Rivera Jhoandry

Laboratorio de Genética y Biología Molecular

Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia

## Resumen

El *Staphylococcus aureus* es considerado en la industria de alimentos como un peligro biológico causante de toxiiinfecciones, sus vías principales de contaminación son manipuladores de alimentos, superficies de contacto y utensilios entre otros. Su patogénesis está centrada en su capacidad de producir biopelículas, adoptando cierta resistencia a agentes antimicrobianos, entre ellos los desinfectantes. Se determinó la acción que ejercen los desinfectantes en cepas de *S.aureus* productoras de biopelículas aisladas de manipuladores de alimentos. Se aislaron 27 cepas de *S. aureus* con capacidad de adherirse y formar biopelículas sobre superficies abiotícas como poliestireno y vidrio, aun en presencia de los diferentes desinfectantes ensayados, yodo, hipoclorito de sodio y amonio cuaternario. Se demostró mediante los análisis estadísticos que no hubo correlación significativa cuando se compararon con el método Rojo Congo Agar (RCA) y en tubo de ensayos ( $r= 0,4589$ ;  $p<0,05$ ) y entre el método RCA y TPC ( $r= 0,2120$ ;  $p> 0,05$ ). Se evidenció que el yodo fue el desinfectante que tuvo mejor efecto inhibitorio de biopelículas, en comparación con el amonio cuaternario y el hipoclorito de sodio, siendo de gran significancia para la industria de alimentos ya que resulta una alternativa eficaz y efectiva para la sanitización de las manos de los manipuladores de alimentos.

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*, manipulación, alimentos, biopelículas, desinfectante

## Introducción

El tema de la seguridad alimentaria es hoy una preocupación mundial y una de las metas prioritarias de organismos internacionales y nacionales. El espectro sobre factores de riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos indican que la mayoría de los brotes resultan de la manipulación inadecuada de alimentos, producto de las fallas en la aplicación de normas de buenas prácticas y sanitización de manos y superficies. El origen de estas fallas podría estar asociado a que la mayoría de personas que ejercen su labor como manipuladores de alimentos en determinada industria por lo general son personas que carecen del nivel instruccional que les permita entender, mediante capacitaciones continuas, la importancia de llevar a cabo correcta y eficientemente, las normas de buenas prácticas durante su jornada.

Existe una gran variedad de microorganismos patógenos que pueden contaminar los alimentos y causar enfermedades en algunos casos muerte en la población de alto riesgo. Dentro del grupo de microorganismos se encuentran el *Staphylococcus aureus* resulta de importante atención debido a que es un potencial patógeno que forma parte de la flora microbiana normal en individuos sanos. Se encuentra asociado a piel, manos, boca, perineo, vagina o nariz, y su presencia en alimentos usualmente indica contaminación proveniente de los trabajadores que manejan el alimento. Para que un microorganismo en particular inicie su adhesión y posterior producción de biopelículas, sólo necesita un entorno hidratado y una mínima presencia de nutrientes

para desarrollarse, creando la matriz de polisacáridos (biofilm o biopelículas), que les confiere mayor protección frente a los desinfectantes, antibióticos, ambientes hostiles y desecación. Por otra parte, la resistencia a desinfectantes por parte de agentes patógenos de alimentos se ha extendido en los últimos años, entre ellos se encuentra *Staphylococcus spp.* Que representa una potencial amenaza en la inocuidad del alimento. Aunque no se ha señalado cuál es el mecanismo de resistencia, se han encontrado ciertos vínculos genéticos entre resistencia a amonios cuaternarios (QAC) y antibióticos en *Staphylococcus spp.* Asociados a alimentos, lo cual genera una creciente preocupación. Por lo tanto, resulta relevante estudiar la dinámica y los factores que conllevan a patógenos asociados a alimentos como *S. aureus* a expresar su habilidad de producir biopelículas, ya que ésta los capacita para crecer e invadir alimentos y superficies de contacto asociadas a éstos últimos, dejando comprometida la inocuidad del alimento y provocando la vulnerabilidad de la salud de los consumidores.

Del mismo modo, esta condición de producir biopelículas podría favorecer la resistencia a la acción de los desinfectantes. Es por ello que el presente proyecto de investigación centra su atención a estos eventos, los cuales han sido ampliamente reportados para *S. aureus* en otros países y hasta la fecha, son poco conocidos en nuestro país.

## Materiales y Métodos

Las cepas de *S. aureus*, estudiadas en esta investigación, eran procedentes

de una población conformada por manipuladores de alimentos, de ambos sexos, pertenecientes a una empresa del sector productor camaronero ubicada en el municipio San Francisco, estado. Zulia, Venezuela.

Se realizaron un total de 4 muestreos en días diferentes, las muestras fueron tomadas luego del lavado de las manos que rutinariamente realizan los manipuladores antes de entrar a la sala de procesamiento del alimento. La toma de muestra se realizó mediante el método de hisopado, haciendo pasar un hisopo estéril por ambas manos del manipulador seleccionado, tomando cuenta la palma y entre dedos. Este hisopo fue colocado en un tubo que contenía agua peptonada al 0,1 % p/v y fueron trasladados en una cajas isotérmicas con hielo, hasta laboratorio de Genética y Biología Molecular de la Facultad Experimental de Ciencias de La Universidad del Zulia. Las muestras fueron sembradas en agar Vogel-Jhonson, selectivo para *Staphylococcus aureus* e incubadas a  $35 \pm 2$  °C por 48 horas, luego se observó si existía crecimiento presuntivo para proceder a realizar las pruebas de tinción diferencial de Gram y de caracterización bioquímica para la confirmación y denominación de la especie estudiada. Los desinfectantes evaluados sobre los aislados de *S. aureus* fueron: yodo, hipoclorito de sodio, y virex 256, cuyos agentes activos son a base de cloro y amonio cuaternario, respectivamente. Para determinar la habilidad de producir biopelículas en las cepas de *Staphylococcus* sp se utilizó el Método en placas de Rojo Congo Agar (RCA), siguiendo especificaciones del autor.

Se realizó otro ensayo fenotípico cualitativo para determinar la habilidad de producir biopelículas utilizando el método del tubos de ensayo tiñendo con cristal violeta.

La producción de biopelículas por las cepas de *Staphylococcus aureus* en presencia de detergentes, fue evaluada siguiendo el ensayo del Método sobre Microplacas de cultivos celulares (TCP), modificando el TSB-Glucosado. El cual contenía una concentración de detergente, a la cual todas las cepas estudiadas mostraron sobrevivencia luego de 48 horas de incubación, en la prueba cuantitativa de susceptibilidad a los detergentes.

Los criterios de discriminación y cuantificación del poder adherente y producción de biopelículas en presencia de detergentes, fueron calculados igualmente según ciertas deducciones.

Para la obtención de los genes *icaABC* se realizó la extracción de DNA y posteriormente amplificación en cadena de la polimerasa (PCR). Las reacciones de PCR constaron de un volumen total de 25 µL contenido: 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>; Primers forward y reverse: 0.2 µM; Buffer Taq hasta 1X; mezcla de dNTP's (A, T, C, G): 0.2 mM; 1 µL del DNA extraído y previamente diluido con agua libre de DNAsa y RNAsa en proporción 1:10 y Taq polimerasa 1,25 U. Las reacciones se llevaron a cabo en un termociclador (Applied Biosystems, Modelo PCR 2720) Los ensayos de PCR incluyeron un control interno con primers específicos para amplificar una sección del gen 16S rRNA (16s-PLUS A G G A G G T G A T C C A A C C G C A y 16s-Minus

AACTGGAGGAAGGTGGGGAT) y del gen *nuc* de *S. aureus* (nucForward AAAAGGGCAATA CGCAAAGA y nucReverse TAGCCAAGCCTTGACGAATC) a fin de verificar la calidad e identidad del DNA estudiada, respectivamente. Adicionalmente se incluyó como control de reacción, un tubo donde se incluyeron cada uno de los componentes de la PCR sin la inclusión de DNA muestra. Los primeros utilizados para amplificar los genes *icaA*, *icaB* y *icaC* fueron diseñados a partir de la secuencia del operón *ica* publicada en la base de datos del Gen Bank y sintetizados por la compañía Integrated DNA Technologies, Inc., EE.UU, mientras que los primeros, controles, para el gen 16 rRNA y *nuc*. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA a fin de determinar cuáles de las pruebas realizadas para la determinación de la capacidad de producción de biopelículas en las cepas a estudiar, mostraba mejor respuesta luego de la exposición a diferentes desinfectantes. Así mismo, se realizaron correlaciones entre la presencia de los diferentes genes *ica* con la capacidad o no de las cepas para producir biopelículas. Todos los análisis se llevaron a cabo con un nivel de confianza del 95% en el paquete estadístico Statgraphics plus 5.1.

## Resultados y Discusión

De un total de 100 muestras aisladas en Agar Vojel jhonson, solo 27% de las cepas resultaron ser *Staphylococcus aureus*, estas fueron caracterizadas mediante pruebas bioquímicas entre las cuales se destacan Coagulasa, DNAsa,

Catalasa y reducción de telurito. La presencia de cepas de *Staphylococcus aureus* en manos de manipuladores de alimentos demuestra que existen fallas en los procesos de higiene y sanitización de los mismos, lo que resulta contraproducente para la inocuidad del producto terminado. Accoa *et al.*, (2003) reportan el aislamiento de un 30% de cepas *S. aureus* resistentes a antimicrobianos aisladas de mucosa nasal de manipuladores de alimentos. Las cepas de *Staphylococcus aureus* estudiadas evidenciaron en su mayoría, la capacidad de producir biopelículas, esto se comprobó al observarse la aparición de colonias negras rugosas sobre las placas de rojo congo agar suplementado con glucosa. También pudieron ser observadas cepas no productoras de biopelículas cuyas colonias eran de color rojo. El 92% de las cepas mostraron la coloración negra y un 8% la coloración roja fenotípica que caracterizan a las cepas de *Staphylococcus aureus* productoras y no productoras de biopelículas respectivamente tal como son descritas por otros autores.

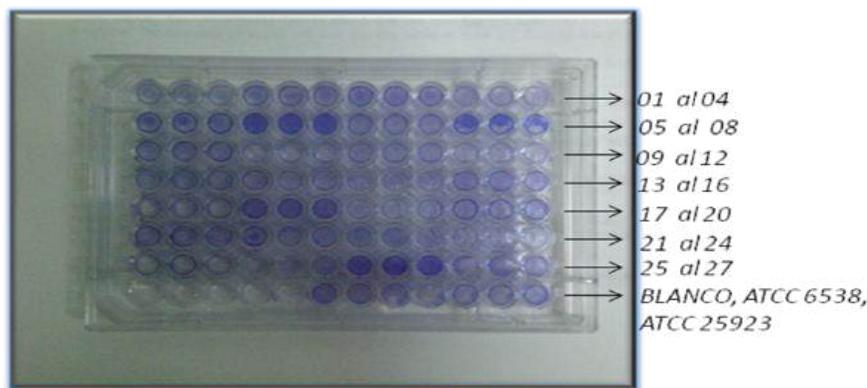
Los resultados obtenidos para la determinación de la capacidad de adhesión y formación de biopelículas sobre superficies abioticas entre las cepas estudiadas revelaron que el 81,48% las cepas de *Staphylococcus aureus* manifestaron habilidades para producir biopelículas sobre la superficie de los tubos de ensayo de vidrio mientras que el 18,5% fueron calificadas como no productoras (Figura 5) La población de cepas ensayadas arrojó los siguientes resultados, las fuertemente productoras mostraron una elevada frecuencia en un

44,4 % mientras que el resto resultaron en un 25, 9% moderadamente productoras, 14,81% débilmente productoras y 18,51% no productoras. Rivera en el 2009. reporta que el 100% las cepas de *Staphylococcus* spp. Provenientes de quesos, manifestaron habilidades sobre la superficie de los tubos de ensayos de vidrio para producir biopelículas. Para la industria de alimentos es importante identificar las condiciones en las que *S. aureus* es capaz de crecer y multiplicarse, ya que el hecho de que estas cepas adquieran mecanismos de adherencia y fijación a superficies de contacto con el alimentos conduce a graves

problemas de higiene, descomposición de los alimentos generando pérdidas económicas para la industria.

#### Evaluación de la producción de biopelículas por cepas de *Staphylococcus aureus* en presencia de detergentes.

Se demostró que en presencia de agentes desinfectantes la formación de biopelículas y posterior adherencia a superficies de contacto sufren un efecto inhibitorio, sin embargo ciertas cepas mostraron tolerancia a los mismos (Figuras 1 y 2).



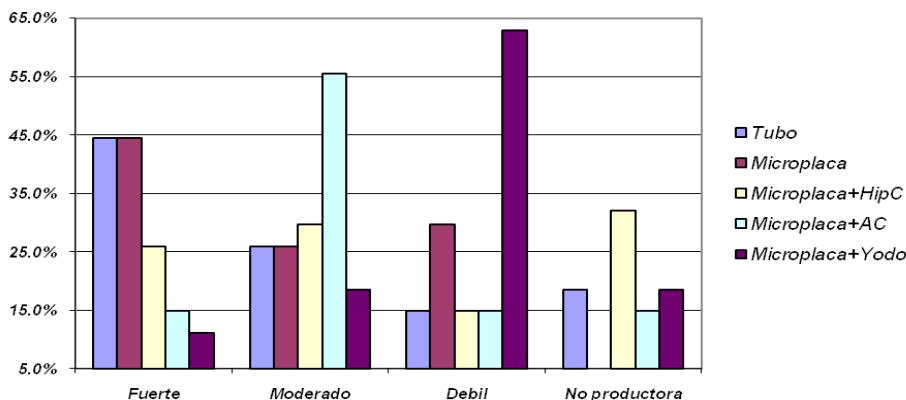
**Figura 1.** Adhesión y producción de biopelículas en la microplaca de cultivo celular de poliestireno. De izquierda a derecha se observa, por triplicado, cada una de las cepas de *Staphylococcus aureus* ensayadas.

En presencia del hipoclorito a una concentración mínima inhibitoria de 0,75 $\mu$ L/mL el mayor porcentaje se observaron en las cepas no productoras con un 32,0% seguido de las moderadamente productoras 29,6%, las fuertemente productoras con un 25,9%, mientras que los menores porcentajes estuvieron representado por las

débilmente productoras de biopelículas con un 14,9%. También fue ensayado el método TPC en presencia de un agente de tipo amonio cuaternario, cuyo nombre comercial es conocida como VIREX con una concentración de 0,5%, obteniéndose los siguientes valores: 55,5 % las moderadamente productoras, 14,8% fuertemente productoras,

14,8% débiles productoras y 14,8% no productoras. Finalmente cuando fueron sometidas a la presencia del yodo 0,25 $\mu$ L/mL los resultados fueron los

siguentes; 62,9% débiles productoras, 18,51% Moderadamente productoras, 18,51% No productoras y 11,1% las fuertemente productoras.



**Figura 2. Frecuencia de cepas de *Staphylococcus aureus* productoras de biopelículas en presencia de desinfectantes.**

Estos datos evidencian que el yodo fue el que mejor comportamiento presentó en cuanto a efecto antibacterial, en comparación con el amonio cuaternario y el hipoclorito de sodio. Este dato resulta de gran significancia para la industria de alimentos, ya que pudiera resultar una alternativa eficaz y efectiva el uso de yodo para la sanitización de las manos de los operarios o manipuladores de alimentos. Al igual que en este estudio, Mejía *et al.*, (2004) evaluaron la acción de siete desinfectantes utilizados en los criaderos comerciales de pollo frente a cepas de *Staphylococcus aureus* entre ellos amonio cuaternario y yodo, el resto de agentes ensayados fueron compuestos fenólicos y un compuesto de aceite de pino. Resultando que seis de los siete desinfectantes evaluados fueron

efectivos en la muerte de *S. aureus* en el estableciendo que un tiempo de contacto de 10 minutos es suficiente. Un aspecto relevante de esta investigación es que aun cuando la exposición de las cepas de *Staphylococcus aureus* a la acción de desinfectantes redujo la carga bacteriana capaz de producir biopelículas, existe un menor porcentaje que logró resistir a la acción de los mismos y sobrevivir logrando adherirse y formar la biopelícula, lo que pudiera alterar la inocuidad del alimento que se esté procesandose para ejercer la acción bactericida.

En cuanto a la amplificación de los genes *icaABC* los datos obtenidos (Figura 3) indican lo siguiente; para el gen *icaA* solo amplificaron tres cepas bacterianas que representan el 11,1% del total de

muestras, en el caso del gen *icaB* nueve cepas (33,3%) y finalmente el gen *icaC* donde el 100% de las cepas mostraron ausencia del gen. Estos resultados permiten corroborar lo reportado por otros investigadores quienes establecen, que efectivamente los mecanismos que permiten a las cepas de *Staphylococcus aureus* desarrollar biopelículas en superficies de contacto está sujeto en

gran medida a su codificación genética. Por su parte Rivera, (2009) evaluó las características genotípicas en cepas de *Staphylococcus* spp. Observando entre las cepas una elevada frecuencia de aparición de genotipos *icaAB* (44%) y en muy baja proporción la aparición de *Staphylocococcus* spp. que carecen de los genes *icaABC*.



**Figura 3.** Productos obtenidos por PCR con primers para gen *icaA* e *icaB* en las cepas *Staphylococcus aureus* aisladas de Manipuladores de alimentos.

Al realizar el análisis estadístico de datos basada en la asociación por grupo promedio (Figura 4) entre las cepas de *Staphylococcus aureus*. Estudiadas, donde se correlacionan su caracteres fenotípico y genotípico para la adhesión y producción de biopelículas se demuestra que aun cuando las cepas provienen de diferentes manipuladores de alimentos hay un gran porcentaje que guardan similitud entre ellas, mostrando mecanismos homogéneos de adhesión a superficies de contacto y producción de biopelículas. resencia de genes *icaAB*. La sospecha de mecanismo de adhesión y producción de biopelículas, en los aislados de este estudio, que aparentan ser en su mayoría independientes del

operón *ica* resultan interesantes para ser profundizadas basada ahora en el gen *bap* ya que hoy día se ha observado que éste último gen forma parte de una nueva isla de Patogenicidad descrita en *S. aureus* aislados de mastitis bovina (SaPIbov2) la cual posee cerca del extremo 5' una secuencia de inserción (IS) con un 97% de identidad con el elemento IS257L del transposón Tn4003 y, al igual que en *S. aureus*, en SCoN *bap* está flanqueado por secuencias de inserción implicados en movilidad genética, el hecho de encontrar elementos IS o secuencias procedentes de transposones en las IP es algo habitual y está descrito que presentan una alta inestabilidad, pudiendo ser delecionadas en bloque y sufrir

duplicaciones y amplificaciones. En este apartado, otra fase de variación descrita en *S. aureus* consiste en la obtención de variantes deficientes en la formación del

biofilm debido a la eliminación de la isla de patogenicidad descrita cuando ésta contiene los elementos esenciales para el proceso de formación del biofilm.

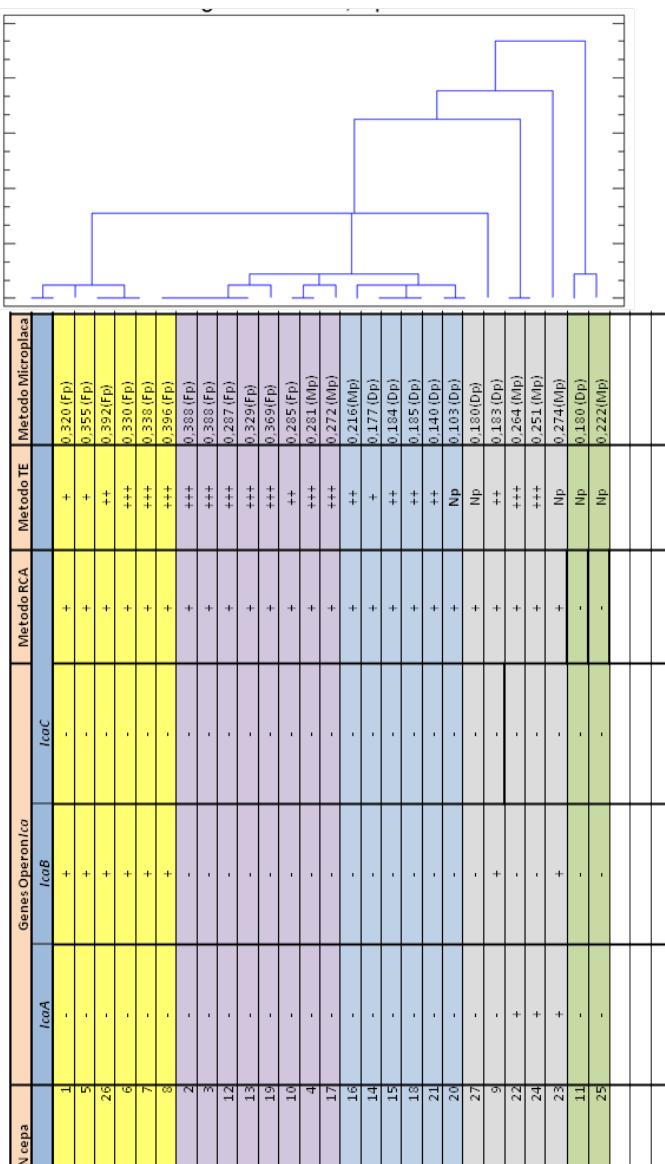


Figura 4. Asociación por grupo promedio entre las cepas de *Staphylococcus* spp. estudiadas, basada en sus caracteres fenotípico y genotípico para la adhesión y producción de biopelículas.

Los resultados obtenidos en esta investigación pueden resultar de gran utilidad a la empresa de alimentos para que tomen conciencia en cuanto a la importancia de los programas preventivos y de sanitización y así mantenerse alerta ante el hecho de que existen cepas patógenas como en este caso de *Staphylococcus aureus* estudiadas las cuales mostraron una potencial capacidad de adhesión a superficies y/o materiales implicando pérdidas económicas en la industria, así como también, posibles pérdidas de vidas humanas en caso de que se lleguen a distribuir dichos alimentos. Es muy importante que la industria tenga presente que superficies tales como: acero inoxidable y vidrio (ésta última aquí ensayada) utilizadas comúnmente para el procesamiento de alimentos tienden a ser preferidas por microorganismos para su adhesión y los estudios concuerdan en que éstos sustratos son preferidos por los microorganismos precisamente por contar con alta energía superficial libre que les confiere un carácter hidrofilico por lo cual la adhesión se ve favorecida cuando la energía superficial de la bacteria es aún mayor a la del medio. Es indispensable que la industria de alimento incluya en su lista de prioridad llevar a cabo estrategias que permitan prevenir y controlar posibles contaminaciones cruzadas y así garantizar la inocuidad y calidad del producto terminado. Para esto se deben considerar programas como las Buenas Prácticas de Manufactura y/o sistemas preventivos tales como el HACCP. En el mismo orden de ideas, se debe tomar en consideración que una correcta higiene de los alimentos está

determinada por una serie de factores tales como materia prima, temperaturas y condiciones de conservación, infraestructura de la empresa donde se manipulan los alimentos, entre otros, destacando entre todos ellos la higiene de los manipuladores de alimentos. Si se logra vigilar y controlar cada uno de estos factores así como también entender que la inocuidad debe estar primero que la calidad, las industrias ubicadas en el estado Zulia destinadas al procesamiento de alimentos podrán garantizar la distribución de alimentos seguros al consumo humano y de esta manera podrían alcanzar una excelente posición que la colocaría en una de las preferidas en el mercado nacional e internacional distribuyendo alimentos seguros y de calidad para el consumo humano.

## Conclusiones

Se aislaron cepas de *Staphylococcus aureus* productoras de biopelículas capaces de resistir a la acción de los diferentes desinfectantes ensayados de forma variable como: yodo, hipoclorito de sodio y amonio cuaternario.

En presencia de los desinfectantes hipoclorito de sodio, el yodo siendo este el mayor y amonio cuaternario, se observó que un alto porcentaje de cepas fueron incapaces de adherirse y producir biopelículas.

Las cepas aisladas de diferentes manipuladores de alimentos muestran gran similitud en su comportamiento fenotípico sobre las placas de RCA-G y su adhesión a los tubos de ensayos y microplacas de poliestireno.

Respecto a los genotipos, el mayor

porcentaje estuvo representado por la presencia del gen *icaB* seguido del gen *icaA*, siendo toda la proporción carente del gen *icaC*.

Se observó la coexistencia de los genes *icaAB* en las cepas 22,23 y 24. mostrando fenotipos diferentes en los ensayos realizados para comprobar capacidad de adherencia y formación de biopelículas.

Las prácticas del lavado de mano de los manipuladores presentan serias fallas que permiten el crecimiento de cepas de *Staphylococcus aureus* luego de haberlas sanitizadas.

## Referencias Bibliográficas

Accoa, F.S.; Henriques, J.A.P.; Tondo, E.C. (2003). Identification of multiple strains of *Staphylococcus aureus* colonizing nasal mucosa of food handlers. *Food Microbiology*. 20: 489-493.

Arslan, S.; Ozcarde, F. (2007). Slime production and antibiotic susceptibility in *Staphylococci* isolated from clinical samples. *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*. 102:29-33.

Christensen, G.; Simpson, W.; Younger, J.; Baddour, L.; Barrett, F.; Melton, D.; Beachey, E. (1985). Adherence of coagulase-negative *staphylococci* to plastic tissue culture plates: a quantitative model for the adherence of *staphylococci* to medical devices. *Journal Clinical Microbiology*. 22:996-1006.

Figueroa, G.; Navarrete, P.; Caro, M.; Troncoso, M.; Faúndez, G. (2002). Portación de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénicos en manipuladores de alimentos. *Revista Médica de Chile*. Versión impresa. ISSN 0034-9887. 130:

859-864.

Freeman, D.; Falkiner, F.; Keane, C. (1989). New method for detecting slime production by coagulase negative *staphylococci*. *J. Clinical Pathology*. 42:872-874.

González, J.A.; Rego, C. S.; Gallardo, F.J.; García, L.; Rodríguez, A. (2003). Efectividad de diferentes desinfectantes de uso alimentario frente a microorganismos aislados de una industria alimentaria. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*. 341:49-52.

Greisen, K.; Loeffelholz, M.; Purohit, A.; Leong, D. (1994). PCR primers and probes for the 16S rRNA gene of most species of pathogenic bacteria, including bacteria found in cerebrospinal fluid. *J. Clinical Microbiology*. 32:335-351.

Hacker, J.; Blum-Oehler, G.; Mulhdorfer, I.; Tscharte, H. (1997). Pathogenicity islands of virulent bacteria: structure, function and impact on microbial evolution. *Mol. Microbiol*. 23:1089-109. Hacker, J.; Kaper, J. (2000). Pathogenicity islands and the evolution of microbes. *Annu. Revista Microbiología*. 54:64-679.

López, L.; Romero, J.; Ureta, F. (2002) Acción germicida in vitro de productos desinfectantes de uso en la industria de alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 52(1).

Lues, J.F.R.; Tonder, I. (2007). The occurrence of indicator bacteria on hands and aprons of food handlers in the delicatessen sections of a retail group. *Food Control*. 18: 326-332.

Mac Faddin, J. (2000). Biochemical test for identification of medical bacteria. chapter 19. Third Edition. United state of

- America. Editorial Lawrence Mc Graw. Pp 254;272.
- Manijeh, M.; Mohammad, J., Kermanshashi, K. (2008). The assessment of biofilm formation in Iranian meat processing environments. Res. Journal Micobiology. 3:181-186
- Mejia, A; Morishita, T.Y.; Lam, K.M. (2004). The effects of seven chicken hatchery disinfectants on a *Staphylococcus aureus* strain. Preventive Veterinary Medicine.18:193-201
- Ramesh, A.; Padmapriya, B.; Varadaraj, A. (2002). Application of a convenient DNA extraction method and multiplex PCR for the direct detection of *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica* in Milk samples. Molecular and cellular probes. 16:307-314.
- Rivera, J. (2009). Caracterización fenotípica y genotípica de cepas de *Staphylococcus* sp. productoras de biofilm aisladas de quesos. Trabajo Especial de Grado. Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia. 80 pp.
- Rodríguez, J.; Hernández, M. (2007). Importancia del control higiénico de superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar la contaminación cruzada. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 150 pp.
- Tauxe, R. (2002). Emerging Foodborne pathogens. Internl. J. Food Microbiol. 78: 31-41.
- Ubeda, C.; Tormo, M.A.; Cucarella, C.; Trotonda, P.; Foster, T.J.; Lasa, I.; Penades, J.R. (2003). Sip, an integrase protein with excision, circularization and integration activities, defines a new family of mobile *Staphylococcus aureus* pathogenicity islands. Mol. Microbiol. 49: 193-210.
- Yazdani, R.; Oshagi, M.; Havayi, A.; Pishva, E.; Salehi, R.; Sadeghizadeh, M.; Foroohesh, H. (2006). Detection of icaAD gene and biofilm formation in *Staphylococcus aureus* isolates from wound infections. Iranian J. Publ. Health. 35:25-28.



---

# **DESARROLLO DE HARDWARE LIBRE PARA LA APROPIACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PROCESOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS BAJO TECHO**

Díaz Dhionel, Roca Santiago, Moreno, Jorge

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres

(CENDITEL), Mérida

ddiaz@cenditel.gob.ve

## **Resumen**

La producción en cultivos bajo techo requiere el mejor entorno posible para su mantenimiento, puesto que puede ser especialmente sensible a algunos parámetros ambientales. El control de esos parámetros mediante un sistema automatizado facilita la tarea de conservarlos en condiciones óptimas. Así, se presenta el desarrollo de un autómata programable, que atiende principalmente el riego de los cultivos y supervisa las variables ambientales más importantes. Adicionalmente, puede configurarse de acuerdo con los requerimientos específicos de cada cultivo. El prototipo está dirigido a su implementación en invernaderos, por lo cual se hace énfasis en la posibilidad de replicarlo a través de dinámicas educativas de apropiación tecnológica. La propuesta se desarrolló dentro del paradigma del hardware y el software libre, con la expectativa de fomentar iniciativas comunitarias para su mejoramiento. Con vista a la conformación de procesos de aprendizaje tecnológico, se proponen un conjunto de elementos para la apropiación del dispositivo por los productores, facilitando su implementación en cada contexto particular, así como el escalamiento del prototipo.

**Palabras clave:** hardware libre, tecnología, procesos agrícolas, apropiación

## Introducción

En este trabajo se exponen los fundamentos, las características y los resultados actuales de un proyecto que se propone desarrollar un sistema para el control de procesos agrícolas, desde un enfoque que integra el desarrollo del dispositivo con el despliegue de dinámicas de apropiación sociotécnica. En cuanto al desarrollo tecnológico, nos propusimos diseñar un autómata programable para atender determinadas actividades vinculadas con cultivos bajo techo. Adicionalmente, nos planteamos la formulación de modos organizacionales que impulsen la apropiación del conocimiento, vinculado con la utilización del dispositivo. En las secciones correspondientes se mostró cómo se aborda cada una de estas líneas de trabajo.

## Desarrollo colaborativo de hardware libre para cultivos bajo techo

El hardware libre es un enfoque de desarrollo en el cual se crean dispositivos “cuyo código fuente, especificación de procesos de fabricación y diseño conceptual están disponibles de forma tal que ofrezcan: libertad de uso, de estudio y modificación, de distribución, y de redistribución de las mejoras” (Plataforma de desarrollo en hardware libre, 2012)

a). En un nivel algo más complejo, lo que se propone el desarrollo de hardware libre no es solamente el acceso a la información, sino la creación de comunidades de trabajo colaborativo en las cuales se le da respuesta a determinados problemas. Este género de desarrollo requiere que se cumplan

un conjunto de procedimientos, con el propósito de garantizar las cualidades de un dispositivo de hardware libre y participación de diferentes perspectivas. En resumen, los pasos a seguir incluyen la conceptualización, la administración y el desarrollo (Plataforma de desarrollo en hardware libre, 2012).

b). Como se ha mencionado, el primer objetivo del proyecto es la fabricación de un autómata programable para el control de procesos agrícolas en cultivos bajo techo. Básicamente, se plantea proporcionar apoyo a pequeños productores agrícolas a través del diseño y fabricación de un sistema de hardware que asista al control de variables de cultivo, tales como temperatura, humedad y luminosidad. Además, el dispositivo debe controlar diferentes actividades asociadas con la producción, tales como el riego y el suministro de nutrientes. Ahora bien, el desarrollo de este dispositivo se realizó de forma colaborativa con algunos productores ubicados en zonas aledañas al centro de investigación (particularmente en el Valle, estado Mérida). En función de esto se realizaron los siguientes pasos: Se elaboró un diagnóstico de las necesidades tecnológicas de automatización para los espacios de cultivo bajo techo, con reconocimiento de las condiciones educativas y sociales presentes en los espacios de producción. Diseño del dispositivo y adaptación a los requerimientos especificados entre los productores y los desarrolladores.

Desarrollo del código que controla el funcionamiento de los componentes del dispositivo (firmware), y programación de la interfaz principal y algoritmos de

control.

Fabricación del hardware que incluye tarjetas de circuito impreso (PCB) y carcásas, con su respectivo ensamblaje y montaje.

Pruebas de laboratorio e implementación en el campo de producción.

Publicación de los códigos fuente del dispositivo, incluyendo las especificaciones para los actuadores necesarios para el control de variables de cultivo.

Entre las actividades ejecutadas, se realizaron visitas a los espacios de producción seleccionados para el levantamiento de la información sobre necesidades, recursos y procedimientos que realizan, en los cuáles podría participar el dispositivo. Posteriormente, se realizó el estudio del modelo base disponible para adaptarlo a las especificaciones técnicas y funcionales definidas previamente en conjunto con los productores. Como resultado, se realizaron modificaciones del diseño físico y electrónico, incorporando nuevos componentes.

El circuito del dispositivo se planteó de forma modular, y está integrado por dos tarjetas, cada una con funciones diferenciadas. La primera tarjeta es la “tarjeta de control”, la principal del sistema y la que interconecta todos sus componentes. Esta tarjeta se acopla con la placa Arduino UNO, la cual incorpora el microcontrolador y extiende sus puertos de entrada y salidas (digitales y analógicas) para la comunicación con los demás componentes del dispositivo. Es necesario aclarar que Arduino es una plataforma para la fabricación de prototipos de hardware, de fuente abierta

(<http://www.arduino.cc/>), y que la placa UNO contiene un microprocesador y otros componentes para su programación directa a través del puerto USB. La tarjeta de control también incorpora un reloj de tiempo real, una memoria estática adicional y un expansor de puertos para el manejo de LEDs. Así mismo, esta tarjeta también establece comunicación con el sistema de sensores utilizados, que incluye un sensor integrado de doble función para medir temperatura y humedad relativa y otro sensor integrado para medir luminosidad. Los elementos de interacción del panel del dispositivo, como pulsadores, pantalla LCD y LEDs indicativos; también son manejados desde la tarjeta de control.

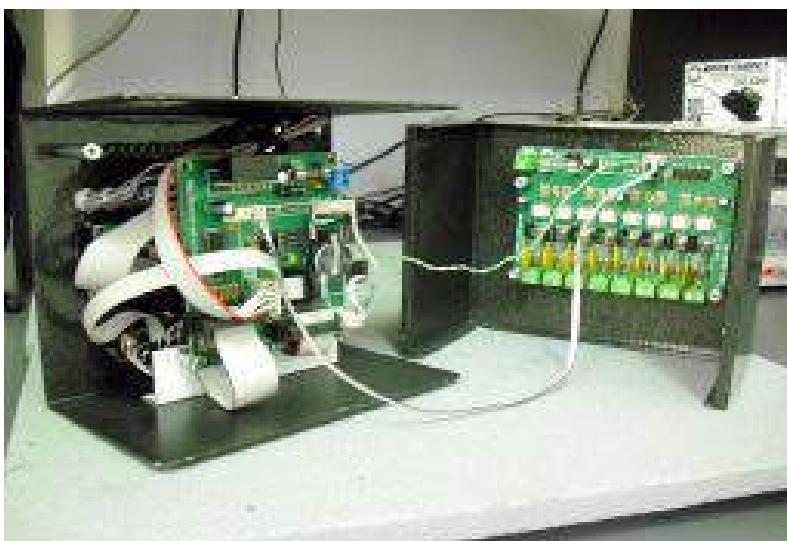
Por otro lado, la segunda tarjeta representa la “tarjeta de salidas”, la cual se encarga de manejar directamente las salidas del sistema a través de relés que pueden accederse desde el panel externo del dispositivo. Esta tarjeta cuenta con un conjunto de ocho optoacopladores con sus respectivas protecciones de sobrecarga y sobrevoltaje, los cuales pueden manejar actuadores externos con líneas de 24VDC utilizando contactores de potencia adecuados. Los optoacopladores en la tarjeta de salida se manejan internamente mediante un expansor de puertos. La tarjeta de salidas es controlada por la tarjeta de control haciendo uso del protocolo i2c, y se conectan físicamente entre sí mediante tres hilos.

La interfaz física de usuario consta de cuatro botones que sirven como entradas para la configuración del dispositivo, y también una pantalla LCD de arreglo 16x2 que permite visualizar las salidas

del sistema. A nivel lógico, la interfaz está integrada por un conjunto de pantallas, las cuales permiten mostrar información de forma organizada y ejecutar diferentes acciones (tales como el ajuste de hora, las alarmas, modificación de umbrales de variables y configuración de salidas). En primer lugar, la pantalla inicial muestra en tiempo real la monitorización de las variables en medición, así como la fecha y hora. Desde ahí se puede acceder a la pantalla de control de las salidas y al menú de configuración del sistema.

En el equipo se encuentran configuradas las tablas de riego que se determinaron utilizando la información proporcionada por los agricultores en la fase de requerimientos. Estas tablas se guardan en los llamados “perfiles de riego”, dentro de las pantallas de configuración, para ser ejecutadas automáticamente a través de alarmas programadas. Así mismo, pueden re-programarse según las necesidades existentes. Para ello, se

presenta el acceso a las tablas de riego y se seleccionan las horas y los intervalos que se deseen activar o desactivar. También es posible modificar los umbrales de variables medidas, los cuáles se utilizan como referencia para el control de las salidas a través de algoritmos definidos. Estos umbrales también forman parte del perfil de riego, y allí pueden seleccionarse las variables que estarán involucradas, bien sea temperatura, humedad relativa, luminosidad, o una combinación de ellas. Finalmente, se configuran las salidas para su manejo manual o automático, las cuales pueden ejecutarse independientemente según el perfil de riego asignado a cada una de ellas, de acuerdo con la tabla de riego y las variaciones presentes en los umbrales considerados. Los archivos asociados con los resultados del proyecto se encuentran en la dirección: <http://fsl.cenditel.gob.ve/projects/hapa/>





**Figura 1. Hardware para el control de procesos agrícolas**

### **La apropiación social de un proyecto de hardware libre**

El fenómeno de la tecnología, en cuanto que actividad humana, se encuentra integrado por un conjunto de dinámicas sociales y cognitivas que cristalizan la generación de conocimientos. De este modo, como afirma Varsavsky (2006), la tecnología posee una dimensión física y una dimensión social, la elección que hagamos en una u otra dirección determinará necesariamente la concepción que tengamos del problema de la apropiación del conocimiento. Desde el enfoque estrictamente instrumentalista (Martínez y Suárez, 2008), el papel del usuario consiste en adaptarse a los requerimientos del dispositivo tecnológico con el propósito de explotar de forma más eficiente las capacidades del mismo. Por lo tanto, el usuario debe adiestrarse en

el manejo del dispositivo, de forma tal que pueda asumir un papel funcional en el mismo. En contraste, desde el enfoque constructivista/sociotécnico [Feenberg, (2002); Tomas y Fressoli, (2009)], la apropiación del conocimiento implica no solamente el uso, sino también la participación del sujeto en la construcción del sistema tecnológico en el que se encuentra. Así que, un enfoque sociotécnico, como un proceso auto-organizado de integración entre el conocimiento técnico-tecnológico y la dinámica social está presente en un contexto determinado (Tomas y Fressoli, 2009).

Ahora bien, para observar y participar en un proceso de apropiación de conocimientos se requieren dos condiciones: reconocer las cualidades del contexto sociotécnico y el despliegue de un proceso el cual es eminentemente

educativo y facilite la integración entre distintos saberes y culturas cognitivas. Para canalizar estas condiciones, consideramos los siguientes pasos: Elaboración de un mapa de las dinámicas sociotécnicas existentes en el espacio de apropiación del conocimiento. Una dinámica sociotécnica se define como un “conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores (Thomas y Fressoli, 2009: 120).

Reconocimiento de las dimensiones y variables que comprende la apropiación del conocimiento. Las dimensiones que se observaron fueron las siguientes (adaptado de Thomas y Fressoli, 2009): Procesos de producción de conocimientos (subsistema socio-cognitivo).

Tecnologías implementadas (subsistema socio-técnico/tecnológico).

Modelo socioproyectivo (subsistema socio-productivo).

Factores “institucionales” (subsistema socio-político).

Acompañamiento de la experiencia de apropiación del conocimiento y monitorización de las variables observadas a través de la observación participante.

Sistematización de los resultados y elaboración de una propuesta estratégica para reforzar continuamente el proceso de apropiación del conocimiento.

La pertinencia de este enfoque se encuentra porque facilita que se abarque no sólo la dimensión del “uso” de dispositivos, sino aspectos más amplios (tales como saberes tácitos y explícitos, estructurados y no estructurados); así como la generación de conciencia en torno a condiciones sociales del

despliegue técnico y productivo. En tanto que proceso educativo, busca formar sujetos creativos que construyan el sistema tecnológico, por lo que la forma de trabajo debe tener un sentido *dialógico* y debe tributar a la concienciación de los sujetos que participan. La idea de “concienciación” implica hacer evidentes las condiciones que determinan el sistema sociotécnico, es decir, el conjunto de relaciones simbólicas y materiales que lo configuran de tal o cual manera. De ahí viene el auto-reconocimiento del sujeto como participante en ese contexto y, particularmente, como cocreador de cultura y de relaciones sociales [Freire, (1969); Freire, (1970); Contreras et al., (2010)]. El objeto del saber en cuestión es propiamente el que se refiere a la constitución del sistema tecnológico. En otras palabras, los sujetos participan en el proceso de apropiación a través de la mediación de los saberes vinculados con la actividad en la que se encuentran involucrados. Sólo que estos saberes no se consideran en abstracto, sino como parte de un conjunto de relaciones en las cuales los sujetos participan histórica y culturalmente.

Con el fin de ilustrar el enfoque sociotécnico en el caso del desarrollo del hardware para el control de procesos agrícolas, se presenta un resumen de la observación realizada sobre algunos aspectos expresados con anterioridad. La información presentada en este cuadro fue levantada a partir de varias entrevistas realizadas en el espacio de producción visitado y con material documental disponible [ASODINTA, (2010)]; Plataforma de desarrollo en

hardware libre, 2011); (Garrido, O., 2012); ( Garrido, O., entrevista personal, entrevista personal, 23 de marzo de 27 de junio de 2012).

**Tabla 1. Resumen del proceso de apropiación en el caso del hardware desarrollado.**

| <b>Dimensión del Sistema sociotécnico</b> | <b>Descripción del Sistema sociotécnico</b>  | <b>Acompañamiento de la apropiación de saberes</b>   |
|---|--|--|
| <b>Cognitivo</b>                          | <p>Es patente la integración del conocimiento tácito y explícito de los productores, los cuales, a través de métodos empíricos, han logrado conocer las condiciones de producción de los rubros que trabajan. Específicamente, el responsable de la unidad de producción que participó en el estudio (Sr. Orlando Garrido, el Valle estado Mérida) posee experiencia personal con el cultivo hidropónico. La forma de aprendizaje es principalmente empírica, basada en ensayo y error, lo que no excluye que se integre conocimiento de otras fuentes.</p> <p>Existe conocimiento elaborado acerca de las condiciones del cultivo orgánico, el cual ha sido transmitido de forma oral y se encuentra escasamente registrado, aunque también se han desarrollado trabajos científicos de investigación agrícola en el área. Así mismo, otros productores de la localidad participan en la adquisición y generación de conocimientos sobre este tipo de cultivos. Específicamente, se han realizado ejercicios de formación a otros productores (El Pajonal, mismo sector), los cuales ya han cumplido varios ciclos de producción.</p> | <p>El sistema de control de procesos agrícolas comienza como una iniciativa que busca facilitar el proceso de producción del cultivo hidropónico.</p> <p>Se plantea la instalación de más de un prototipo. Sobre todo, es necesario presentar el prototipo desarrollado a todos los productores de la localidad.</p> <p>El proceso de aprendizaje sobre la herramienta incluye, además del adiestramiento instrumental, el conocimiento asociado con el dispositivo (por ejemplo, sobre electrónica, variables y procesos de producción). Además debe indagarse en el contexto político y social en el que surge el dispositivo.</p> |

|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| <b>Técnico tecnológico</b> | <p>Se busca atender aspectos como el ciclo de riego para el cultivo hidropónico, a través del desarrollo de un automata programable que administre dichas funciones y haga mediciones sobre condiciones ambientales (temperatura, humedad y luz). La automatización de determinados procesos como apoyo a la práctica del productor, así como el conocimiento asociado (electrónica, prácticas productivas, entre otros) son conocimientos emergentes de la dinámica</p> <p>El sistema de cultivo cuenta con dos bombas hidráulicas que se alimentan de 220 Voltios AC y trabajan a 11,2 Amperios en el arranque y 5,6 Amperios en trabajo estable, y están conectadas a un sistema electromecánico que controla los riegos en forma automática. Tal sistema consiste en un reloj configurable que activa el encendido de la bomba hidráulica a través de la alimentación de un relé bipolar de juego sencillo. Por otra parte, se cuenta con instrumental simple como peachímetro y conductímetro, para realizar mediciones en el campo.</p> | <p>Los cultivos actuales requieren de tres o cuatro riegos diarios, con una duración de 15 a 20 minutos cada uno. Los intervalos de riego varían según las condiciones climáticas. Las variaciones pueden estimarse a través de la medición de las variables de temperatura, humedad relativa y cantidad de luz en el ambiente.</p> <p>La información sobre las variables de producción medidas a través del dispositivo de control (temperatura, humedad y luz) permitirá obtener información sobre el proceso de producción y mejorarlo, lo cual implica generación y apropiación de conocimiento.</p> |
|----------------------------|---|--|

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| <b>Productivo</b> | <p>La unidad de producción del Sr. Orlando Garrido busca estabilizar ciclos de producción cerrados, lo que quiere decir que se reutilizan elementos como el agua de riego y restos vegetales, con lo cual se intenta disminuir el impacto ambiental. Directamente se producen diferentes clases de hortalizas, tales como tomate, calabacín, lechuga y acelgas. Existen numerosos subproductos del cultivo hidropónico: biofertilizantes, bactericidas e insecticidas naturales, abonos líquidos, nutrientes y semillas. Por otra parte, existen alrededor de catorce unidades de producción, pertenecientes a familias del sector, los cuales también utilizan métodos artesanales para el cultivo hidropónico.</p> <p>La producción se coloca directamente en mercados donde se comercializan productos orgánicos y, en el caso de los subproductos, se ponen a disposición de otros productores y entes públicos. De acuerdo con el propietario del espacio, la actividad de producción que ha realizado por al menos veinte años resulta rentable y sostenible.</p> | <p>Se prevee que la información suministrada por el sistema de control pueda ayudar a mejorar el diseño del sistema productivo en varios sentidos. La integración de otros productores a la experiencia puede reportar beneficios a la localidad como espacio productivo concebido integralmente, y no de forma fragmentada. La posibilidad de programar el sistema de control puede contribuir a diversificar la producción de los espacios de cultivo bajo techo, para lo cual es necesario involucrar conocimientos sobre las necesidades de otros rubros de cultivo.</p> |
|-------------------|---|--|

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| <b>Político</b> | <p>Existen varias organizaciones presentes en el sector. ASODINTA es una asociación civil que promueve proyectos de corte agrícola, tales como la construcción artesanal de cultivos bajo techo (incluyendo infraestructura de producción) y el desarrollo de técnicas de cultivo, como la solubilización de macro y micronutrientes. Se afirma que las catorce familias ubicadas en El Pajonal también se encuentran vinculadas con esta organización. También existe interacción con entes públicos como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (INCES), Ministerio para las Comunas y Protección Social (MPPCPS), Universidad de Los Andes (ULA) y la Fundación para la Ciencia y Tecnología en Mérida (FUNDACITE). La interacción con estos entes tiene diferentes objetivos: suministro de insumos y asistencia técnica para la producción, asistencia financiera para proyectos, creación de espacios de educación formal, proyectos socioproyectivos, entre otros.</p> | <p>Existe un intercambio permanente con entes públicos que interactúan con la localidad, y las actividades de los productores han sido apoyadas de varias formas. Así mismo, se encuentran activas las asociaciones de productores y las organizaciones de gobierno comunal, las cuales se reúnen periódicamente. Es necesario aprovechar la organización existente para dar a conocer el desarrollo tecnológico entre los productores organizados y entre otras instituciones públicas.</p> |
|-----------------|--|--|

## Conclusiones

En este artículo se expusieron los resultados actuales de una línea de trabajo que se propone vincular el desarrollo de hardware libre con el despliegue de dinámicas para la apropiación de saberes, en el caso

particular de procesos agrícolas para cultivos bajo techo. En cuanto al primer objetivo, se mostraron las condiciones de diseño y fabricación de un dispositivo para el control de procesos agrícolas, el cual automatiza actividades tales como el riego y la adición de nutrientes; y

tiene la capacidad de medir variables tales como humedad, temperatura y luz. Dicho dispositivo fue fabricado en el marco de una metodología para el desarrollo de hardware libre, la cual permite que el ciclo de desarrollo sea abierto e interactivo. Este enfoque tiene como ventaja que permite un intercambio de saberes entre distintos sujetos involucrados en el proceso. Se prevé que el desarrollo de este dispositivo contribuya con la creación de una comunidad de trabajo en torno al mismo, que pueda contribuir a realizarle mejoras y adiciones de forma permanente.

En cuanto al segundo objetivo, se explicaron las bases de una perspectiva que concibe la apropiación tecnológica como un proceso sociotécnico más que como el efecto de determinadas acciones. Así mismo, se mostraron las características de un modo andragógico de concebir la apropiación en cuanto que construcción colectiva del contenido y las relaciones en el sistema tecnológico. Como resultado, se mostró la descripción del sistema sociotécnico existente en el espacio de producción escogido, así como las acciones propuestas para mejorar la apropiación tecnológica a través de la creación de espacios para el diálogo y el intercambio de saberes.

## Referencias Bibliográficas

- ASODINTA. (2010). Diseño, construcción y dotación de un centro para la producción de bioinsumos para cultivos mucupónicos, organopónicos y fertirriego, [en línea]. <http://embedit.in/j2gvdSqqxb>
- Contreras, J.; López H.; Roca, S. (2010). Esbozo de la Propuesta Educativa del Proyecto Communitas. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, [en línea]. <http://wiki.cenditel.gob.ve/wiki/ralmo?action=AttachFile&do=view&target=Esbozo+de+la+Propuesta+Educativa+del+Proyecto+Communitas.pdf>
- Feenberg, A. (2002). Transforming Technology. A critical theory revisited, Oxford University Press, New York.
- Freire, P. (1969). La Educación como Práctica de Libertad, Siglo XXI, México.
- Freire, P. (1970). Pedagogía del Oprimido, Siglo XXI, México.
- Garrido, O. (entrevista personal, 23 de marzo de 2012). Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL).
- Garrido, O. (entrevista personal, 27 de junio de 2012). Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL).
- Martínez, S.; Suárez, E. (2008). Ciencia y tecnología en sociedad: el cambio tecnológico con miras a una sociedad democrática, Limusa - Universidad Nacional Autónoma, México.
- Plataforma de desarrollo en hardware libre. (2011). Reporte de necesidades y requerimientos. Proyecto Hardware para la Automatización de Procesos Agrícolas. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, [en línea]. [http://fsl.cenditel.gob.ve/docman/view.php/71/204/HAPA\\_requerimientos.pdf](http://fsl.cenditel.gob.ve/docman/view.php/71/204/HAPA_requerimientos.pdf)
- Plataforma de desarrollo en hardware libre. (2012) Metodología de desarrollo de hardware libre. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), [en línea]. <http://hl.cenditel.gob.ve/intro/>

metodología/  
Plataforma de desarrollo en hardware libre. (2012). Hacia una definición de Hardware Libre. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), [en línea]. <http://hl.cenditel.gob.ve/intro/definicion/>

Thomas, H.; Fressoli, M. (2009). En

búsqueda de una metodología para investigar “Tecnologías Sociales”. Dagnino, D. (comp.) Tecnología social: ferramenta para construir outra sociedade, IG/UNICAMP, Brasil.  
Varsavsky, O. (2006). Hacia una política científica nacional, Monte Ávila Editores, Venezuela.

---

## **EFECTO DE METABOLITOS DE DIEZ AISLAMIENTOS DE *Trichoderma spp*, SOBRE *Rhizoctonia solani* BAJO CONDICIONES IN VITRO**

García Rosaima<sup>1</sup>, Díaz Nelly<sup>2</sup>, Riera Ramón<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT)

<sup>2</sup> Instituto de Estudios Avanzados (IDEA)

<sup>3</sup> UPT Mérida “Kleber Ramírez”

rgcrespo26@inia.gob.ve

### **Resumen**

El hongo antagonista *Trichoderma spp*, se viene recomendando como alternativa de manejo agroecológico de *R. solani* en la papa. Con el objeto de seleccionar aislados nativos de este hongo se hicieron tres ensayos bajo condiciones *in vitro*, utilizando 10 aislados de *Trichoderma spp* nativos de la región andina de Venezuela contra uno de *R. solani*: el primero consistió de pruebas de contraste para determinar metabolitos volátiles; el segundo usando el método del papel celofán para filtrar los metabolitos no volátiles difusibles en medio de cultivo y luego poniendo a crecer en éste *R. solani* y, un tercero obteniendo metabolitos extracelulares con un medio líquido determinado y prueba de su efecto contra *R. solani*. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la inhibición del crecimiento de *R. solani* con los metabolitos volátiles; que estuvo entre 55,56 % con M-11, M-21 y 77,78 % con M-14; con los metabolitos no volátiles estuvo entre 16,66 y 11,11% para M-11 y M-18 y, 33,33% con M-4, M-7 y M-21. En presencia de metabolitos extracelulares secundarios, *R. solani* no logró consumir glucosa excepto con M-14 y M-10. Además M-11 logró estimular la germinación y crecimiento de la radícula de semillas de lechuga. Los resultados demuestran que los aislados de *Trichoderma*, son capaces de producir metabolitos tóxicos y fungistáticos a *R. solani*; pudiendo incursionarse en estudios de caracterización de los mismos con miras a escalar en la producción, para utilizarlos en el manejo de Rhizoctoniasis en la papa.

**Palabras clave:** papa, *Trichoderma*, *Rhizoctonia solani*, metabolitos, biocontrol

## Introducción

La rhizoctoniasis o costra negra de la papa ocasionada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn en la fase asexual y *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk en la fase sexual, se ha venido incrementando en los últimos años en zonas productoras del estado Mérida, alcanzando incidencias desde 5 hasta 60%. Las plantaciones son severamente afectadas por el estrangulamiento parcial o total de tallos, costra negra, deformación de tubérculos y disminución en el rendimiento hasta de un 50%. Como alternativa de manejo de esta enfermedad amigable con el ambiente, se viene recomendado el hongo biocontrolador *Trichoderma* (García *et al.*, 2002, 2005).

Son varios los mecanismos de acción de *Trichoderma* spp. como agente de biocotrol: parásita hongos fitopatógenos, produce metabolitos antibióticos volátiles o no, compite por el espacio o por los nutrientes, persiste especialmente en la rizosfera; promueve el desarrollo de plantas y raíces, aumenta la captación de absorción de los nutrientes, eficacia como fertilizante en la planta, fortalece la resistencia a estres ambiental y estimula la defensa de la planta frente a patógenos (Harman, 2004,2006).

Muchas cepas de *Trichoderma* liberan metabolitos secundarios, volátiles y no volátiles (Cardoza *et al.*, 2005; Reino *et al.*, 2008), que producen inhibición de patógenos, además de actuar como moléculas señalizadoras en el diálogo con la planta (Vinale *et al.*; 2006). Los primeros estudios a nivel mundial sobre producción de metabolitos tóxicos de

hongos por *Trichoderma*, datan de 1.932, cuando Weindling, al hacer filtrados de cultivos de *T. lignorum*, aisló, el metabolito Gliotoxin muy tóxico en altas diluciones sobre *R. solani* (Weindling, 1934; Weindling y Emerson, 1936), posteriormente se publicó Viridin por *T. viride* el cual es altamente fungistático (Brian *et al.*, 1946) y Trichodermin en *T. viride* y *T. polysporum*, no excluyendo la posibilidad de encontrar también otro antibiótico péptico en éstos, el cual ha sido detectado en *T. hamatum* (Dennis y Wester, 1971 a y b).

A pesar de todas estas bondades, la adopción del biocontrolador *Trichoderma* en la papa, ha resultado en menor grado ya que su efectividad es variable debido a que ello está en dependencia de la efectividad de la cepa y la calidad del producto.

El presente trabajo tuvo como objetivo seleccionar aislados nativos de *Trichoderma* spp, por su capacidad antibiótica frente a *R. solani*, bajo condiciones *in vitro*.

## Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en tres laboratorios:Laboratorio de Agrotécnia de la Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida “Kleber Ramírez”, Unidad de Biotecnología Vegetal del INIA-CENIAP en Maracay, Laboratorio de Biotecnología en Fitopatología del Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Como material experimental se usaron 10 aislados de *Trichoderma* spp, nativos de la región andina venezolana, pertenecientes a la colección de hongos benéficos del Laboratorio Referencial de Biocontrol de Plagas Agrícolas

del INIA-Mérida provenientes de suelos. La cepa del hongo fitopatógeno contrastada con el antagonista fue *R. solani*, aislada de un tubérculo de la papa (*solanum tuberosum*) cv. "Andinita", proveniente de Mucuchíes, Municipio Rangel del Estado Mérida. Se realizaron tres ensayos bajo condiciones *in vitro* a 25 °C, bajo diseños Completamente aleatorizados con tres repeticiones.

**Primer Ensayo:** Pruebas de contraste de los 10 aislados frente a *R. solani* para determinar metabolitos volátiles. Se hicieron siguiendo la metodología de Denis y Wester (1991), para lo cual se realizaron siembras por separado de los aislamientos de *Trichoderma* spp y de *R. solani* en el medio de cultivo de la Papa Dextrosa Agar (PDA), tomando un disco de 5 mm de diámetro de cultivos puros en crecimiento exponencial de 72 horas de edad. Las placas sembradas con *R. solani* se colocaron por encima de las de *Trichoderma*; Como testigo se dejaron los cultivos de *Trichoderma* y *R. solani* solos y por separado, se sellaron bien y se incubaron bajo  $27 \pm 2$  °C.

**Segundo Ensayo:** Se usó el método del papel celofán para filtrar los metabolitos no volátiles difusibles en medio de cultivo y luego poniendo a crecer *R. solani*, *pa lo que se siguió la metodología de Sivan et. al. (1984)*. Las evaluaciones fueron realizadas cada 24 horas durante cinco días tomando datos sobre crecimiento del hongo en cm, a partir de las cuales se calculó % Inhibición de crecimiento de *R. solani*.

**Tercer Ensayo:** Obtención de metabolitos extracelulares en un medio líquido determinando y prueba de su efecto contra *R. solani*. Se basó en

determinar indirectamente la producción de metabolitos primarios y secundarios en un cultivo cerrado (Tabla 1). Se utilizó la técnica enzimática para la cuantificación de la glucosa y el nitrógeno no consumidos por los aislados de *Trichoderma*. La absorbancia a la máxima longitud de onda, fue determinada en un espectofotómetro Synergy HT. La disminución de la glucosa y la urea, fue observada en gráficos de dispersión, donde el eje de las "X" corresponde al tiempo medido en horas y el eje de la "Y" corresponde a la cantidad de glucosa o nitrógeno expresados en mg/mL. El factor crítico correspondió al nitrógeno; tomando como metabolitos secundarios los filtrados desde el tiempo en donde este fue agotado y donde inicia la esporulación del hongo.

Para realizar las pruebas de inhibición de *R. solani* en presencia de metabolitos de *Trichoderma* (Tabla 2), fueron usados 100 µ de medio determinado 4X, 300 µ de cada uno de los filtrados por separado y un disco de 2 mm del hongo crecido en el medio determinado con agar de *Rhizoctonia* durante 24 horas. Se colocaron controles con y sin el hongo tanto de metabolitos como del medio de cultivo y en agua y se cuantificó la cantidad de glucosa consumida por el hongo; lo cual es un indicativo indirecto de la inhibición sufrida a causa de la actuación de los metabolitos. La cantidad de inhibición es inversamente proporcional a la cantidad de glucosa presente en el medio en relación a los testigos sin inocular.

## Resultados y Discusión

En la Figura 1, se presentan los resultados sobre actuación de metabolitos volátiles de las cepas de *Trichoderma* que fueron liberados en el proceso de contrastación de estos con *R. solani*; se puede observar que hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la inhibición del crecimiento de *R. solani* según la prueba de Kruskal Wallis/Mann Whitney a  $p < 0,05$ ; la cual estuvo en un máximo de 77,78 % con la actuación de las cepas M-11 y M-21 ; 72,22 % con M-4 y 66,67 % con M-7; que fue asociado en un mismo grupo estadístico superior; seguido de M-1, M-15, M-18 y M-23 con 61,11% quienes se ubicaron estadísticamente en otro grupo inferior; M-14 con 55,56 %; y, por último se ubicó M-10 con una inhibición de 27,78 y el testigo con 0%.

En la Figura 2, se presenta una vista panorámica de los resultados del ensayo *in vitro*, se muestra la inhibición del crecimiento de *R. solani* en presencia de la liberación de los metabolitos volátiles de *Trichoderma* en comparación a la placa donde este hongo creció sólo.

Lo anterior demuestra que estos metabolitos son tóxicos y fungistáticos para *R. solani*.

En la Figura 2, se presentan los resultados del segundo ensayo sobre actuación de los metabolitos no-volátiles difusibles en medio de cultivo, donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Kruskal Wallis/Mann Whitney  $p < 0,05$ ; se puede ver que hubo una inhibición del crecimiento de *R. solani* que estuvo en un máximo de 33,33% para los tratamientos con base a los

aislados M-4, M-7 y M-21; seguido de M-1 cuyos metabolitos produjeron una inhibición de 27,78%, luego M-10, M-14, M-15 y M-23 con una reducción del 22,22 %; en tanto que los metabolitos de M-11 y M-18 redujeron entre 16,66 y 11,11% respectivamente y a la vez fueron superiores al testigo.

En la Figura 4, se presenta una vista panorámica de los resultados del ensayo *in vitro*, se muestra la inhibición del crecimiento de *R. solani* en presencia de la liberación de los metabolitos no-volátiles de *Trichoderma* difusibles en el medio PDA en comparación a la placa donde este hongo creció sólo.

La obtención más acelerada de los metabolitos extracelulares depende de la capacidad del aislado de consumir inicialmente glucosa (crecimiento logarítmico) y de agotar el nitrógeno; lo cual coincide exactamente con la esporulación. Se obtuvieron extractos desde transparentes producto del metabolismo primario en los aislados M-14, M-15, M-18 con olores desde coco muy leve hasta inoloro; M-23 opaco e inodoro, M-21 amarillo y de olor extraño y, los provenientes de M-1; M-4, M-11 cuyos colores fueron marrón claro y olor a coco leve; el del M-10 fue verde oscuro inoloro. En cuanto a los metabolitos secundarios, la mayoría fueron de color marrón con olor a coco desde débil a fuerte; excepto M-18 cuyo extracto fue opaco de olor semejante a ácido acético; M-23 con color opaco y olor a coco y M-21 de color amarillo intenso y olor extraño. En la Figura 5, se muestran los metabolitos primarios y secundarios obtenidos de los 10 aislados de *Trichoderma* y que fueron

usados en las pruebas contra *R. solani*. Se pueden apreciar diferentes colores de acuerdo al metabolito presente en el filtrado obtenido en diferentes tiempos de desarrollo de cada una de los aislados estudiados en la cinética de crecimiento con el medio determinado.

En la Figura 6, se puede ver que en todos los medios donde se colocó el metabolito y se sembró *Rhizoctonia*, el contenido de glucosa fue superior a cuando se hizo crecer este en ausencia de los mismos; excepto con M-14 y M-10, los cuales resultaron ser iguales al control. Estos resultados demuestran que *Trichoderma* es capaz de producir metabolitos secundarios fungistáticos.

De acuerdo a estos resultados, se puede ver que hay un fuerte efecto de los metabolitos volátiles sobre el crecimiento de *R. solani*; cuyas inhibiciones estuvieron por encima de cuando se usaron metabolitos difusibles en el medio PDA donde las reducciones bajaron a más de la mitad. Por otro lado, al evaluar los filtrados de los metabolitos primarios y secundarios de *Trichoderma* sobre *R. solani* y otros microorganismos, se puede disponer de los metabolitos que tienen un mayor efecto, en este caso fueron del metabolismo secundarios.

La excelente capacidad mostrada en cuanto a la producción de metabolitos volátiles y no volátiles, por parte de los aislados estudiados, coincide con reportes hechos por otros autores quienes han encontrado que muchas cepas de *Trichoderma* producen metabolitos tóxicos volátiles y no volátiles que impiden la colonización de otros microorganismos a la raíz de las plantas; entre estos metabolitos, la producción de ácido arcianico, alamethicina, tricholin, peptaibols, antibioticos, 6-pentyl-a-pyrone, massailactone, viridina, gliovirin, entre otros, son los más conocidos. En algunos casos, la producción de antibióticos está correlacionada con la habilidad de biocontrol. En ese sentido, la combinación de enzimas hidrolíticas y antibioticos resulta en un alto nivel de antagonismo comparado con los obtenidos por cada mecanismo por separado. En los últimos años, se han documentado efectos sinérgicos entre una endoquinasa de *T. harzianum* y gliotoxin, y entre enzimas hidrolíticas y peptaibols en la germinación de conídias de *Botrytis cinerea* (Harman et al. 2004; Howell 2003).

**Tabla 1. Medio Determinado para Cinética de crecimiento de Trichoderma.**

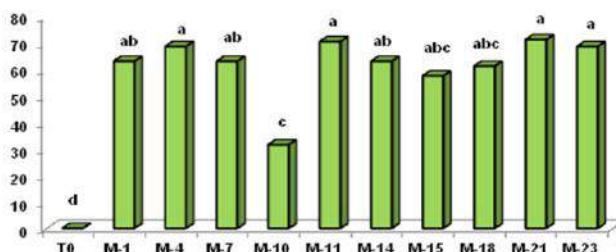
| <b>Macroelementos</b> |        | <b>Microelementos (2%)</b> |        |
|-----------------------|--------|----------------------------|--------|
| C6H12O6               | 6 g    | FeSO4.7H2O                 | 0.1%   |
| Urea                  | 0.3 g  | CuSO4.5H2O                 | 0.015% |
| MgSO4.7H2O            | 0.1 g  | ZnSO4.7H2O                 | 0.016% |
| KHPO4                 | 0.0002 | MnSO4.H2O                  | 0.01%  |
| MES (Sigma)           | 50 mM  | Na2MoO4.2H2O               | 0.01%  |
| pH 5.8                |        |                            |        |

Fuente: (Fraga et al., 2000)

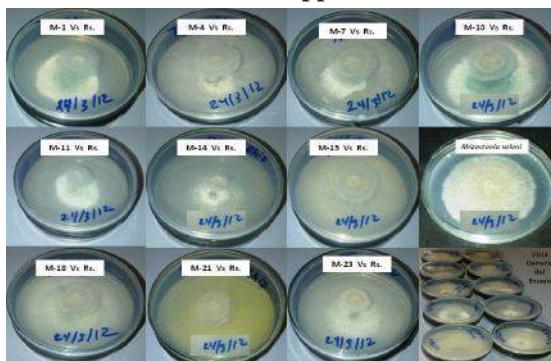
**Tabla 2. Medio Determinado. Ensayo de Inhibición del crecimiento de *R. solani***

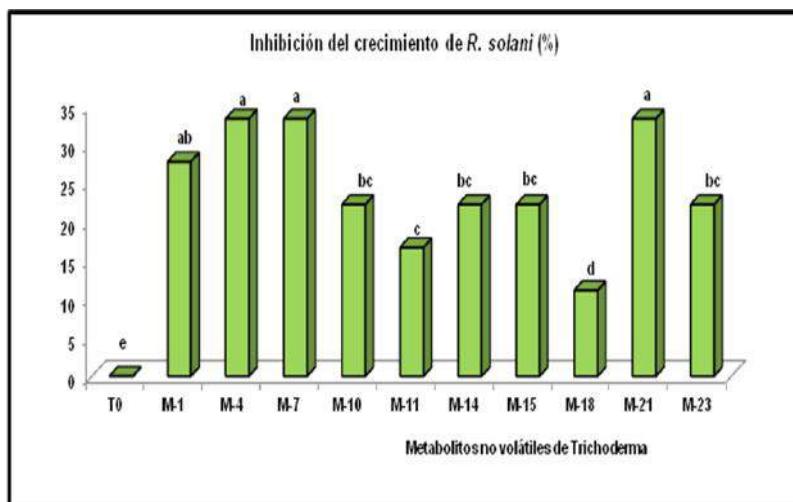
| Macroelementos |       | Microelementos (0,2%) |
|----------------|-------|-----------------------|
| C6H12O6        | 15 g  | FeSO4.7H2O 0.1%       |
| Urea           | 1.5 g | CuSO4.5H2O 0.015%     |
| MgSO4.7H2O     | 1 g   | ZnSO4.7H2O 0.016%     |
| KHPO4          | 0.002 | MnSO4.H2O 0.01%       |
|                |       | Na2MoO4.2H2O 0.01%    |

pH 5.8

**Fuente:** (Tudzynsky, 1999)**Promedio de Inhibición del crecimiento de *R. solani* (%)**

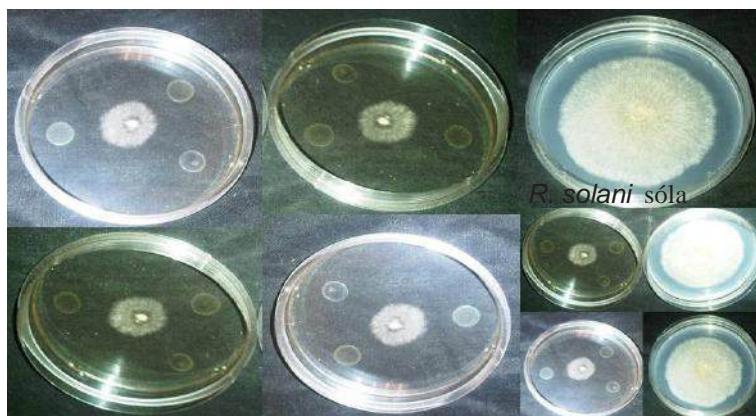
Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Kruskal allis/Mann Whitney para  $p<0,05$ .

**Figura 1. Inhibición del crecimiento de *R. solani* in vitro por acción de metabolitos volátiles de 10 Aislados de Trichoderma spp.****Figura 2. Vista general del ensayo sobre Inhibición del crecimiento de *R. solani* in vitro por acción de metabolitos volátiles de 10 Aislados de Trichoderma spp en pruebas de contrastes, bajo temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$**



Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Kruskal allis/Mann Whitney para  $p<0,05$ .

**Figura 3.** Inhibición del crecimiento in vitro de *R. solani* por parte de metabolitos no-volátiles



**Figura 4.** Vista general del ensayo sobre Inhibición del crecimiento de *R. solani* in vitro por acción de metabolitos no-volátiles de 10 Aislados de *Trichoderma spp* en pruebas de contrastes, bajo temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$

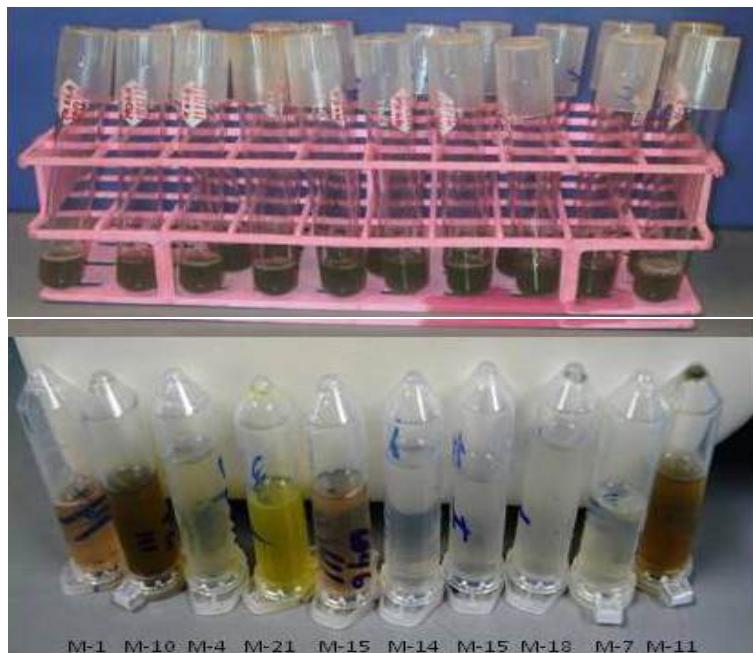
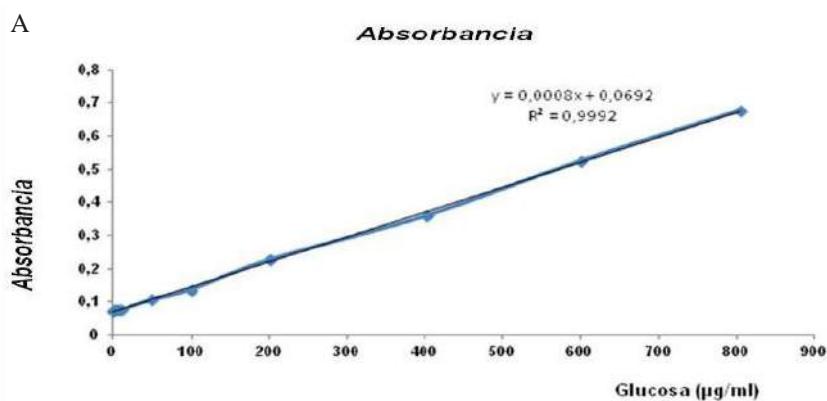
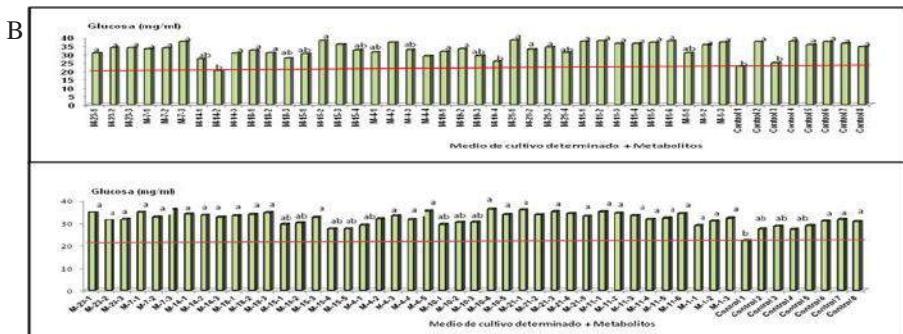


Figura 5. Metabolitos Primarios y Secundarios Extraídos de 10 Aislados de *Trichoderma*, obtenidos en el medio de cinética de crecimiento de Fraga et al. (2000).





Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según la prueba de Kruskal allis/Mann Whitney para  $p<0,05$ .

**Figura 6.** Resultados del ensayo de Inhibición del crecimiento de *R. solani* en presencia de metabolitos primarios y secundarios extraídos de 10 aislados de *Trichoderma* spp. A.- Curva de absorbancia de los datos para el cálculo del contenido de glucosa consumido. B. Contenido de Glucosa en el medio donde se hizo crecer *R. solani*

## Conclusiones

Los 10 aislados de *Trichoderma* estudiados, son capaces de producir metabolitos tóxicos y fungistáticos a *R. solani*; ello los ubica como potenciales biocontroladores por antibiosis. Es necesario incursionar en los estudios de caracterización de estos metabolitos con miras a escalar en la producción, para utilizarlos en el manejo de Rhizoctoniasis en papa.

## Agradecimiento

Al Instituto de Estudios avanzado (IDEA), por el apoyo en logística y el permiso para usar los espacios, equipos e insumos disponibles en los laboratorios para realizar esta investigación.

Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida “Kleber Ramírez”, Extensión Bailadores por el apoyo prestado en prestar su laboratorio

realizar este trabajo.

Al Personal de la Unidad de Biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola por su apoyo en la realización de algunas tareas.

## Referencias Bibliográficas

- Cardoza, R.; Hermosa, M.; Vizcaíno, J.; Sans, L.; Monte, E.; Gutiérrez, S. (2005). Secondary metabolites produced by *Trichoderma* and their importance in the biocontrol process. En Microorganism for industrial enzymes and biocontrol. Mellado E. y Barredo J. L.(eds). Reseachs Signpost, Kerala, India. pp.1-22.
- Dennis, C.; Webster, J. (1971). Antagonist properties of species-groups of Thichoderma. I. Production of non volatile antibiotics. Trans. Brit Mycol. Soc. 57:25-39.
- Dennis, C.; Webster, J. (1971). Antagonist properties of species-groups of Thichoderma. II. Production of

- volatile antibiotics. *Trans. Brit Mycol. Soc.* 57:47-4.
- Fraga, B.; Hernández, M.; González, M.; Garbarino, J. (2000). The biotransformation of 18-Hidroxy-9-epi-ent-pimara-7,15diene by Gibberella fujikuroi. *Phytochem* 53:395-399.
- García, R.; García, A.; Garnica, J. (2002). Distribución, Incidencia y Alternativas de Control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa en el estado Mérida, Venezuela. *Revista Latinoamericana de la papa.* 13(1): 24-40.
- García, R.; Salas, J.; Ramos, G. (2005). Producción de semilla de papa en Venezuela. Serie manuales de cultivo, INIA Nº5.
- Harman, G.E. (2004). Mythos and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derive from research on *Trichoderma harzianum* T22. *Plant Dis.* 84:377-393.
- Harman, G.E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology.* 96: 190-194.
- Howell, C.R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease.* 87(1): 4-10.
- Reino, J. L.; Guerrero, R. F.; Hernández-Galán, R.; Collado, I. (2008). Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. *Phytochem Rev.* 7: 89-123.
- Sivan, A.; Elad Y.; Chet, I. (1984). Biological Control Effects of New isolate of *Trichoderma harzianum* on *Pythium aphanidermatum*. *Phytopathology* .74: 498-501.
- Tudzynski, B. (1999). Biosynthesis of gibberellins in *Gibberella fujikuroi*: biomolecular aspects. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 52: 298-310.
- Vinale, F.; Marra, R.; Scala, F.; Ghisalberti, E. ; Lorito, M.; Sivasithamparam, K. (2006). Major secondary metabolites produced by two commercial *Trichoderma* strains active against different phytopathogens. *Lett Appl. Microbiol.* 43: 143-148.
- Weindling, R. (1934). Studies on lethal principles effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathology* 24: 1153-1179.
- Weindling, R.; Emerson, O. (1936). The isolation of a toxic substance from the culture filtrate of a *Trichoderma*. *Phytopathology.* 26: 1068-1070.

---

# **ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL LAPAROSCÓPICA EN OVEJAS Y CABRAS COMO PROCEDIMIENTO DE RUTINA**

Rodríguez José<sup>1</sup>, Hidalgo Gladys<sup>1</sup>, Rodríguez Mardon<sup>2</sup>, Morales Roneisa<sup>3</sup>,  
Chango Rosa<sup>1</sup>, Aranguren José<sup>4</sup>, Mavarez Mariela<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Investigaciones de Ciencias Morfológicas (UNICIM).

<sup>2</sup> Unidad de Investigaciones Clínicas (UIC).

<sup>3</sup> Departamento Socioeconómico,

<sup>4</sup> Unidad de Investigaciones en Producción Animal (UNIPA)

Facultad de Ciencias Veterinarias, LUZ, Estado Zulia

jose.rodriguez@fcv.luz.edu.ve.

## **Resumen**

La inseminación artificial (IA) es un método importante en la reproducción asistida. Es apropiada para la dispersión genética e incrementar los genotipos superiores rápidamente. Anteriormente se pensaba que la IA en pequeños rumiantes era impracticable, por la dificultad en controlar su ciclo estral (CE) y a la inutilidad para congelar semen. Sin embargo, hoy ambos procedimientos son posibles. En Venezuela no se ha logrado el desarrollo de estas explotaciones, por lo que se considera necesaria la implementación programas de IA. Se utilizaron los rebaños de ovinos y caprinos del Centro Experimental de Producción Animal de la Facultad Veterinaria de LUZ. Los animales se sincronizaron con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de Medroxiprogesterona (MAP), fueron IA vía laparoscópica con semen congelado en pajuelas. Se realizaron estadística descriptiva y pruebas de t-Student. El 90,85% y 95,00% y el 85% y 90% de los animales ovinos y caprinos respectivamente retuvieron las esponjas, y presentaron celo dentro de las 36 horas siguientes al retiro de las esponjas. La tasa de preñez para ovejas y cabras ha estado entre un 40% y 70% variando el porcentaje entre jornada de inseminación. Los resultados obtenidos muestra una gran efectividad de la técnica de IA laparoscópica en ovejas y cabras utilizando. La sincronización en la oveja utilizando esponjas intravaginales es un excelente método. Así mismo, la IA laparoscópica tiene gran efectividad en pequeños rumiantes, por lo que ambos procedimientos se puede utilizar a gran escala como una técnica de rutina en explotaciones de estas especies.

**Palabras clave:** oveja, cabras, sincronización de celo, inseminación artificial laparoscópica.

## Introducción

La Inseminación Artificial (I.A.) es el método de reproducción en el que los gametos masculinos (espermatozoides) son transportados al tracto genital femenino (apertura de la cerviz o cavidad uterina), a través de medios mecánicos (laparoscopio, cánulas de inseminación, etc.) que sustituyen los habituales órganos especializados del macho. La I.A. data desde hace 200 años (desde el siglo 18), adjudicándosele el honor de haber inventado la I.A. al Italiano llamado Spalanzanni, ya que fue el primero en practicar con éxito la IA en un animal doméstico (un perro). Sin embargo, su uso comercial solo tiene 75 años. Los Rusos fueron los pioneros de la I.A. en pájaros, caballos, vacas y ovejas, comenzando con el uso generalizado de IA en vacas en 1931. La I.A. fue practicada por primera vez en USA en Vacas en 1937, y en el año 1991 los datos indican que el 70 por ciento de todas las vacas lecheras en USA fueron inseminadas artificialmente. El semen refrigerado se usa generalmente en el cerdo, y se estima que la mitad de las piaras de cerdos de USA han sido reproducidas por Inseminación artificial. La inseminación artificial permanece como uno de los métodos más importantes de la reproducción asistida. La I.A. se practica ampliamente en la industria lechera en USA, lo que ha contribuido al aumento lineal de la producción de leche. Se usa algo menos en la industria del cerdo, vacuno de cebo, pero en las ovejas y cabras su uso se ha visto limitado, debido a varios problemas que gradualmente están siendo superados. Por muchos años la inseminación

artificial de pequeños rumiantes (ovejas y cabras) se pensó que era impracticable, principalmente debido a la dificultad en la detección del estro y en controlar el ciclo estral de las ovejas. La inhabilidad para congelar semen fue otro factor que limitó un amplio uso de la inseminación artificial. Sin embargo, hoy con el uso de progestágenos y PMSG la sincronización del ciclo estral de la oveja y cabras es posible. Además, el semen de carnero ahora puede ser fácilmente congelado lo cual abre la puerta para el traslado del semen internacionalmente. Aun con este adelanto tecnológico la tasa de concepción de animales inseminados artificialmente fue relativamente baja y por lo tanto no fue práctico para la producción comercial. La principal razón de la baja concepción es que el semen puede solamente ser colocado en la abertura de la cerviz o ligeramente del lado adentro de ella. La estructura anatómica de la cerviz de la oveja y la cabra hace la penetración de la cerviz casi imposible. La tasa de concepción en la inseminación artificial usando semen fresco o congelado son de aproximadamente 55% y 25% respectivamente. Si el semen puede ser depositado en el útero como en el caso de la vaca, la tasa de concepción mejoraría al punto donde la inseminación artificial de estas especies sería practicada comercialmente. De hecho, en los últimos años, ha habido un número de adelantos científicos como el mejoramiento de los programas de congelación de semen y nuevas técnicas como la inseminación artificial intrauterina ha hecho incrementar el interés por esta técnica [Buckrell y col.,

1991], lo que la ha comenzado a situar al alcance del productor de pequeños rumiantes en países productores de esta especie.

Existen varios métodos de inseminación artificial en ovejas y cabras:

### **Inseminación Artificial Laparoscópica (LAI)**

Los máximos beneficios en un programa de inseminación artificial se basan en el uso de semen congelado, sin embargo, para que el semen congelado de tasas de concepción satisfactorias, éste debe ser depositado dentro del útero. Desafortunadamente la cerviz de la cabras, pero más aun el de la oveja presentan una anatomía compleja como se explicó anteriormente. Esta barreira anatómica ha hecho impráctica la inseminación intrauterina transcervical para muchos programas comerciales. La alternativa para superar este inconveniente ha sido inseminar transabdominalmente dentro del útero con el uso de un laparoscopio, donde la tasa de concepción puede ser excelente. Sin embargo, existe la desventaja de ser un método costoso, restringido a Médicos Veterinarios y con los riesgos quirúrgicos.

A menudo la LAI excede al 75%, comparado con menos del 30% si el semen congelado es depositado dentro de la vagina o en el los externo de la cerviz, o comparado con un porcentaje entre 40 y 70% obtenido por inseminación intrauterina transcervical. De manera que los métodos más efectivos son el CAI y el LAI.

Al comparar estos métodos entre sí siempre se obtienen los mejores

resultados con la LAI, aun si lo comparamos con el método CAI de la Universidad de Guelph. Se ha reportado que la tasa de nacimientos es mas alta ( $p < .01$ ) en LAI que en CAI de la Universidad de Guelph (43.9% Vs. 20.7% respectivamente). Los resultados obtenidos por LAI indican que tiene un porcentaje de efectividad entre el 70-90% comparado con 60-80% con el método CAI de la Universidad de Guelph al usar semen fresco, y 50-80% vs. 40-70% respectivamente al usar semen congelado.

Por otro lado, se ha demostrado que existe un menor tiempo en el procedimiento de inseminación, siendo menor el tiempo requerido por hembra con el método LAI que con el método CAI de la Universidad de Guelph (2.98 min. y 5,24 min. respectivamente).

- Inseminación Artificial Vaginal.
- Inseminación Artificial Cervical.

La investigación tuvo como objetivo establecer programas de inseminación artificial laparoscópica en ovejas y cabras como procedimiento de rutina.

## **Materiales y Métodos**

### **Unidades Experimentales**

Se utilizaron cabras mestizas Alpinas y Canarias, y ovejas mestizas West African x Dorper y Santa Inés, sexualmente maduras y cíclicamente sanas, serán utilizadas para el desarrollo de esta investigación, las cuáles fueron divididas en dos grupos ( Monta Natural e Inseminación Artificial), los animales se mantuvieron en los corrales de experimentación del Centro

Experimental de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de LUZ.

### **Procedimiento**

Los animales fueron alimentados con pasto Guinea (*PANICUM Maximum*), el cuál será suministrado cortado y suplementados con concentrado comercial (14% de proteína) a razón de 250 g/animal/día, así como sal mineralizada y agua a voluntad.

### **Sincronización del estro y la ovulación**

Los animales serán sincronizados mediante la colocaron a cada uno, una esponja intravaginal impregnada con 60 mg de Acetato de medroxiprogesterona (MAP), por espacio de 11 días en las cabras y 13 en las ovejas. Cuarenta y ocho horas antes de retirar la esponja, los animales recibirán una aplicación de 500 UI de PMSG (Folligon. Intervet. Holanda) vía intramuscular [Rubianes et al, 1995.

### **Inseminación vía laparoscópica**

Luego de retirar las esponjas se les detectó el estro con la ayuda del carnero calentador y se inseminarán intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado en pajuelas.

### **Control de la calidad seminal**

Con el fin de garantizar el éxito de la inseminación, se tomaron dos muestras de semen congelado, las cuáles serán sometidas a análisis, ya que es de importancia capital asegurar la calidad del semen después de congelado y descongelado, con el fin de conocer la posible capacidad de fertilización.

El semen se considera adecuado para la inseminación si el porcentaje de espermatozoides que se mueven hacia delante no es menor del 40%, al descongelarlos, y del 30% después e 5 a 6 horas de incubación. Así mismo.

### **Diagnóstico de preñez**

El diagnóstico de gestación se realizo a través del uso de ultrasonografía luego del día 35 post-servicio. También será utilizado como indicativo de preñez el no retorno al estro.

### **Análisis estadístico**

Se usó estadística descriptiva donde se compararán los resultados obtenidos con los encontrados en trabajos anteriores en pequeños rumiantes y/o en otras especies. Se realizarán pruebas de t-student para comparar grupos de medias independientes.

Todos los datos serán procesados mediante el uso de un paquete estadístico computarizado.

### **Resultados y Discusión**

De los animales (ovejas y cabras) sincronizadas el 90,85% y 95,00% y el 85% y 90% de los animales ovinos y caprinos respectivamente retuvieron las esponjas, y presentaron celo dentro de las 36 horas siguientes al retiro de las esponjas, estos resultados son concordantes con los de otras investigaciones (Rodríguez, 2000, 1996) donde se obtuvo un 100% de retención de las esponjas, lo que indica que este tipo de dispositivo es eficiente en la aplicación de métodos de sincronización de estro de estas especies.

Entre las 50 y 52 horas de retirada la esponja y posterior a la detección del

estro se inseminaron intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado en pajuelas. Con el uso de esta técnica se logra la deposición del semen directamente dentro del lumen uterino, evitando la barrera natural del cerviz, su aplicación en este proyecto demuestra que esta técnica se puede utilizar de manera rutinaria en nuestras explotaciones de pequeños rumiantes.

La tasa de preñez fue del 68% y 65% para ovejas y cabras respectivamente, resultados excelentes que coinciden con los resultados de Buckrell, (2000), quien reporta que el porcentaje de preñez al utilizar semen congelado está entre un 50 y 80%. Bajo las condiciones del presente estudio los resultados obtenidos dan muestra de una buena efectividad de la técnica de inseminación artificial vía laparoscópica tanto en ovejas como en cabras al utilizar semen congelado en pajuelas.

Con el desarrollo de este proyecto se logró el nacimiento de un gran número de corderos y cabritones por inseminación artificial vía laparoscópica en el Centro Experimental de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia.

La duración de la gestación en ambas especies se mantuvo dentro de la variación normal esperada para cada especie, los resultados mostraron una menor duración de la gestación en hembras con partos múltiples. Una respuesta similar se observó al comparar el peso al nacimiento en las crías individuales, al no observar diferencias significativas ( $P>0,05$ ), entre los pesos promedios de  $2,80\pm0,10$  kg en crías de partos simples y de  $2,23\pm0,11$  kg en

las de partos múltiples. No obstante, al comparar los pesos al nacer por hembra parida se encontraron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre las crías de los animales con partos simples y las de partos múltiples, obteniéndose pesos promedios de  $2,80\pm0,10$  kg vs  $4,90\pm0,46$  kg, respectivamente.

## Conclusiones

La sincronización en la oveja utilizando esponjas intravaginales es un excelente método. Así mismo, la Inseminación Artificial laparoscópica tiene gran efectividad en pequeños rumiantes, por lo que ambos procedimientos se puede utilizar a gran escala como una técnica de rutina en explotaciones de estas especies.

## Agradecimiento

Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia y a la División de Investigación de la Facultad de Ciencias Veterinarias por el Financiamiento parcial de esta investigación. Así como al Centro Experimental de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de LUZ por el aporte de sus rebaños de ovinos y caprinos.

Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia.

División de Investigación de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Centro Experimental de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

## Referencias Bibliográficas

- Buckrell, B. (2000). Reproductive Technologies Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Guelph, Ontario, Canada. Pp.77-93.
- Buckrell, B. C.; Halbert, G. W.; Garley, C. J.; Bretzlaaff, K. N.; Rodríguez, F. (1991). Theriogenology handbook. "artificial insemination of small ruminant". 4ed. Sydney.
- Evans, G.; Maxwell W. (1990). Steven Salomón. Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 204 pp.
- Ishwar, A. K. (1995). Pregnancy diagnosis in sheep and goats: a review. Small Rumin. Res. 17:37.
- Jackson, P. (1993). Laparoscopic procedures. pp 126. University of Sydney, NSW, Australia.
- Minitab 15® Statistical Software for Windows®. 2006. Versión 15.
- Navarro, L.; Ramírez, M.; Torres, A. (1987). Peso al nacer destete y seis meses de edad en corderos west african en la mesa de guanipa. Zootecnia Trop. 5(1, 2):41-57.
- Rodríguez, J. M. (1996). Mortalidad embrionaria y morfofisiología de la implantación en ovejas en condiciones de competencia intrauterina. Tesis, M.Sc, Español. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 107 pp.
- Rodríguez, J. M. (2000). Evaluación proteíca del fluido luminal uterino, morfología del epitelio endometrial y vascularización del conceptus en la oveja durante los días 20, 28 y 35 de la preñez. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 313 pp.
- Rubianes, E.; Ibarra, D.; Underfeld, R.; Carbajal, B.; De Castro, T. (1995). Superovulatory response in anestrous ewes is affected by the presence of a large follicle. Theriogenology. 43: 465-472.
- Salamón, S. (1990). Inseminación Artificial de ovejas y cabras. Ed. Acribia. España, 1-171.
- Vishwanath, R. (2003). Artificial insemination: the state of the art. Theriogenology. 59: 571-584.

---

# **ESTUDIO, MULTIPLICACIÓN Y SELECCIÓN DE SEMILLAS DE MAÍZ CARIACO A TRAVÉS DE UNA RED CAMPESINA. AVANCE 2011-2012**

Avellaneda Andrés<sup>1,2</sup>, Herrera Wilfredo<sup>2</sup>, Ochoa Héctor<sup>2</sup>, Jiménez Gustavo<sup>2,3</sup>, Blanco Manuel<sup>3</sup>, Talante Víctor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT), UNESR

<sup>2</sup> Colectivo Amplio para la Restauración e Investigación de la Agricultura Campesina y Originaria (CARIACO)

<sup>3</sup> Campesino

andresavellaneda42@yahoo.com

## **Resumen**

Esta investigación tuvo como objeto estudiar, multiplicar y seleccionar semillas de maíz Cariaco, reintroduciéndolas en localidades con prácticas y saberes de la agricultura campesina, con miras a la reconstrucción de una red campesina para la retoma cultural de este apreciado maíz. El proyecto abarca la producción hasta el consumo de alimentos provenientes del maíz Cariaco. Se pretende reivindicar el papel de los campesinos como mejoradores genéticos según sus condiciones y demandas culturales, asumiendo a los pueblos originarios y campesinos como sujetos transformadores, restaurando la agricultura indocampesina contraponiéndola a los sistemas de producción y de consumo nacidos de la revolución verde.

Las prácticas campesinas han sido combinadas con tecnologías actuales y socialmente apropiables. Se usa desmalezadora mecánica para hacer la roza; sembrando a coa y haciendo asociaciones de cultivos. Las mazorcas más desarrolladas presentando características deseables para el procesamiento local, son seleccionadas para su multiplicación. De cada mazorca seleccionada, sólo se toman los granos del centro, se eliminan impurezas y se conservan en envases de vidrio herméticos adicionando jabón azul en panela. Las semillas quedan en resguardadas por los campesinos y otra porción es almacenada en estantería a temperatura ambiente, haciendo vigilancia de su estado con pruebas de germinación cada dos meses, hasta su próxima multiplicación.

Actualmente hay cuatro sujetos y espacios campesinos sembrados, entre Aragua y Guárico, donde se tomarán registros del comportamiento del cultivo y plantas promisorias. Cada participante tiene el compromiso de velar por la semilla e incorporar a dos campesinos adicionales para el próximo año.

**Palabras clave:** semillas de maíz, maíz cariaco, agricultura indocampesina, sistemas de producción.

## Introducción

En Venezuela hasta mediados de los años 60, el 85% del maíz era producido por conuqueros y pequeños productores, quienes representaban el 93% de la cantidad de unidades de producción existentes en el país, cuyas extensiones eran ≤ 50 Ha y cubrían un 71,6% de la superficie sembrada. Así lo señalan León y col. (1970) quienes caracterizan estas unidades de producción por usar métodos rudimentarios como el machete, la escardilla; la siembra a mano; uso semillas tipo criollo; cultivos asociados o intercalados; siembras de invierno y norte. En estos cultivos, los maíces no presentaban tantas enfermedades y plagas, destacando fundamentalmente afectación por el gusano cogollero. Para 1942-1947, había un predominio casi absoluto de variedades “tipo criollo”, iniciándose su reemplazo por variedades mejoradas como el Venezuela 1 y Venezuela 3. En conclusión, el cultivo de maíz era manejado en su mayoría por conuqueros y pequeños productores, con dominio de un sistema rudimentario de producción, pero ya se inicia una transformación con el uso de maquinaria León *et al.*, (1970).

Así se expresó el sector científico técnico desde el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la Dirección de Investigación del Ministerio de Agricultura y Cría, del contexto sociocultural y productivo del campo venezolano. Ante dicho contexto, este sector comienza a desarrollar investigación para desplazar el conuco; reconociendo además, que no hicieron investigación sobre este sistema y sus prácticas agronómicas León et al.,

(1970). Esto demuestra la no pertinencia sociocultural de la investigación agrícola venezolana, quiénes se dedicaron a sustituir el sistema de producción nacional por el sistema impuesto por la Fundación Rockefeller y su revolución verde. Socialmente, se fué desplazando a los conuqueros y pequeños productores de labor social, la producción de alimentos, estigmatizándolos de rudimentarios e improductivos, invisibilizando su hacer e impacto en la producción de maíz, para dejar el agronegocio en manos de los grandes productores, quienes tenían un bajo impacto en la producción del cereal. Obregón (2000), publica las variedades comerciales de maíz creadas en Venezuela entre 1942-1990, destacando que las variedades Venezuela 1 y 3 utilizadas para sustituir las variedades tipo criollo, estaban compuestas genéticamente, por dos variedades cubanas. Solo la variedad criolla Sicarigua fue considerada por los fitomejoradores, por presentar rendimientos similares a los maíces foráneos, los restantes no fueron suficientemente estudiados como variedades criollas, ni trabajados genéticamente, siendo descartados a priori y sustituidos a nivel de campo, por maíces foráneos. Esta apreciación es confirmada por Alfaro y Segovia (2000) al señalar “... A pesar de la inmensa variabilidad genética encontrada en el maíz, es muy poco lo que se emplea en el mejoramiento genético. Las posibilidades de incluir germoplasma local para aumentar la base genética en los programas de mejoramiento están limitadas por la necesidad de identificar esas variedades con buenas características...”

La Fundación Rockefeller en los años 50 envió oleadas de investigadores a todos los países latinoamericanos para colectar la mayor cantidad posible de razas autóctonas de maíz, junto a los saberes campesinos relacionados, para apropiarse de estos materiales y ser usados en la hibridación, expatriando los materiales venezolanos que hoy día se encuentran en bancos de germoplasmas internacionales o nacionales, al servicio de la producción e investigación de la llamada revolución verde. Actualmente el 95% de la diversidad genética del maíz está en manos de 25 bancos de germoplasma alrededor del mundo (Riccelli, 2000).

En Venezuela las colecciones impulsadas por la Fundación Rockefeller en la zona norte del río Orinoco, fueron utilizadas como fuente principal de germoplasma en la obtención de líneas puras, usadas en el proceso de hibridación de este cultivo [Grant *et al.*, (1963); Alfaro y Segovia, (2000)]. La Fundación y los centros de investigación que controlan los germoplasmas originarios, son trabajados por fitomejoradores en el exterior y envían al país semillas para ser probadas o comercializadas por instituciones públicas o privadas, vulnerando la producción agrícola nacional. San Vicente (2000) destaca que el personal del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) junto con colaboradores de los programas nacionales, conducen investigaciones conjuntas, facilitando el flujo de dos vías a través del cual, el material genético mejorado seleccionado en el exterior, fluye desde el CIMMYT hacia los países cooperadores y resultados

de las investigaciones fluye desde los países cooperadores hacia el CIMMYT. De modo que se establece una condición de división social del trabajo, dónde los fitomejoradores foráneos seleccionan nuestras semillas para cultivos y los investigadores venezolanos le aportan información sobre el comportamiento de las mismas.

Los principales criterios de selección para la creación de híbridos y variedades sintéticas en el país, han estado orientados para satisfacer las demandas del modelo agroindustrial; aumentar su productividad, plantas de porte bajo para facilitar la cosecha mecánica; maíz duro para la industria harinera, dulce, reventón, alta calidad proteica y de alto contenido de aceite para la industria aceitera (Obregón, 2000).

Como puede apreciarse, la mayoría de los criterios de selección son para atender la agroindustria venezolana, con poco énfasis en seleccionar maíces que demande el sector conuquero, campesino, con diferente poder adquisitivo, formas de producción, destino de la producción, procesamiento local, en fin con diversas demandas culturales al del modelo agroindustrial.

Según Paterniani y Goodman, de las razas originales de maíz, el 40% eran razas de endosperma harinoso, el 30% duro, el 20% dentado y el 10% restante son maíces dulces o de cotufa (Riccelli, 2000). Esta mayor proporción de maíces blandos de fácil cocción y molienda, se puede interpretar por la lógica del procesamiento local, en casa, en comunidad, ablandados en fogón o cocinas; molidos con piedras, pilones, molinos caseros, de modo

que la selección cultural de los maíces tendió a ser de granos blandos para ser consumidos directamente. Dentro de los principales maíces harinosos destaca el maíz Cariaco [Grant et al., (1963); Obregón, (2000); Bejarano y Segovia, (2000)] llamado por los aborígenes “erepa” voz cumanagota de donde proviene la palabra “arepa” (Mesa, 1957), con una variada gastronomía cultural, como la harina de maíz Cariaco para atole, harina de maíz tostado, pan de horno, gofio, arepas de maíz pelado, pilado, funche (harina de grano completo).

Sin embargo debido al énfasis en la producción y propagación de semillas de granos duros para la industria, la demanda comercial, los planes de siembra que tributan la siembra de granos duros comerciales; los forzados cambios en los hábitos alimenticios, la polinización abierta y cruzada del maíz; ha traído como consecuencia la desaparición de esta raza de grano harinoso, en muchas comunidades. Adicionalmente la disminución de los conocimientos y costumbres culturales, el desdén al papel fitomejorador de las comunidades agricultoras, quienes históricamente, mediante técnicas sencillas de selección local (selección masal simple) ampliamente ejercida en diferentes localidades. Miles de fitomejoradores y cientos de variedades, garantizaban un avance sostenido en la selección de semillas, manteniendo su diversidad, variabilidad, heterogeneidad, resistencia, características culturales del grano, del tamaño de la planta, disparidad de los períodos floración, etc. De modo que por elemental que fuera la técnica

de selección, al ser ejercida en infinidad de localidades desde los pueblos originarios, campesinos y pequeños productores, el avance genético era más impactante, sostenido y difundido.

Estos antecedentes sirven de base para plantearse la ubicación de variedades de maíces criollos, como el maíz Cariaco, su reintroducción en zonas donde han desaparecido, para ser multiplicadas, seleccionadas y estudiadas, desde los quehaceres socioculturales tradicionales como el conuco y los saberes culturales de las comunidades campesinas, a través de la conformación de redes campesinas para la reappropriación de sus semillas locales, reivindicando su papel como mejoradores genéticos que responden a sus condiciones y demandas culturales, asumiendo a los pueblos originarios y campesinos como sujetos transformadores, restaurando la agricultura indocampesina endógena, sustentable, soberana, comunitaria, tropical, diversa, emancipadora; contraponiéndose a los sistemas de producción y de consumo hegemónicos y dependientes, nacidos de la revolución verde.

## **Materiales y Métodos**

El proyecto fue concebido desde la apropiación de los sujetos, quienes, producen y seleccionan sus semillas localmente, según las condiciones sociales, agroecológicas y demandas culturales. No son utilizados como simples multiplicadores (trabajo manual) que envían las semillas a un centro de investigación para que ser seleccionadas por expertos (trabajo intelectual) en ambientes diferentes y

luego las retornan para multiplicarlas de nuevo. Se estipula la reconstrucción social de una red campesina para retomar el uso de semillas de maíz Cariaco desde su contexto, aprendiendo de sus técnicas, guiados por sus saberes, para contribuir a la propagación y estimar tanto de las semillas, como sus formas culturales de producción y consumo; trascendiendo la óptica productivista e industrial que ha caracterizado el mejoramiento genético desde los centros especialistas. La dureza del grano, el procesamiento local, las características de las plantas; las técnicas y formas de siembras, de selección; la consideración de factores cósmicos, la cosmovisión, la cosmovivencia; la gastronomía, el contenido nutricional de alimentos; son aspectos que considera este proyecto. Comprende desde la producción hasta el consumo de los granos, generando una percepción y conocimiento integral de la cultura campesina, para de esta contextualización ir visibilizando, restaurando y propagando una red cultural, soberana y diversa, que vaya retomando los hábitos alimenticios autóctonos, atendiendo las necesidades nutricionales locales, para construir la soberanía alimentaria, desde la participación de las comunidades campesinas. Se pretende en cada espacio donde se encomienda semillas, surja el compromiso de los sujetos de incorporar dos participantes para el año siguiente.

### **Localidad**

Semillas Campesinas de Maíz Cariaco de la localidad del Asentamiento Campesino La Romereña, parroquia Guardatinajas, municipio Miranda, del

edo. Guárico, en el Eje Norte Llanero, como centro de propagación, han sido colectadas y multiplicadas, para ser reintroducidas en localidades donde se comprobó se ha extinguido. Las localidades de reintroducción son: sector San Rafael de San Casimiro, municipio San Casimiro y en el sector Topo de El Sargento, parroquia Guacamaya, municipio Ribas del edo. Aragua; sector Los Laureles, municipio Mellado del edo. Guárico y sector Potrero Cercado, Quebrada de Cua, municipio Urdaneta, del edo. Miranda.

### **Cultivo**

Las semillas fueron cultivadas en espacios entre los 600 y 5.000 mts<sup>2</sup>, durante el año 2012. Entre los meses de mayo y junio, se realizó la roza de las parcelas mediante el uso de máquinas desmalezadoras. En éstas se dejaron, franjas de 2 mts de ancho sin cortar el monte, las cuales subdividen las parcelas a 24 mts cada una, con la intención de mantener el hábitat a insectos aliados en el mantenimiento del cultivo. Entre 7 y 10 días después, bajo el efecto de la luna menguante, se procedió a la siembra a coa, puya o chícora, despejando los restos vegetales muertos de la roza. En cada hoyo abierto por la coa se sembraron en asociación 3 semillas de maíz y 2 de frijol, intercalado con 4 semillas de maíz y 2 de frijol, de modo que un hoyo iba con 3, otro con 4, el siguiente con 3, luego 4 y así sucesivamente. La distancia entre surcos fue de 1,10 a 1,20 mts y el tranco o la distancia entre plantas desde 0,70 a 1,20 mts, respetando las formas de siembra del campesino. A los 10 días de siembra

se evaluó la germinación y presencia de gusanos. Al mes y medio de sembrado se rebajó el monte con desmalezadora con el fin de mantener preponderancia del cultivo y luego se practicó otra a los 70 – 80 días para facilitar el acceso durante el doblaje del maíz. Este doblaje se practicó en la siguiente luna menguante, cuando el maíz estuvo “zarazo” o comenzando a secar, para protegerlo de la acción de los pájaros y del agua de lluvia.

### Cosecha y Selección

A los 90-110 días el maíz se encontró suficientemente seco, para ser cosechado. La cosecha se hizo a mano y las mazorcas fueron desprovistas de las hojas. En esta etapa se preseleccionaron las mismas para ser consideradas en la selección final. El largo y ancho de la mazorca, el llenado de granos, la uniformidad y paralelismos de los mismos, las características de grano (blanco cremoso, liso, blando, sin coloración amarilla, ni manchas, ni picaduras); fueron características consideradas por el saber campesino para la selección de semillas. Una vez seleccionadas, se procedió al desgrane, en primera instancia descartando los granos de la punta y la base de la mazorca (granos para consumo). Finalmente en unos envases secos y limpios, se desprendieron los granos adheridos en el centro de la tusa.

### Almacenamiento

Obtenidas estas semillas, se llevaron al laboratorio para labores de limpieza y almacenamiento. Antes de “ventearse” se extendieron al sol durante cuatro horas moviéndolas constantemente para que el secado fuera uniforme. Para “ventearse”

con un ventilador casero puesto en dirección fija, se fueron transvasando las semillas de un envase a otro, de manera que la corriente de aire del ventilador fuera soplando y eliminando las impurezas. En este procedimiento, se aprovechó para detectar y descartar cualquier semilla indeseable. Limpias las semillas, se almacenaron en envases de vidrio de 4 lts de boca ancha y se le adicionaron trozos de jabón azul de panela, para evitar la contaminación con insectos. Así se preservan en estantería hasta la próxima siembra, haciendo vigilancia cada dos meses del estado germinativo de las semillas, mediante pruebas tradicionales de germinación.

### Resultados y Discusión

Este proyecto se encuentra en la culminación de su primer año de financiamiento a través de una subvención aprobada por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) en la convocatoria de Proyectos Estratégicos del 2011.

Las semillas de maíz Cariaco procedentes del centro de propagación de La Romereña cosechadas en el año 2011, fueron reintroducidas en cuatro espacios donde el tipo de maíz había desaparecido. Los campesinos fueron abordados mediante un proceso reflexivo, de respeto por su saber, hacer y de su compromiso de acompañar la retoma del maíz Cariaco. De su memoria histórica local, se evidenció que todos conocieron el maíz, fueron criados con atol o harina de maíz Cariaco y que desapareció de la localidad.

### Causas de pérdida local de semillas

Dentro de los hallazgos causales de este abandono y pérdida local del maíz se sistematizó:

- a) Cambios culturales en los hábitos alimentarios (Harina precocida, Harina de arroz, alimentos envasados, enlatados, pastas, arroz, etc.).
  - b) Exclusión en los planes de siembra de maíces diversos en colores, dureza y tamaño del grano, favoreciendo a los estándares agroindustriales (maíz blanco, amarillo, duro).
  - c) Invisibilización y menosprecio de semillas locales, criollas de los planes de mejoramiento genético y propagación.
  - d) Adopción del paquete tecnológico foráneo del monocultivo-mercancía, desplazando el sistema de siembra-consumo originario y campesino.
  - e) Desdén del impacto, protagonismo, hacer y saber campesino ancestral, en el mejoramiento genético del maíz, dejando esta actividad sólo a fitomejoradores profesionales de instituciones públicas y privadas.
  - f) Restricciones normativas, reglamentaciones sanitarias, certificaciones y estándares de calidad, que favorecieron la verticalización, centralización, apropiación y mercantilización del suministro de semillas.
- Estos factores condujeron al desmantelamiento y achicamiento de la red social de producción, selección, validación e intercambio de semillas estructurada por años por los campesinos y pueblos originarios.

### Participantes, espacios de multiplicación, cultivos y estatus

Este año se logró la incorporación de cuatro campesinos y espacios de siembra.

Gustavo Jiménez

Fundo El Samán, sector San Rafael de San Casimiro, municipio San Casimiro, del estado Aragua. Fecha de siembra: 19 de mayo de 2012. En fase de luna menguante. Área de siembra 3.000 mts<sup>2</sup>. Asociación de Maíz Cariaco y frijol. En etapa de secado.

Manuel Blanco

Parcela. Sector Topo de El Sargentito, parroquia Guacamaya, municipio Ribas, del estado Aragua. Fecha de siembra: 16 de junio de 2012. En fase de luna menguante. Área de siembra 800 mts<sup>2</sup>. Maíz Cariaco y maíz amarillo criollo. En etapa de secado.

Víctor Tablante

Fundo Chaparral, sector Los Laureles, municipio Mellado del estado Guárico. Fecha de siembra: 16 de junio y 18 de agosto de 2012. En fase de luna menguante. Área de siembra 4.000 mts<sup>2</sup>. Siembra diversa de maíz Tabaquito (criollo), yuca, auyama, quinchoncho, tapiramas. Se realizó una primera siembra con maíz Tabaquito, que es un maíz criollo que posee el campesino y posteriormente 2 ensayos para comparar comportamiento de maíces. En este espacio inicialmente hubo un fuerte ataque de bachacos, perdiéndose por completo la primera siembra. Los ensayos se realizaron en una zona medianamente baja y por el exceso de precipitaciones, el maíz sufrió severas consecuencias.

Maximiliano Guillarte  
Parcela. Sector Potrero Cercado,  
Quebrada de Cua, municipio Urdaneta,  
del estado Miranda. Fecha de siembra:  
14 de junio de 2012. En fase de luna  
menguante. Área de siembra 600 mts<sup>2</sup>.  
Se cultivó maíz Cariaco, yuca, ocumo,  
ayuama. Este cultivo era promisorio,  
pero debido a un percance físico del  
productor y problemas mecánicos, no  
se pudo doblar el maíz a tiempo, siendo  
casi diezmado por un fuerte ataque de  
pájaros. Este maíz se cosechó, estimamos  
una pérdida de un 70%, logrando sólo  
colectar 14 kg de semillas seleccionadas.  
En la parcela cosechada, se aprovechó  
aproximadamente un 15% de mazorcas  
escogidas para semillas y en el  
procedimiento de desgrane de la mazorca,  
se descarta un estimado de 40% de modo  
que un 60% de semillas son aptas para su  
multiplicación.

## Conclusiones

Se ha comprobado la fuerte merma  
del tipo de maíz criollo Cariaco  
en las comunidades abordadas, no  
obstante haber memoria de una variada  
gastronomía cultural. Es un maíz  
harinoso de fácil procesamiento casero,  
local, característica que favorecería  
de nuevo su uso, para restaurar los  
hábitos alimenticios latentes por la  
pérdida del cultivo. El enfoque y la  
metodología utilizada han demostrado  
ser una vía válida para la reintroducción  
(multiplicación), el ensemillamiento  
(selección) y retoma (hábitos alimenticios  
y requerimientos nutricionales) del maíz  
Cariaco. Se considera pertinente seguir  
realizando este trabajo y otros con este  
enfoque, expandiéndolo hacia otros

alimentos autóctonos, en la construcción  
de la soberanía alimentaria.

## Agradecimiento

Agradecimiento a los pueblos originarios  
quienes con su cosmogonía, cosmovisión  
y cosmovivencia, son fuente concreta  
para la retoma del camino perdido. En el  
todo, establecieron relaciones espirituales  
y armoniosas con la naturaleza, partiendo  
de allí una unión sempiterna entre el maíz  
y el género humano, donde uno requiere  
del otro para su subsistencia. A los  
campesinos quienes albergan vestigios  
de esa ancestralidad con su ser, saber,  
hacer y convivir; siendo sujetos para la  
restauración de la agricultura autóctona y  
referentes culturales contrahegemónicos.  
Al Colectivo C.A.R.I.A.C.O. Quienes  
asumen la responsabilidad histórica  
de la concreción. Al FONACIT por su  
aporte financiero durante presente año y  
a la Universidad Nacional Experimental  
Simón Rodríguez.

## Referencias Bibliográficas

- Alfaro, Y.; Segovia, V. (2000a). Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonómica numérica. I. Caracteres de la planta. *Agronomía Tropical*. 50(3): 413-433.
- Alfaro, Y.; Segovia, V. (2000b). Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonómica numérica. II. Caracteres de la planta y de la mazorca. *Agronomía Tropical* 50(3): 435-460.
- Bejarano, A.; Segovia, V. (2000). Origen del maíz. Origen y evolución de la especie. En: Fontana H. y C. González (eds.). *El maíz en Venezuela*. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 11:14.

- Grant, U.; Hathaway, W.; Timothy, D.; Cassalett, C.; Roberts, L. (1963). Races of maize in Venezuela. National Academy of Sciences-National Research Council. Publication (1136). Washington, DC. USA. 91 pp.
- León, J.; Obregón, P.; González, F.; Quintana, H. (1974). Repercusión de la tecnología en el desarrollo de los principales cultivos en Venezuela. Tercer caso: El Maíz. FONAIAP, Maracay, Venezuela. 114 pp.
- Mesa, D. (1957). Historia natural del maíz. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. X (39):13-106.
- Obregón, P. (2000). Mejoramiento genético del maíz en Venezuela. Mejoramiento genético y biotecnología. En: Fontana H. y C. González (eds.). El maíz en Venezuela. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 167:194.
- Ricilla, M. (2000). Fuentes útiles de germoplasma. Mejoramiento genético y biotecnología. En: H. Fontana y C. González (Eds.). El maíz en Venezuela. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 99:105.
- San Vicente, F. (2000). El CIMMYT y la cooperación internacional en el mejoramiento del maíz. Mejoramiento genético y biotecnología. En: H. Fontana y C. González (Eds.). El maíz en Venezuela. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 195:205.



---

# EVALUACIÓN DE FERTILIDAD DE SUELOS AGRÍCOLAS DEL ESTADO YARACUY BASADO EN ANÁLISIS DE SUELO Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESPACIAL (GEOMÁTICA)

Andrade O., Bavaresco M., Cárdenas L., Cárdenas M., Figueredo L.,  
Giménez W., León M., Méndez M., Pagua L., Rivero O., Segovia K., Silva C.  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Yaracuy)  
oneliaandrade@yahoo.es

## Resumen

Para fortalecer la agricultura en una región, es imprescindible conocer la fertilidad del suelo y poder determinar la disponibilidad y distribución espacial de elementos nutritivos para los cultivos. En Yaracuy las investigaciones relacionadas con el tema son pocas, lo que dificulta en gran medida determinar el grado de aptitud que tienen las tierras para la producción agrícola de cultivos promisorios y estratégicos. El objetivo de este proyecto es evaluar y cartografiar la fertilidad de los suelos agrícolas de Yaracuy basándose en análisis de suelo y técnicas de análisis espacial (Geomática). La metodología implica una serie de pasos a seguir: creación de una base de datos con los resultados de análisis de suelos existentes en el Laboratorio de Suelos del INIA-Yaracuy; digitalizar, georeferenciar, actualizar la información obtenida, monitorear los cambios en el tiempo y caracterizar; muestreo y análisis de suelos en nuevas áreas; generación de mapas de fertilidad que indiquen el estado nutricional de los mismos en diversas regiones del estado. Finalmente, la formulación de planes de fertilización y aplicación de enmiendas en aquellas zonas agrícolas que lo requieran. Los resultados, provenientes de 2134 muestras de suelo, señalan hasta ahora que la principal limitante del suelo para los cultivos en el estado es la baja disponibilidad de fósforo. Adicionalmente, en algunos municipios es la materia orgánica, la acidez y/o los niveles de salinidad, lo cual amerita planes de fertilización y aplicación de enmiendas correctivas en estos lugares de acuerdo a los requerimientos del cultivo y disponibilidad de insumos.

**Palabras clave:** geomática, fertilidad de suelos, análisis de suelos, georeferenciar, nutrientos

## Introducción

El buen crecimiento y rendimiento de un cultivo depende de los factores inherentes al ecosistema en el cual las plantas crecen. Además del factor suelo, existen los relacionados con la planta y el clima, constituyendo así el llamado sistema suelo-planta-clima. Dentro del sistema, la fertilidad del suelo es considerada un factor de crecimiento y es definida como el potencial que tiene el mismo para suplir los elementos nutritivos en las formas, cantidades y proporciones requeridas para lograr un buen crecimiento y rendimiento de las plantas (Casanova, 2005). Cuando la disponibilidad de nutrientes en el suelo para las plantas no es suficiente, ésta puede ser aumentada al añadir fertilizantes al suelo, los cuales poseen uno o más elementos esenciales para el crecimiento y rendimiento de las plantas. La evaluación de la fertilidad del suelo con fines agrícolas es el proceso mediante el cual se diagnostican problemas nutricionales en suelos y/o cultivos y en base a ellos se hacen recomendaciones. La misma es evaluada a través de síntomas visuales en las plantas, análisis de suelo y de plantas. El análisis de suelo es el más usado por los agricultores asumiendo que conociendo el nivel de nutrientes se puede hacer un plan de fertilización adecuado. El análisis consiste en el uso de una solución extractora, la cual en contacto con el suelo por unos minutos simula las cantidades disponibles en el mismo para ser absorbidos por el sistema radical de las plantas durante su período de crecimiento y reproducción.

En el análisis exhaustivo de recursos naturales la Geomática juega un rol importante. La Geomática es un término

científico moderno que hace referencia a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica. El uso combinado de sistemas de información geográfica (SIGs), modelos digitales de terreno o elevación elevación (DEM) y sensores remotos satisfacen las necesidades de ubicación, delimitación, localización, georreferenciación (posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado), entre otros, para la detección (directa o indirecta), mapeado, extrapolación, interpretación, cálculo de áreas y monitoreo de recursos (Chuvieco, 1996).

En el estado Yaracuy es apremiante generar información para el manejo agronómico de los cultivos (actuales y potenciales), siendo imprescindible conocer la disponibilidad de nutrientes para estos cultivos y para el desarrollo de programas de fertilización y aplicación de enmiendas a fin de propiciar el fortalecimiento definitivo de la agricultura en el Estado. Sin embargo, son pocas las investigaciones relacionadas con el tema que se han llevado a cabo, lo que ha dificultado en gran manera determinar el grado de aptitud que tienen las tierras para la producción agrícola. Algunos estudios generales y puntuales se han realizado previamente en Venezuela: Chirinos *et al.*, (1971) caracterizaron la fertilidad de suelos en algunos estados e infirieron que en Yaracuy los suelos son de texturas medias, de provisión regular de fósforo (P) y pHs que varían de neutros a alcalinos con abundancia de

suelos calcáreos y apreciables problemas de salinidad. Zérega *et al.*, (1995) y Mora *et al.*, (1999) evaluaron la fertilidad y el estado nutricional de la caña de azúcar en una finca, sus resultados indicaron que en el suelo existía una desfavorable relación Ca: Mg: K que pudiera estar afectando la absorción de éstos por el cultivo y que para aumentar el rendimiento se requiere aplicar enmiendas orgánicas, calcáreas y fertilizantes.

La finalidad de esta investigación es evaluar y cartografiar la fertilidad de suelos agrícolas del estado Yaracuy basándose en análisis de suelo y técnicas de análisis espacial (Geomática).

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estado Yaracuy está ubicado en Venezuela entre coordenadas 9°49'-10°48' N y 68°11'- 69°16' O, con una

superficie de 0,28 millones de hectáreas agrícolas y dividido políticamente en 14 municipios (Figura 1). Predominan las unidades de paisaje montañoso, que junto con el piedemonte de colinas, representan el 65% de su territorio. El clima de la entidad, de acuerdo a la Clasificación Climática de Köeppen es de sabana (Aw) y de estepa (Bs) con una temperatura media anual entre 20° y 26° C y precipitación media de 1.900 mm anuales. La actividad económica predominante es la agricultura. Destacan rubros como el maíz, el cambur, la caraota, la caña de azúcar, el café, el sorgo, el plátano, el aguacate, la naranja y otras frutas. En el sector pecuario sobresalen la ganadería de bovinos, porcinos y aves. La entidad, en términos económicos, produce bienes y servicios con mayor intensidad para los estados vecinos que para su circulación interna (Ferrer y De Paz, 1985).



**Figura 1. Ubicación geográfica, relieve e hidrografía del estado Yaracuy y sus municipios**

## Análisis de suelo

Los análisis de suelo son realizados en el Laboratorio de Suelo Agua Planta del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Yaracuy desde el año 2003. Las muestras de suelo son traídas por agricultores de los diversos municipios del estado que solicitan el servicio analítico al Laboratorio. La profundidad de muestreo considerada es de 0-20 cm (2134 muestras). Las determinaciones realizadas y métodos aplicados en dichas muestras son los siguientes: contenido de materia orgánica (MO, %) por el método de Walkley y Black; pH y conductividad eléctrica (CE a 25°C, dS/m) medidos con potenciómetro en relación suelo-agua 1:2,5 y 1:5, respectivamente; fósforo (P, mg/kg) y potasio (K, mg/kg) por el método de Olsen; calcio (Ca, mg/kg) por el método de Morgan modificado y la distribución de tamaño de partículas (%) por el método de Bouyoucos. La clasificación textural (CT) de las muestras es agrupada en tres clases, gruesa (a, aF, Fa), media (F, L, FL, FA, FFAa, Aa) y fina (A, AL, FAL), asignándosele los números 1, 2 y 3, respectivamente, para poder analizarlas estadísticamente. La metodología e interpretación de los resultados está basada en investigaciones del INIA (1984-1985) realizadas según el manual de Brito et al., (1990) y es organizada por municipios. Esta metodología contempla niveles de interpretación de bajo, medio y alto para contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio y calcio basándose en la textura del suelo.

## Análisis estadístico

Para analizar los datos se empleó una estadística descriptiva usando el software Statistix 8.0, tanto para los municipios en conjunto como individualmente. También fue realizada una prueba de medias entre las variables analizadas, teniendo como fuentes de variación a los municipios.

### Generación de mapas

Se recopilaron del Laboratorio los resultados de análisis de suelos que fueron realizados en el estado Yaracuy con fines agrícolas. Se ingresaron los datos al computador en una hoja de cálculo para crear la base datos. El mapa del estado con sus municipios y límites político-administrativos, escala 1:100.000, fue usado como mapa base para elaborar los temáticos. El mismo fue digitalizado y georeferenciado empleando una tabla digitalizadora. Los datos espaciales fueron almacenados en el SIG ArcView 3.2 y sus atributos no espaciales fueron codificados en la base de datos o tabla de atributos. Una imagen de satélite (Landsat) y un DEM del Estado fueron importados al programa ENVI y cortados de acuerdo a las coordenadas del área, luego sus datos espaciales fueron georeferenciados (resolución especial de 30m x 30m) a la proyección Universal Transverse Mercator (UTM), zona 19 Norte, WGS-84 y corregidos geométricamente usando 20 puntos de control (cruce de caminos y centros poblados) ubicados en el mapa. Todos los datos fueron procesados de tal forma que puedan ser importados a diferentes software's de análisis espacial y se facilite el uso, análisis y cartografía de las entidades espaciales del Estado. La base de datos de suelo obtenida fue transferida

al SIG para digitalizar y georeferenciar los datos. Por procedimientos de mapeo y considerando el análisis estadístico, fueron generados mapas temáticos de las variables analizadas con su respectivas tablas de atributos. Los mapas son de tipo vectorial, donde cada polígono y color representa un municipio. A futuro se tiene planteado muestrear suelos para ingresar nuevas áreas que no han sido muestreadas o que no hayan sido analizadas extensivamente para caracterizar su fertilidad.

## Resultados y Discusión

La Tabla 1 presenta la estadística descriptiva de todas las variables analizadas para todos los municipios del estado Yaracuy en conjunto. En relación a la distribución del tamaño de las partículas o clasificación textural no se detectaron diferencias significativas entre los municipios (Figura 2), predominando las texturas gruesas y medias debido a un mayor contenido de partículas de arena en sus suelos. Esto posiblemente se deba a que en el Estado predominan paisajes montañosos y piedemontes colinosos. En los valles y depresiones los suelos provienen de rocas metamórficas y sedimentarias altamente meteorizadas, lo que origina suelos con partículas de menor tamaño o de texturas finas (Mogollón y Comerma, 1994), quizás por esto el mayor porcentaje lo presentan Peña, seguido de Páez (9 % FAL).

Con respecto a la reacción del suelo, la Tabla 1 reporta un valor promedio para el Estado que clasifica como pH neutro (Casanova, 2005). Sin embargo, según la prueba de medias (Tabla 3, Figura 3) los municipios Nirgua y Sucre son

estadísticamente iguales y difieren del resto porque presentan los menores valores de pH. La mayoría de las muestras analizadas están dentro de la categoría de suelos neutros a alcalinos, seguido de suelos ácidos, éstos últimos ubicados en regiones donde hay mayor precipitación y quizás mayor lavado de cationes básicos.

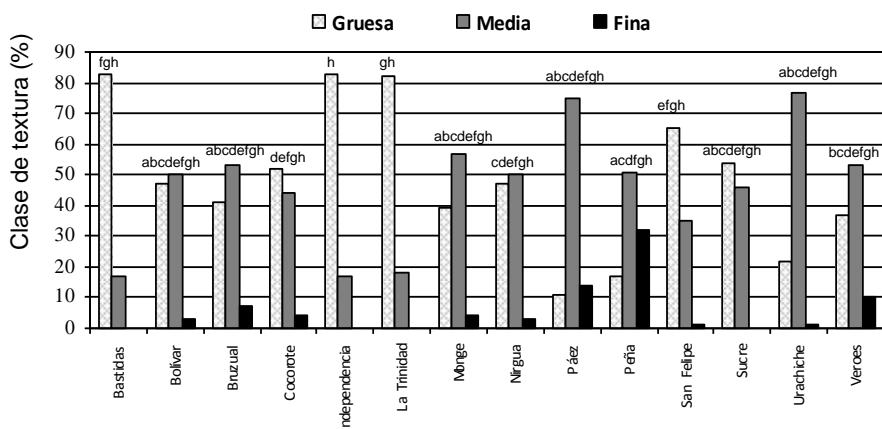
En la Tabla 1 se puede apreciar que el índice de concentración total de sales en la solución del suelo (CE) es bajo ( $<0,75$  dS/m) para el Estado y para los municipios, razón por la cual no se detectaron diferencias significativas. Normalmente valores mayores a éstos están asociados a zonas áridas o semiáridas (precipitación  $< 600$  mm/año), pH alcalinos o agua de riego salinas. El municipio Peña presenta el mayor valor de CE y mayor pH, pero sólo 2% de las muestras analizadas presentaron CE  $>2$  dS/m, valor que podría representar problemas para el normal desarrollo de cultivos no tolerantes a la presencia de sales (Bohn *et al.*, 1979).

En cuanto a los niveles de materia orgánica se encontró que los rangos están ubicados mayoritariamente en las categorías de bajo y medio (Tablas 1 y 3, Figura 3)

**Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables analizadas en el estado Yaracuy**

|        | Variables analizadas en los análisis de suelo |       |         |      |      |      |       |      |       |       |
|--------|---|-------|---------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
|        | arena   | limo  | arcilla | CT   | pH   | C E  | MO    | P    | K     | Ca    |
| Media  | 41,90   | 36,85 | 21,25   | 1,74 | 6,96 | 0,30 | 2,52  | 14   | 121   | 1422  |
| DE     | 19,00   | 11,72 | 10,72   | 0,63 | 1,10 | 0,43 | 1,16  | 23,2 | 156,4 | 972,3 |
| DEM    | 0,51  | 0,31  | 0,29    | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,03  | 0,6  | 4,2   | 26,1  |
| CV     | 45  | 32    | 50      | 36   | 16   | 146  | 46    | 171  | 129   | 68    |
| Mínimo | 0,40  | 6,80  | 1,20    | 1,00 | 3,6  | 0,02 | 0,10  | 0    | 2     | 33    |
| Máximo | 88,40   | 72,80 | 62,00   | 3,00 | 8,9  | 4,90 | 12,86 | 378  | 2948  | 13544 |

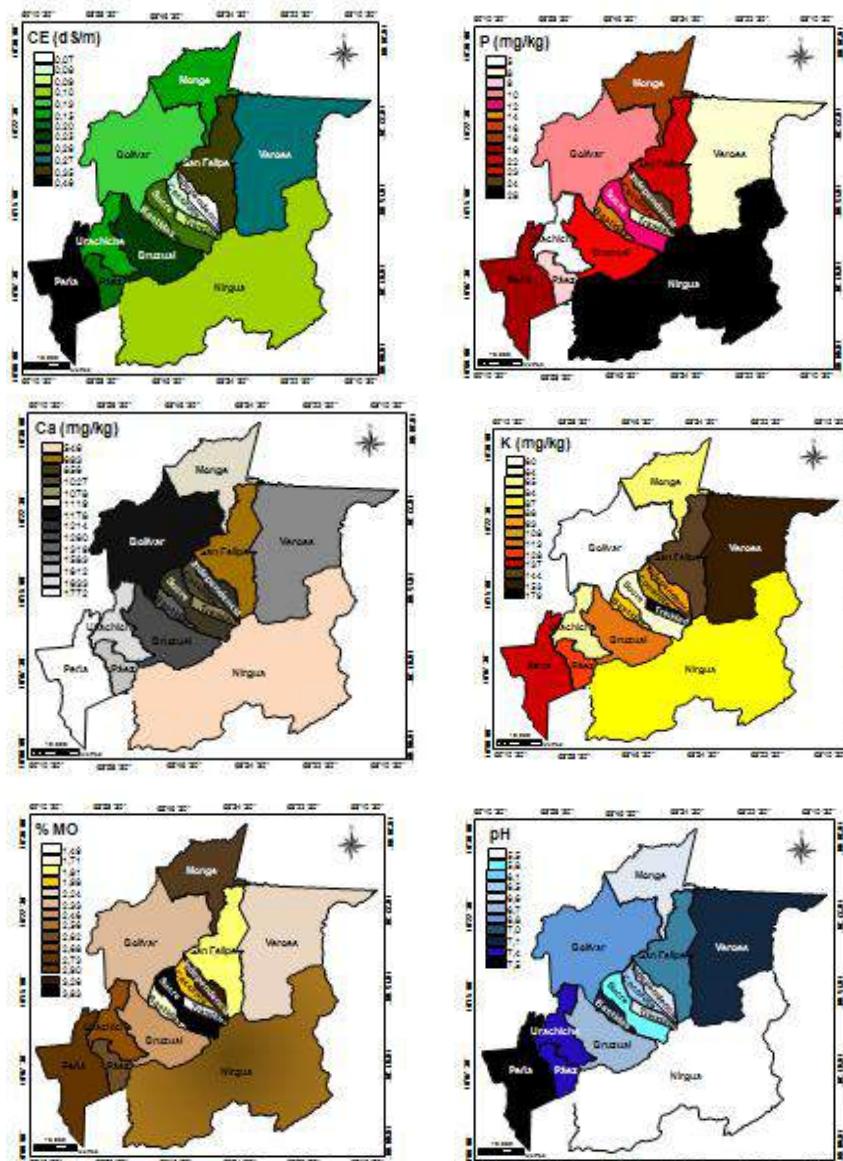
DE: desviación estándar DEM: desviación estándar media CV: coeficiente variación

**Figura 2. Clases de textura (%) presentes en cada municipio del estado Yaracuy** excepto en los municipios Independencia y Sucre donde predominan cultivos permanentes que aportan constantemente residuos orgánicos frescos.

El nivel de disponibilidad de fósforo en el suelo es bajo ( $< 18 \text{ mg/kg suelo}$ ) en todos los municipios (Tablas 1 y 3, Figura 3). Debido a que sus fuentes principales son minerales como la Apatita, fertilizantes y materia orgánica (Casanova, 2005), es natural que se consigan estos valores en Yaracuy, pues no hay predominancia de

**Tabla 2. Medias obtenidas en el total de muestras analizadas en cada municipio**

| Municipio     | Muestras | pH                               | CE  | MO                                    | P                     | K                             | Ca                              |
|---------------|----------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Bastidas      | 21       | 7,1 <sub>a,b,c,d,f,g,h,i,j</sub> | 0,26 <sub>a,f,g,i,j,k,l,m</sub>           | 1,71 <sub>i,m</sub>                   | 14 <sub>a,b,c,d</sub> | 88 <sub>a,b,c,d,f,g,h,i</sub> | 1319 <sub>a,b,c,d,f,g,h,i</sub> |
| Bolívar       | 96       | 6,8 <sub>i</sub>                 | 0,13 <sub>i,j,k,l,m</sub>                 | 2,33 <sub>g,i,j,k,l,m</sub>           | 10 <sub>a,b,c,d</sub> | 60 <sub>c,d</sub>             | 1178 <sub>g,h,j</sub>           |
| Bruzual       | 150      | 6,7 <sub>g,h,j</sub>             | 0,25 <sub>b,c,d,e,f,g,i,j,k,l,m</sub>     | 2,46 <sub>a,c,e,f,g,i,j,l</sub>       | 23 <sub>a,b,c,d</sub> | 113 <sub>a,c,d</sub>          | 1260 <sub>e,f,g,h</sub>         |
| Cocorote      | 53       | 6,5 <sub>a,c,d,e,f,g,h,i</sub>   | 0,08 <sub>i,m</sub>                       | 1,98 <sub>j,k,l,m</sub>               | 16 <sub>a,b,c,d</sub> | 108 <sub>a,b,c,d</sub>        | 1027 <sub>a,d,e,f,g,h</sub>     |
| Independencia | 16       | 6,0 <sub>f,g,h,i</sub>           | 0,07 <sub>m</sub>                         | 3,26 <sub>a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,l</sub> | 24 <sub>a,b,c,d</sub> | 93 <sub>a,b,c,d</sub>         | 1214 <sub>b,c,d,e,f,g,h,i</sub> |
| Trinidad      | 25       | 6,6 <sub>a,c,d,e,f,g,i</sub>     | 0,09 <sub>j,k,l,m</sub>                   | 1,49 <sub>m</sub>                     | 8 <sub>a,b,c,d</sub>  | 179 <sub>a</sub>              | 1078 <sub>d,e,f,g,h</sub>       |
| Monge         | 108      | 6,6 <sub>e,f,g,h</sub>           | 0,15 <sub>j,k,l,m</sub>                   | 2,90 <sub>a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,l</sub> | 18 <sub>a,b,c,d</sub> | 84 <sub>a,b,c,d</sub>         | 1119 <sub>f,g,h</sub>           |
| Ningua        | 155      | 5,5 <sub>j</sub>                 | 0,10 <sub>k,m</sub>                       | 2,56 <sub>i,j,k,l,m</sub>             | 28 <sub>a</sub>       | 87 <sub>a,b,c,d</sub>         | 546 <sub>j</sub>                |
| Páez          | 119      | 7,4 <sub>b,f</sub>               | 0,20 <sub>a,f,g,h,i,j,k,l,m</sub>         | 2,62 <sub>a,f,g,h,i,j,l</sub>         | 9 <sub>a,c,d</sub>    | 128 <sub>a,c</sub>            | 1612 <sub>a</sub>               |
| Pérez         | 803      | 7,5 <sub>a</sub>                 | 0,46 <sub>a</sub>                         | 2,73 <sub>a,c,e,f,g,h,i,l</sub>       | 19 <sub>a,b,c</sub>   | 137 <sub>a,c</sub>            | 1772 <sub>a</sub>               |
| San Felipe    | 240      | 6,1 <sub>hi</sub>                | 0,35 <sub>a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m</sub> | 1,81 <sub>k,l,m</sub>                 | 22 <sub>a,b,c,d</sub> | 114 <sub>a</sub>              | 693 <sub>h,j</sub>              |
| Sucre         | 44       | 5,8 <sub>j</sub>                 | 0,26 <sub>a,f,g,h,i,j,k,l,m</sub>         | 3,83 <sub>a</sub>                     | 12 <sub>a,b,c,d</sub> | 64 <sub>d</sub>               | 856 <sub>i,j</sub>              |
| Urachiche     | 113      | 7,4 <sub>a,b,c,f</sub>           | 0,15 <sub>g,h,i,j,k,l,m</sub>             | 2,68 <sub>a,f,g,h,i,j,l</sub>         | 5 <sub>d</sub>        | 65 <sub>a,b,c,d</sub>         | 1633 <sub>a,b,d</sub>           |
| Veroes        | 191      | 7,0 <sub>a,d,f,g,i</sub>         | 0,27 <sub>c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m</sub>     | 2,24 <sub>a,f,g,h,i,j,m</sub>         | 8 <sub>d</sub>        | 153 <sub>a,b,c,d</sub>        | 1583 <sub>a,c,d,e</sub>         |



**Figura 3. Mapas de valores promedios de las variables de suelo en los municipios**

## Conclusiones

La principal limitante del suelo para los cultivos en el estado Yaracuy es la baja disponibilidad de fósforo. En algunos municipios como Cocorote, Trinidad y Monge el bajo contenido de materia orgánica, la acidez en los municipios Nirgua y Sucre y los niveles de salinidad en algunas zonas cultivadas del municipio Peña. Esto hace que se ameriten planes de fertilización y aplicación de enmiendas correctivas en estos lugares de acuerdo a las exigencias del cultivo. Sin embargo, se debe considerar que los fines de recomendaciones de fertilización y aplicación de enmiendas estos resúmenes no sustituyen los análisis de muestras individuales de suelos y debe procurarse efectuar los mismos siempre que sea posible.

## Referencias Bibliográficas

- Bohn, H.; Mcneal, B.; Oconnor, G. (1979). Soil Chemistry. A Wiley Interscience Publication. New York, EE.UU. 225 pp.
- Brito, J.; López, I.; Pérez, R. (1990). Manual de métodos y procedimientos de referencia Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad. FONAIAP.
- Maracay, Venezuela. 164 pp.
- Casanova, E. (2005). Introducción a la ciencia del suelo. UCV- CDCH. Caracas, Venezuela. 393 pp.
- Chirinos, A.; De Brito, J.; De Rojas, I.(1971). Características de fertilidad de algunos suelos venezolanos vistos a través de los resúmenes de análisis rutinarios. Agronomía Tropical. 21(5): 397-409.
- Chuvieco, E. (1996). Fundamentos de teledetección espacial. 3ra Edición. España. 565 pp.
- Ferrer, E.; De Paz, H. (1985). Análisis ambiental de la región centroccidental de Venezuela. FUDECO. Barquisimeto, Venezuela. 257 pp.
- Mogollón, L.; Comerma, J. (1994). Suelos de Venezuela. Edición Palmaven. Caracas, Venezuela. 142 pp.
- Mora, O.; Díaz, A.; Zéregá, L. (1999). Fertilidad de los suelos cultivados con caña de azúcar (*Saccharum* sp. Híbrido) del estado Yaracuy en base a los análisis de suelo. Caña de Azúcar. 17:21-36.
- Zéregá, L.; Alvarado, M.; Mujica, Y. (1995). Evaluación de la fertilidad del suelo y estado nutricional del cultivo de caña de azúcar en una finca de los valles de El Rodeo y del río Turbio en el estado Yaracuy. Bioagro. 7(2): 50-54.



---

# EVALUACIÓN DE LA FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE SO<sub>2</sub> EN LA SOLUCIÓN CONSERVADORA DE LA INFLORESCENCIA CON LA FINALIDAD DE MEDIR SU EFECTO EN LA CANTIDAD Y PODER GERMINATIVO DE LA SEMILLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR OBTENIDA A TRAVÉS DE CRUCES

Latigue Rosa, Briceño Rosaura, Figueredo Luis, Cova Jenny, Niño Milagros

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA - Yaracuy)  
rlatigue@inia.gob.ve

## Resumen

La obtención de un cultivar de caña de azúcar requiere de rigurosos procesos, entre los que se destacan cruzamientos biparentales y múltiples el cual dependen de la conservación exitosa de las inflorescencias. La solución ácida de SO<sub>2</sub> es una técnica usada para la preservación cuya concentración ideal debe ser de 150 mg.L<sup>-1</sup>, debido a que la solución es inestable existiendo pérdidas de SO<sub>2</sub> por volatilización, es necesario, un monitoreo durante el proceso. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el manejo de la concentración de SO<sub>2</sub> en los cruces múltiples sobre el efecto de la cantidad y el poder germinativo de semilla sexual de caña de azúcar. El trabajo se efectuó en la casa de cruzamiento del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Yaracuy, los tratamientos fueron: T1: solución 150 mg.L<sup>-1</sup> reposición diaria y T2: solución 150 mg.L<sup>-1</sup> reposición interdiaria, los cultivares utilizados fueron: C32-368, CR 87339, V98-120. La duración del proceso fue de 25 días hasta la recolección de las semillas. Se evaluó peso de semilla y poder germinativo. El diseño de experimentos fue completamente al azar analizado bajo un arreglo factorial. Los resultados indicaron que no hubo diferencias para la variable peso de semilla en ninguna de las combinaciones de tratamiento, si hubo diferencias significativas en germinación, siendo el tratamiento 2 y los cultivares C32-368 y V98-120 los que mayor poder germinativo, demostrando que la concentración de SO<sub>2</sub> no influyó sobre la cantidad de semillas producidas pero si sobre su poder germinativo así como formas del manejo de la solución durante el proceso de germinación de la caña de azúcar.

**Palabras clave:** solución ácida, hibridación, germinación de semilla, caña de azúcar

## Introducción

La hibridación es la acción y efecto del cruzamiento entre individuos de diferente constitución genética y constituye la base de todo Programa de Mejoramiento genético. (Cruz O. *et al.*, 2008). La hibridación en caña de azúcar tiene como objetivo transferir a la nueva variedad uno o varios caracteres deseables presentes en los progenitores. Los primeros trabajos de mejora de la caña de azúcar consistían en la recolección de panículas bajo polinización libre, muy pronto los estudios se encaminaron a buscar un mejor control de los cruzamientos hasta llegar al uso de bolsas de tela para proteger el cruzamiento entre el progenitor femenino y el masculino, conocido como cruce biparental (Cruz y Caraballoso, 2007). Actualmente la hibridación de la caña de azúcar, se realiza bajo distintas modalidades como son: cruzamientos biparentales (familia de hermanos completos) Cruces múltiples (familia de medios hermanos) y Polinización abierta en campo (familia de medios hermanos). Los cruzamientos biparentales son cruces entre dos clones específicos, donde el clon portador de la semilla femenina ( $\text{♀}$ ) es androesteril o muy débil polinizador y los clones que actúan como polinizadores masculinos ( $\text{♂}$ ) son escogidos entre los que tengan una alta producción de polen fértil (De Sousa *et.al.*, 2008). En el cruzamiento múltiple se seleccionan un grupo de progenitores (femeninos y masculinos) con características deseables y se colocan juntos para que se fecunden. Para que estos cruzamientos se lleven con éxito, es necesario conservar las

inflorescencias, (para que se mantenga la viabilidad del polen), hasta que la polinización se lleve a cabo. Los primeros estudios en conservación de inflorescencias se llevaron a cabo en Hawaii quienes encontraron que una solución diluida de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) prevenía el marchitamiento de los tallos. Por otro lado [Brett, (1947); Ramdoyal y Domaingue (1989)]. El  $\text{SO}_2$  permite mantener las panículas con vida hasta la madurez de la semilla, debido a que el  $\text{SO}_2$  molecular es el encargado de la acción antimicrobiana y está directamente relacionado con el pH del medio, por lo tanto permite que los tallos de las inflorescencias se mantengan turgentes y las flores viables mientras se produce el proceso de polinización y posterior maduración de la semilla. Desde entonces, han existido muchas variaciones y estudios de los productos químicos a usar y muchas formas diferentes de manejar las soluciones. Hoy en día en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA), no se utiliza el  $\text{SO}_2$  en forma de gas sino se utiliza un reactivo llamado metabisulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) como sustituto, liberando el gas una vez que este es preparado. Esta metodología, es menos riesgosa y menos costosa, sin embargo la solución utilizada sigue siendo inestable existiendo pérdidas de  $\text{SO}_2$  por volatilización, por lo cual es necesario un monitoreo y reposiciones de solución con  $\text{SO}_2$  durante el proceso. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la frecuencia de aplicación de  $\text{SO}_2$  en la solución conservadora de la inflorescencia, y medir el efecto de la cantidad y el poder germinativo

de la semilla sexual de caña de azúcar obtenida bajo la modalidad de cruces múltiples.

## Materiales y Métodos

El trabajo se efectuó en la casa de cruzamiento del Programa Venezolano de Desarrollo de Variedades de Caña de Azúcar ubicado en la estación local Yaritagua (ELY) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Yaracuy. Se trabajó con la campaña de hibridación (2010-2011), donde se realizó un cruce múltiple colectando los tallos con inflorescencias en la colección de progenitores ubicada en el campo experimental de la ELY. Los tallos fueron preservados con la solución acida, siguiendo la metodología de Verret *et al.*, (1925) (modificada) y adaptada en INIA por Latiegue *et al.*, (2011). La solución contiene 150 mg.L<sup>-1</sup> de  $SO_2$ , 75 mg.L<sup>-1</sup> de  $H_3PO_4$ , 37,5 mg.L<sup>-1</sup> de  $H_2SO_4$  y 37,5 mg.L<sup>-1</sup>  $HNO_4$  y la adaptación es la utilización del metabisulfito de sodio ( $Na_2S_2O_5$ ) como sustituto del gas  $SO_2$ .

Se colocaron 3 inflorescencias por progenitor en tobos plásticos de 8 L con la solución final. Debido a que la solución es altamente inestable y existe una pérdida diaria de un 40 a 60% de  $SO_2$  aproximadamente por volatilización, Latiegue *et al.*, (2011) es necesario hacer monitoreos y reposición con 25 mL de solución madre de metabisulfito para garantizar que la concentración se encuentre entre 90 y 150 mg.L<sup>-1</sup>  $SO_2$ , valores por encima del rango no garantizan la viabilidad de la semilla, por el contrario valores muy bajos no garantizan el mantenimiento de la inflorescencia hasta la madurez de

la misma semilla. Para determinar la frecuencia más idónea de reposición de metabisulfito durante el periodo del proceso (desde el inicio del cruce hasta la cosecha de la semilla) los tratamientos establecidos fueron:

T1: solución 150 mg.L<sup>-1</sup> reposición diaria  
 T2: solución 150 mg.L<sup>-1</sup> reposición interdiaria

Los progenitores utilizados para el cruce múltiple fueron:

P1: C32-368 (♀♂)  
 P2: CR 87339 (♀)  
 P3: V98-120 (♀)  
 P4: V00-50 (♂)

Se recolectó semilla sexual de los progenitores femeninos o que se pudieran comportar como femeninos, tales como:

P1: C32-368 (♀♂)  
 P2: CR 87339 (♀)  
 P3: V98-120 (♀)

Una vez cosechada las semillas por progenitor se procedió a pesar las mismas a fin de obtener los gramo de la misma producida, posteriormente fueron sembradas en la superficie de sustrato comercial, utilizando 2 gramos de semilla por bandejas de plástico, se humedeció y se cubrió con plástico para lograr una humedad relativa del 90 a 95% por 7 días a fin de mantener la humedad y garantizar la germinación. En este momento se retiró definitivamente el plástico que cubre a las bandejas de germinación y se procedió a contar el número de plantas germinadas. Se evaluó peso de semilla colectada y poder

germinativo (Nº de plantas germinadas/2 gr de semilla). El diseño de experimentos fue un completamente al azar analizado bajo un arreglo factorial. El paquete estadístico utilizado fue el INFOSTAT (Versión estudiantil).

## Resultados y Discusión

En la Tabla 1, se muestran la cantidad de semilla cosechada (gr) para cada progenitor por tratamiento utilizado. Como se observa, no hubo diferencias significativas entre tratamientos lo que

**Tabla 1: Peso de semillas por cultivar para cada tratamiento**

| Tratamiento | progenitor | Cantidad de semilla cosechada (g.) |
|-------------|------------|------------------------------------|
| 1           | 1          | 9,65a                              |
| 1           | 2          | 9,97a                              |
| 1           | 3          | 7,08a                              |
| 2           | 1          | 8,65a                              |
| 2           | 2          | <u>7,80a</u>                       |
| 2           | 3          | 9,06a                              |

En cuanto al número de plántulas germinadas, los resultados por progenitor para cada tratamiento se muestran en la Tabla 2, observando diferencias significativas entre estos. Indicando que aun cuando la frecuencia de reposición no afectó la cantidad de semilla cosechada por variedad, si afectó el poder germinativo de la misma, exceptuando el cultivar 2, quien en ambos tratamientos manifestó una muy baja germinación debido quizás a la naturaleza fisiológica del cultivar. Al verificar los niveles de  $SO_2$ , por tratamiento se evidenció que la reposición diaria (T1) mantuvo concentraciones muy por encima de los

indica que la frecuencia de reposición de  $SO_2$ , no afectó la cantidad de semilla cosechada; estos resultados concuerdan con Miller (1995) quien comparó diferentes concentraciones de  $SO_2$ , y el manejo de reposición de las soluciones fue similar al planteado en este trabajo, revelando los resultados que no hubo diferencias entre la cantidad de semilla cosechada (gr) para las variedades evaluadas. Lo que les permitió escoger la solución más económica y práctica para el uso en su programa de hibridación.

150 mg.L<sup>-1</sup>  $SO_2$ , (entre 170 y 230 mg.L<sup>-1</sup> de  $SO_2$ ) y en la reposición interdiaria (T2) las concentraciones se mantuvieron entre 120 y 160 mg.L<sup>-1</sup> de  $SO_2$ , estos resultados indican que los niveles de  $SO_2$  del T1 pudieron afectar el poder germinativo o viabilidad de la semilla. Los resultados antes descritos permiten aseverar que bajo las condiciones de manejo de la hibridación en la ELY, la adición interdiaria de metabisulfito de sodio (T2), es la forma más idónea de reponer los niveles de  $SO_2$ , ya que es el que garantiza los niveles de concentración adecuados, que no afectan ni la cantidad producida ni la viabilidad o poder germinativo de las semillas.

**Tabla 2: Número de Plántulas de caña de azúcar germinadas por progenitor para cada tratamiento**

| Tratamientos | progenitor | Nº de plantas/2g. de semilla |
|--------------|------------|------------------------------|
| 1            | 1          | 13,25a                       |
| 1            | 2          | 1,75a                        |
| 1            | 3          | 11a                          |
| 2            | 1          | 34,25b                       |
| 2            | 2          | 0,25a                        |
| <u>2</u>     | <u>3</u>   | 37,75b                       |

## Conclusiones

En el presente trabajo se encontró que el tratamiento (adición interdiaria de metabisulfito de sodio), no afecta negativamente la producción de semillas ni su viabilidad, escogiéndolo para ser usado durante las campañas de hibridación realizadas anualmente en la ELY. Sin embargo, es de destacar la importancia que tiene de continuar analizando más trabajos de investigación que son necesarios para evaluar otras frecuencias de reposición junto con mayor cantidad y variedad de progenitores.

## Referencias Bibliográficas

- Brett, P. (1947). An Investigation into Sugarcane Breeding in South Africa. Proc. S. A. Sugar Tech. Assn. 21: 104-108.
- Cruz, C.; Pérez, R.; Caraballoso, V. (2008). Estrategia para cumplir con los programas de cruces de la caña de azúcar en el Centro Nacional de Hibridación, [en línea]. <http://www.monografias.com/trabajos57/sistema-control-cana-azucar/sistema-control-cana-azucar.shtml>
- Cruz, O.; Caraballoso, V. (2007). Hibridación de la caña de azúcar, [en línea]. <http://www.monografias.com/trabajos43/hibridacion-cana-azucar/hibridacion-cana-azucar.shtml>
- De Sousa-Viera, R.; Briceño, R.; Díaz, A.; Rea, R.; Niño, M.; Rivero, A.; Aza, G.; Ortiz, A.; George, J. (2008). Programa Venezolano de desarrollo de variedades de caña de azúcar. Revista Digital INIA HOY, [en línea]. 1, <http://192.168.1.11/www.inia/images/stories/docman/IH01desousa.pdf>
- Latiegue, R.; Briceño, R.; Figueroedo, L.; Niño, M.; Rivero, A.; Aza, G.; Hernández, T. (2011). Métodos de conservación de inflorescencias de caña de azúcar en las campañas de hibridación del programa venezolano de desarrollo de variedades en INIA Yaracuy-Estación Local Yaritagua. INIA Divulga, [en línea]. 19:12-17. [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/inia\\_divulga/id19/id19\\_latiegue.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/id19/id19_latiegue.pdf)
- Miller, J. (1995). Methods of preserving female tassels used in sugarcane crosses. American Society of Sugar Cane Technologists. 14: 12-19.

- Ramdoyal, R.; Domaingue, R. (1989). Potassium metabisulphite as a substitute for sulphur dioxide in preservative solutions used during crossionsg of sugarcane. In XX Congress ISSCT. Proceedings. 2: 851-859.
- Verret, J. (1925). A method of handling cane tassels for breeding work. Hawaiian planters Rec. 29: 84-94.

---

# EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES FRENTE A TRES GRUPOS DE ANTIHELMÍNTICOS EN OVINOS

Medina Jullymar<sup>1</sup>, Mendoza Pedro<sup>2</sup>, Rodríguez Rafael<sup>3</sup>, Graterol Irama<sup>1</sup>  
Silvestre Alfonzo<sup>1</sup>, Sánchez Alexander<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Falcón

<sup>2</sup>Inst Nacional de Inv. Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México

<sup>3</sup>Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM)

jcmedina@inia.gob.ve

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del Albendazole 10% (Benicimidazoles), Levamisol 7.5% (Imidazothiazoles) e Ivermectina 1% (Lactonas Macrocíclicas), en contra de nemátodos gastrointestinales de ovinos. Esta investigación fue realizada en una unidad de producción ovina semi intensiva, del sector el Cebollal del municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. Bajo un modelo experimental aleatorizado fueron seleccionados, al azar, cuarenta ovinos de razas mestizas (*West African, Dorset* y *Barbados Black Belly*), de un rebaño infectado de manera natural con nemátodos gastrointestinales. Se conformaron cuatro grupos de 10 ovinos cada uno, quedando de la siguiente manera: Grupo 1 (Control); Grupo 2 (Albendazol 10%, oral); Grupo 3 (Levamisol 7.5%, intramuscular) y Grupo 4 (Ivermectina 1%, sub-cutánea). Fue determinado el número promedio de huevos eliminados por gramos de heces, usando la técnica de McMáster al día 0 (justo antes del tratamiento) y al día 14 (postratamiento). Para determinar la resistencia antihelmíntica en los parásitos, fue usado el método de reducción de la cuenta de huevos fecales, (FECRT, por sus siglas en inglés). El porcentaje de reducción de la población de huevos de los nemátodos atribuible a la actividad antihelmíntica fue: Albendazol: 66%; Ivermectina: 50% y Levamisole 87%. Estos resultados mostraron una ineficacia de los antiparasitarios atribuible a la presencia de resistencia antihelmíntica en los parásitos. Tal hallazgo representa un problema, que necesita atención por parte de las autoridades encargadas de salud animal, en el área de estudio y áreas circunvecinas.

**Palabras clave:** resistencia, nematodos gastrointestinales, antihelmínticos, ovinos.

## Introducción

Se entiende por resistencia antihelmíntica, la habilidad de una población de parásitos para resistir dosis de antiparasitarios significativamente mayores a las necesidades para matar una población normal. Es decir, cuando se administra una droga, en dosis y en forma correcta, a animales enfermos y no actúa convenientemente, estamos ante problemas de resistencia antihelmínticas (Nari *et al.*, 2000). El desarrollo de esta resistencia depende esencialmente de la eficiente presión de selección (Márquez, 2003). Con la continua selección de los individuos resistentes, que se produce por el uso repetido de los antiparasitarios, aumentando la frecuencia de los genes de la resistencia en una población, hasta producir el reemplazo de la población sensible por una población resistente al fármaco con el consiguiente fracaso del tratamiento antihelmíntico. (Romero *et al.*, 1998).

El principal problema, que afecta la producción ovina, es la nematodiasis gastrointestinal, responsable de pérdidas económicas en las unidades de producción. Esta parasitosis provoca trastornos que interfieren en la nutrición, retraso en la madurez sexual, disminución en la producción de carne, leche y signos clínicos importantes, entre ellos: anorexia, anemia, retardo en el crecimiento y predisposición a enfermedades de orden secundario. (González *et al.*, 2007; Morales y Pino, 2001).

El diagnóstico de resistencia ante antihelmínticos es considerado como una herramienta de apoyo para la aplicación de tratamientos en regiones de alto

riesgo a nemátodos gastrointestinales en rumiantes. Aunque el uso de productos químicos es hasta la fecha, el único método de control, diversas medidas preventivas de resistencia hacia los antihelmínticos están siendo promovidos por medio de la Food Agriculture Organization (FAO, 2002).

El control eficiente de parasitosis en ovinos se puede lograr con un manejo adecuado de los campos de pastoreo y el uso estratégico y mínimo de antiparasitarios. Según (Sievers y Alocilla, 2007), en la práctica productiva se ha instaurado la administración regular de antiparasitarios como una rutina que se realiza incontroladamente y sin ningún criterio técnico, lo cual es la principal causa de un aumento de la resistencia antihelmíntica de los parásitos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la presencia de la resistencia antihelmíntica en nemátodos parásitos, aplicando la prueba de reducción del conteo de huevos en heces, en un rebaño ovino de las razas *West África*, *Dorset* y *Barbados Black Belly*, infectados de manera natural con nemátodos gastrointestinales en una unidad de producción semi intensiva, en el sector el Cebollal del municipio Miranda del estado Falcón.

## Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en una unidad de producción ovina del sector el Cebollal del municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela, con 450 mm de precipitación media anual, evaporación de 3200 mm de promedio anual, temperatura de 27,7°C, humedad

relativa de 74%, velocidad del viento de 17,4 Km.hora<sup>-1</sup> en promedio y suelos de textura franco-arenosa y franco arcillosa. Fue usado un diseño experimental aleatorizado, en la cual se seleccionaron, al azar, ovino de razas mestizas *West African*, *Dorset* y *Barbados Black Belly*, con edades entre 3 a 6 meses de edad, sin desparasitar e infectado de forma natural con nemátodos gastrointestinales y fueron divididos en cuatro grupos formados cada uno por 10 ovinos: Grupo control sin antihelmíntico, Grupo tratado con albendazol 10% vía oral, grupo tratado con levamisol 7.5% vía intramuscular y el grupo tratado con ivermectina 1% vía subcutánea. El tratamiento fue aplicado el día 0 y fueron recolectadas las muestras de heces directamente del recto del animal, los días 0 antes del tratamiento y 14 días post tratamiento, fue realizado el conteo de huevos por gramos de heces usando la técnica de McMaster.

Para medir la resistencia antihelmíntica fue aplicado el método de reducción de la cuenta de huevos fecales, conocida en inglés como Faecal Egg Count Reduction Test (FECRT), recomendado por la Asociación Mundial para el Avance de

la Parasitología Veterinaria (WAAVP) (Coles *et al.*, 1992), tomando como parámetro el porcentaje de reducción en el conteo de los huevos en heces y el 95% del intervalo de confianza. La interpretación de los datos se hizo a través del Programa RESO FECRT (1990).

#### Criterios de selección para la resistencia antihelmíntica

**Resistente:** si el porcentaje de reducción en el conteo de huevos es menor del 95% y, si el límite inferior (95%) del intervalo de confianza, es menor del 90%.

**Sospechoso:** si solamente uno de los dos criterios anteriores está presente.

## Resultados y Discusión

El promedio de huevos por gramos de heces (hpg) obtenido antes y después del tratamiento fue tal como se muestra en la (Tabla 1), donde se aprecia que no existió una considerable disminución de las cargas parasitarias luego de haberse aplicado los químicos antihelmínticos, a excepción del levamisol que evidenció una baja reducción de huevos de nemátodos por gramos de heces.

**Tabla 1. Promedios de reducción de huevo de nemátodos antes y después del tratamiento con albendazol, ivermectina y levamisol**

| Evaluación              | Promedio de huevos por gramos de heces |            |             |           |
|-------------------------|--|------------|-------------|-----------|
|                         | Control                                | Albendazol | Ivermectina | Levamisol |
| Antes del tratamiento   | 2675                                   | 1.900      | 1.555       | 940       |
| Después del tratamiento | 1580                                   | 2615       | 790         | 205       |

Sin embargo, los porcentajes de reducción de huevos por gramos de heces obtenidos por el programa RESO, (Tabla 2), fueron 66, 50 y 87% para el albendazol, ivermectina y levamisol respectivamente, siendo estos considerados por dicho programa estadístico como resistentes, ya que los valores de los tres antihelmínticos usados son menores al 95% de reducción de huevos y, en cuanto al límite inferior a los 95% de intervalo de confianza todos estuvieron por debajo del 90%. (Morales y Pino, 2001), en su investigación sobre drogas antihelmínticas ante estróngilos digestivos en ovinos estabulados, comprobaron la eficacia del albendazol

**Tabla 2. Resultados programa RESO**

expresada en porcentaje de reducción de los hpg, donde éste fue de solo 32,7%, muy por debajo del 90% y 95%, valores establecidos como límites para diagnosticar resistencia, lo cual indica el alto grado de resistencia al compuesto antihelmíntico presente en los estróngilos digestivos de los ovinos utilizados en su ensayo. Para el caso de la ivermectina, (Montalvo *et al.*, 2006), comprobaron en la región noroeste del estado de Tlaxcala de México, el riesgo a la diseminación de la resistencia de la ivermectina, en algunos rebaños de ovinos, por lo que éste sugiere tomar medidas de prevención.

| Grupos                    | Pre-test  | Control  | ALBENDAZOL | IVERMECTINA | LEVAMISOL  |
|---------------------------|-----------|----------|------------|-------------|------------|
| Número                    | 10        | 10       | 10         | 10          | 10         |
| Media aritmética          | 2.675     | 1.580    | 2.615      | 790         | 205        |
| Varianza (FEC)            | 5.217.917 | 6.817.78 | 3.351.139  | 360.444     | 99.139     |
| % Reducción               |           |          | 66         | 50          | 87         |
| Varianza (Reducción)      |           |          | 0.08       | 0.09        | 0.26       |
| Límite superior           |           |          |            |             |            |
| 95%                       |           |          | 7          | 73          | 96         |
| Intervalo de confianza    |           |          |            |             |            |
| Límite inferior 95%       |           |          | -196       | 8           | 62         |
| Intervalo de confianza    |           |          |            |             |            |
| Efectividad de los grupos |           |          | Resistente | Resistente  | Resistente |

Respecto al porcentaje de reducción del conteo de huevos de nemátodos para el levamisol (87%), se sospecha que el grupo tratado con esta droga pudo haberse infectado en campo de forma rápida por las posibles altas cargas parasitarias, que puedan estar presente en el pastizal, por lo que se sugiere la adecuada rotación de potrero.

(Benavides, 2001), sugiere que la resistencia antihelmíntica es frecuentemente esperada cuando un productor reporta una pobre respuesta clínica posterior al tratamiento, aunque esto no es un indicador de la existencia de parásitos resistentes, éste puede estar influenciado por una mala administración de las drogas antiparasitarias, subdosificación, mala elección del antihelmíntico o una rápida reinfección, o como lo indica (Van Wyk, 2001), donde señala, que uno de los principales mecanismos que favorece el desarrollo de resistencia es el denominado “refugio”, debido a que poblaciones susceptibles y resistentes que escapan a la acción del tratamiento, y por lo tanto se asegura la reinfección.

## Conclusiones

Estadísticamente fue estimado, que los antihelmínticos empleados, no fueron eficientes para el control de los nemátodos gastrointestinales, sin embargo, el uso del levamisol difiere del resultado obtenido en laboratorio, donde sí existió una reducción de cargas parasitarias de 940 hpg a 205 hpg.

La presencia de la resistencia antihelmíntica en esta unidad de producción, representa un serio problema, que necesita especial atención

por parte de las autoridades encargadas de salud animal en el área de estudio y áreas circunvecinas, por ello, se sugiere al productor, suministrar a los animales dietas ricas en proteínas y probar con otras drogas antihelmínticas con distinto mecanismo de acción a las ya usadas, e integrarlo a la rotación de potreros, ya que el efecto encontrado con el antihelmíntico es solo temporal. Del mismo modo, otras alternativas de control, como el uso de plantas con actividad antiparasitaria, así como el uso de antagonistas naturales de los nemátodos, como son los hongos nematófagos, deberán ser exploradas para establecer un programa integrado de control de estas importantes parasitosis que afectan a rebaños ovinos en la zona bajo estudio.

## Referencias Bibliográficas

- Benavides, O. (2001). Control de las pérdidas ocasionadas por los parásitos del ganado. Anexo colecciónable Manejo integrado de plagas y enfermedades en exploraciones ganaderas. Carta Fedegan. 69:52-63.
- Coles, G.; Bauer, C.; Borgsteede, F. H. M.; Borgsteede, F.H.M.; Geerts, S.; Klei, T. R.; Taylor, M.A.; Waller, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44: 35-44.
- FAO. (2002). Food Agriculture Organization Network for helminthology in Africa. Global escalation of anthelmintic resistance (AR) calls for a re-evaluation of the problem. E. mail

- conference – summary, [en línea]. <http://www.fao.org>
- González, R.; Torres, G.; Nuncio, O. M.; Zermeño, J. (2007). Detección de eficiencia antihelmíntica en nemátodos de ovinos de pelo con la prueba de reducción de huevos en heces. *Livest. Res. Rural Develop.* 15 (12): 22.
- Leo, W.; Martin, P. CSIRO. (1990). Animal Health Research Laboratory, Parkville 3052.. ‘Reso’ FECRT analysis program (Version 2.0).
- Márquez, D. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: Origen, desarrollo y control. *Corpoica*. 1: 55-71.
- Montalvo, X.; López, A.; Vázquez, M.E.; Liébano, H.; Pedro, M. (2006). Resistencia antihelmíntica de nemátodos gastroenteríticos en ovinos a Febendazol e Ivermectina en la Región Noroeste del Estado de Tlaxcala. *Revista Técnica Pecuaria en México*.44(1): 1-90.
- Morales, G.; Pino, L. (2001). Drogas antihelmínticas sobre estróngilos digestivos en ovinos estabulados. *Vet. Trop.* 26(2): 147-158.
- Nari, A.; Hansen, J.; Eddi, C.; Martins, J. (2000). Control de la resistencia a los antiparasitarios a la luz de los conocimientos actuales. XXI Congreso Mundial de Buiatría, Punta del Este, Uruguay.
- Romero, J.; Boero, C.; Vásquez, R.; Aristizábal, MT.; Baldo, A. (1998). Estudio de la resistencia a antihelmínticos en majadas de la mesopotamia Argentina. *Rev. Med. Vet.* 70: 342-346.
- Sievers, G.; Alocilla, A. (2007). Determinación de resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nemátodos del bovino en dos predios del sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* 39: 67-69.
- Van Wyk, J.A. (2001). Refugia – Overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 68:55-67.

---

# EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE NaCl EN EL PROCESO DE SALADO DEL BAGRE CACUMO (*Bagre marinus*) REFRIGERADO

Rodríguez Jaime<sup>1</sup>, Chirinos Karina<sup>2</sup>, Cancino Jonnattan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Área de Tecnología. Departamento de Ciencias Pesqueras, (UNEFM)

<sup>2</sup>Programa de Ingeniería Pesquera, (UNEFM)

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química. Punto Fijo, (UNEFM)

jaimeluisr@cantv.net

## Resumen

Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en la materia prima previamente refrigerado, indicando que este parámetro ocasiona una alteración en el músculo de pescado causando deterioro de las proteínas. El pescado salado en pila húmeda se realizó durante 6 días de acuerdo a un diseño experimental de 6 formulaciones, para cada una se utilizaron 12 láminas de pescado de 4 por 4 cm y espesor de 1 cm, para un total de 432 trozos. Se aplicaron análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales al pescado salado, donde se observó un elevado aumento el contenido de cloruro total y las cenizas debido a la penetración de las sales; aw, y peso disminuyeron, al igual para el pH y proteínas debido a la desnaturalización de las mismas y trasferencia de masa ocasionada por las salmueras formadas. En relación a los cationes se determinó que existe efecto estadísticamente significativo entre las formulaciones y tiempos usados en el proceso de salado. En los análisis microbiológicos se observó que el KCl, CaCl y MgCl ejercen función conservante similar al NaCl, proporcionando inocuidad. El análisis sensorial mostró que el pescado salado con mezclas de NaCl-KCl 75%-25%, 85% y 15% y 80%-20 % fueron bien valorados por los panelistas, mientras que en las que contenían Mg<sup>+2</sup> y Ca<sup>+2</sup> hubo rechazo general, específicamente por el sabor amargo y a la textura del producto.

**Palabras clave:** análisis físico-químicos, NaCl, pH

## Introducción

El bagre es abundante en el Golfo de Venezuela y frente al Delta del Orinoco. Su procedencia es de la pesca artesanal. Para 2003 se registraron 18.464 Ton, manteniendo las capturas un comportamiento ascendente (FAO, 2005). Es cotizado en algunas zonas por su carne firme, blanca y buen sabor (Novoa y Cárdenas, 1998).

Salar y secar el pescado sigue siendo una técnica muy utilizada por las industrias pesqueras en muchas regiones del mundo. En Venezuela, grandes cantidades de pescado se conservan por esta técnica, siguiendo métodos tradicionales que implican el empleo de sal y la desecación (Pico, 2006).

La calidad del pescado, en cuanto a seguridad y vida útil en refrigeración, está influenciada por factores no visibles (autolisís, contaminación y crecimiento de bacterias (Huss, 1998). Esta investigación se efectuó con pescado refrigerado, ya que anteriormente Bracho (2011), realizó salado con pescado fresco presentando ambos características de frescuras diferentes. Aliño *et al.*, (2009) mostraron que las mezclas de sales en el salado reducen la incidencia que produce el consumo de sal común, de manera que productos salados con KCl, CaCl<sub>2</sub> y MgCl<sub>2</sub> pueden ser ingeridos por consumidores especiales (hipertensos), ya que el NaCl provoca la acumulación de agua en el cuerpo y cuando la proporción en los alimentos es excesiva, aumenta el volumen sanguíneo, lo cual aumenta de la presión arterial (Weineck,

2001).

La sustitución parcial de NaCl con diversas sales, se empleó para estudiar alternativas como método de conservación de pescado refrigerado, para obtener un producto de calidad, con bajo riesgo para la salud por el consumo de sal común. Este estudio permitió verificar el efecto de la sustitución parcial del NaCl por otras sales (KCl, CaCl<sub>2</sub> y MgCl<sub>2</sub>), en el pescado salado previamente refrigerado. La investigación comprendió determinar las formulaciones óptimas de mezclas con las sales mencionadas, y así caracterizar físico-química y microbiológicamente la carne para luego aplicar el salado en pila húmeda en un recipiente sin drenaje, analizando a través de pruebas físico-químicas y microbiológicas el efecto de estas sales sustitutivas del NaCl. Se realizaron pruebas sensoriales al pescado luego del salado.

## Materiales y Métodos

### Evaluación físico-química y microbiológicamente la materia prima

La materia prima se obtuvo del mercado municipal de la ciudad de Punto Fijo, estado Falcón. Se usarán 432 trozos de bagre de 4 cm por 4 cm y un espesor de 1 cm. Se sometió la muestra a la determinación físico-química y microbiológica, según la tabla 1.

### Aplicación del método de salado en el pescado refrigerado

Se aplicarán 4 tratamientos de salado con sustituciones parciales del contenido de NaCl por mezclas de KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, usando 6 combinaciones (Tabla 2).

**Tabla 1.** Análisis físico-químicos y microbiológicos y normas utilizadas para caracterizar la materia prima

| Características físico-químicas y microbiológicas y norma utilizadas |                  |
|--|------------------|
| aw, NaCl, pH   | COVENIN 1315-79, |
| Na, K  | COVENIN 844-78   |
| Ca, Mg   | COVENIN 986-82   |
| Aerobios mesófilos   | COVENIN 902-94   |
| <i>E. coli</i>   | COVENIN 1104-94  |

**Tabla 2.** Composición de la formulación de las sales utilizadas en el salado

| FORMULACION | NaCl (%) | KCl (%) | CaCl <sub>2</sub> (%) | MgCl <sub>2</sub> (%) |
|-------------|----------|---------|-----------------------|-----------------------|
| I           | 100      | -       | -                     | -                     |
| II          | 75       | 25      | -                     | -                     |
| III         | 85       | 15      | -                     | -                     |
| IV          | 80       | 20      | -                     | -                     |
| V           | 55       | 25      | 15                    | 5                     |
| VI          | 50       | 10      | 25                    | 15                    |

### Preparación de las sales y del músculo de pescado

Se aplicó la cantidad de sal en proporción a lo establecido por Aliño *et al.*, (2009), 0.85kg por cada 500g de pulpa de pescado, se colocaron las mezclas de sal en el fondo de un recipiente de plástico sin drenaje, se distribuyeron los trozos de pescado formando 2 pilas cada una con 6 trozos divididos por una capa de sal. Antes del salado, el pescado fresco se colocó en refrigeración con hielo por un lapso de 24 h, la cual hace que haya una diferencia de la frescura en comparación

con el pescado óptimamente fresco. El tiempo de salado fue de 6 días.

### Análisis de las características físico-químicas y microbiológicas del pescado salado

La caracterización físico-química y microbiológica de las muestras se realizó según lo mostrado en el apartado 2.1 incluyendo *St. aureus* (COVENIN 1292-89). aw, NaCl, pH, y peso se examinaron diariamente. La determinación de Na, K, Ca y Mg, aerobios mesófilos, *E. coli*, *St. aureus*, se realizó el último día de salado.

## Evaluación sensorial del pescado salado

Se sometió la muestra a una evaluación sensorial (color, olor, textura y sabor) después del proceso de salado, usando escala hedónica de 5 ptos en forma decreciente donde el puntaje mayor corresponde a la mayor aceptación. Se utilizaron 100 panelistas no entrenados. Las muestras se sometieron a desalado en agua dulce por 1 h se sometió a cocción de forma asada, sin añadir ningún tipo de condimento o especie. La influencia de las mezclas de sal en el pescado se evaluó mediante un análisis de varianza múltiple ANOVA de una vía con una probabilidad  $p < 0,05$ , empleando el software

Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics, Rockville, Md, EE.UU.).

## Resultados y Discusión

### Caracterización físico-química de la materia prima

La pulpa de pescado refrigerada presentó pH 6.65, valor aceptable según COVENIN 3086:94, la aw dio 0.975 y el contenido de cloruro total fue 0.43 % (Tabla 3). Para cationes de la materia prima (Tabla 4) se obtuvo: Na 0,131 mg/kg, K 0,146 mg/kg, Ca 229,470 mg/kg y Mg 149,290 mg/kg, resultados que entran en los rangos establecidos en la Tabla de Composición Química del Pescado Fresco (FAO, 2005).

**Tabla 3. Características físico-químicas de la pulpa de pescado refrigerada**

| Característica                         | Resultados |
|--|------------|
| Contenido de Cloruro de total (% NaCl) | 0,43       |
| pH                                     | 6.65       |
| Aw                                     | 0,97       |

**Tabla 4. Minerales del pescado refrigerado**

| Na (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) |
|------------|-----------|------------|------------|
| 0,13193    | 0,14681   | 229,47     | 149,29     |

**Tabla 5. Características microbiológicas del pescado refrigerado**

| ANÁLISIS           | RESULTADOS              | COVENIN 3086-943                          |
|--------------------|-------------------------|---|
| E. coli            | Ausente                 | Mín. 11 - Máx.500 NMP/g                   |
| Aerobios mesófilos | $3,2 \times 10^5$ UFC/g | Mín. $1 \times 10^6$ Máx. $1 \times 10^7$ |

## Caracterización microbiológica de la pulpa de pescado refrigerado

Se observa en la Tabla 5, que las muestras analizadas presentarón buena calidad higiénica según los rangos permitidos en la norma COVENIN 3086:94

## Variación del peso del pescado salado

La variación del peso de las muestras en el salado se muestra en la Figura 1. Se determinó que existen diferencias significativas. Se obtuvo mayor pérdida de peso en la formulación I y la menor fué la II. A partir del cuarto día todas las formulaciones tendieron a equilibrar la pérdida de peso, presentando estos valores entre 8 y 24 g. Los resultados en comparación a los presentados por Bracho, (2011) fueron diferentes (11 y 14 g), y fueron similares a los de González (2010), que usó carne caprina.

## Variación del contenido de cloruros en el pescado salado

El factor principal que regula la velocidad de penetración de la sal es la formación de una salmuera saturada en la superficie de la carne, lo cual explica que la sal húmeda penetre más rápidamente que la seca, dado que la sal va a tomar la humedad del ambiente y se va a transformar en salmuera que será la que penetrará en el interior de la carne (Arnaud *et al.*, (1987). Existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del contenido de los cloruros totales (Figura 2), se determinó que la formulación IV obtuvo mayor ganancia de sal, y la de menor la formulación I. Para el quinto día todos el contenido de cloruros se equilibró mostrando valores entre 1 a 5 g, estos resultados son diferentes a los obtenidos por Bracho, (2011) (valores entre 1 a 15 g), sin embargo fueron similares a los de González (2010).

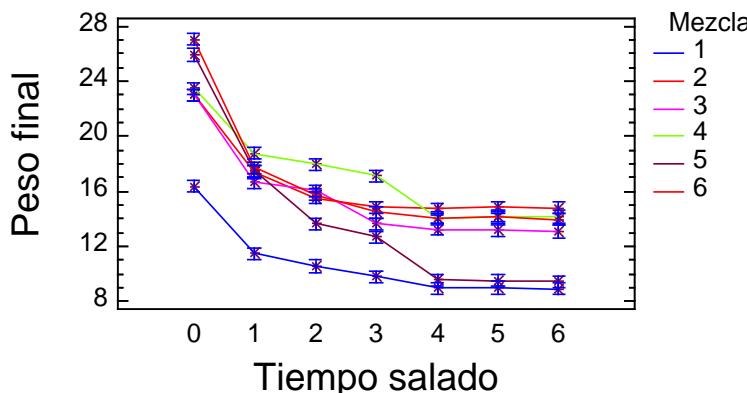


Figura 1. Variación del peso del pescado salado

### Variación de la aw en todo el proceso de salado

En la Figura 3. Se observa disminución de la aw para todas las formulaciones. Existen diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre tratamientos. La formulación VI fue la que menor aw tuvo, esto es debido a que se desnaturaliza la proteína con mayor

intensidad por la presencia de los iones de  $\text{Ca}_2^+$  y  $\text{Mg}_2^+$  (Aliño *et al.*, 2009). La que tuvo mayor aw fué la formulación I, presentando pequeñas diferencias con los resultados de Bracho, (2011), que obtuvo entre 0,61 hasta 0,79. Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por Aliño *et al.*, (2009).

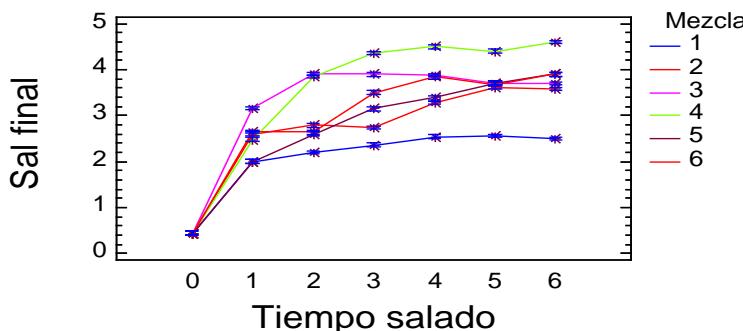


Figura 2. Variación del contenido de cloruros del pescado salado.

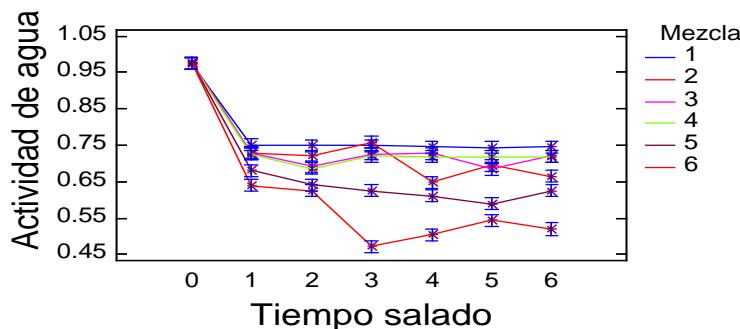


Figura 3. Variación de la aw en el pescado salado.

### 3.6. Variación del pH en el proceso de salado.

En la variación del pH (Figura 4), se determinó que existen diferencias

significativas entre las distintas mezclas y el tiempo utilizadas en el proceso de salado.

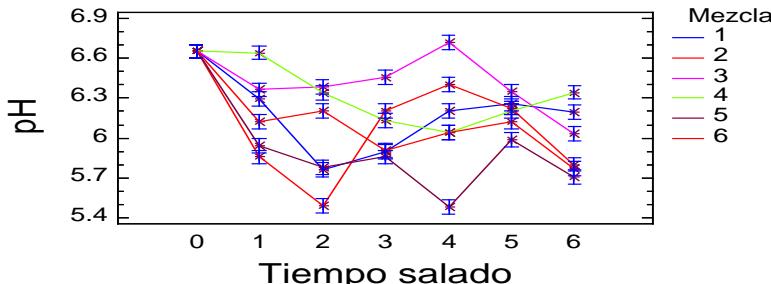


Figura 4. Variación del pH del pescado salado.

#### Variación del contenido de Na en el pescado salado

La formulación I fue la que obtuvo mayor penetración en comparación con las demás mezclas, esto se debió a la gran cantidad de Na presentada en la formulación, las que obtuvieron menor absorción de Na fueron la V y VI las cuáles contenían 55 % y 50 % de NaCl,

presentando valores desde 0,5 a 3 mg/kg, estos resultados son similares a los reportados por Bracho (2011) y González (2010). Se determinó que existe efecto estadísticamente significativo entre las formulaciones y tiempos usados en el proceso de salado ( $p<0,05$ ), como se muestra en la Figura 5.

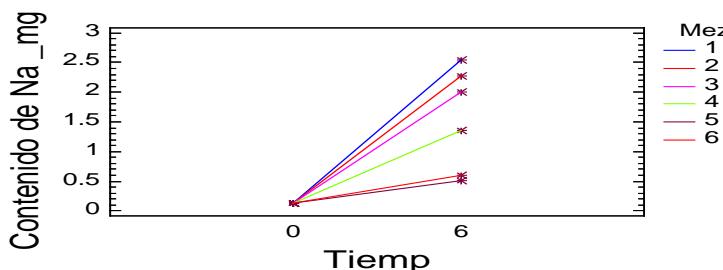


Figura 5. Variación del contenido de NaCl en el pescado salado

#### Variación del contenido de K en el pescado salado

Las formulaciones que obtuvieron mayor absorción de K fueron las II y VI que contenían una cantidad de mayor de este compuesto, seguidas por las III, IV y V que en su mezclas contienen un porcentaje moderado de este mineral, esto quiere decir que a mayor contenido de K en el proceso

de salado ocurre una mayor absorción del mismo, en la formulación I muy poca presencia del mineral. Existieron diferencias significativas en los valores obtenidos (desde 0 hasta 2,5 mg/kg), siendo diferentes a los obtenidos por Bracho, (2011) (desde 0 hasta 4 mg/kg) y similares a los reportados por González (2010) (Figura 6).

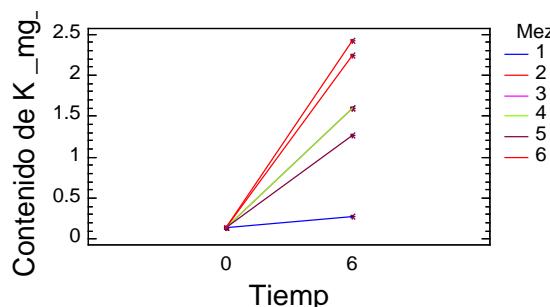
## Variación del contenido de Ca y Mg en el pescado salado

El contenido de Ca y Mg de las diferentes formulaciones son menores en cuanto a las demás formulaciones donde no se utiliza estos minerales (Figuras 7 y 8). Se determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos, estos resultados son diferentes a los reportados por Bracho, (2011) y similares a los obtenidos por Aliño *et al.*, (2009) en lomos de cerdo, Martínez y Gómez, (2005) en bacalao salado, y González,

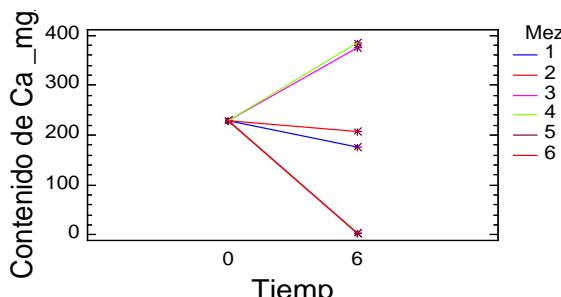
(2010) para carne caprina.

## Caracterización microbiológica del pescado salado

Se determinó que en la formulación I se obtuvieron valores microbiológicos dentro de lo estipulado por la norma COVENIN 1292-94 (Tabla 6), este comportamiento se observó en las demás formulaciones. Las sales alternativas pueden tener función de conservante similar al NaCl.



**Figura 6. Variación del contenido de K en el pescado salado**



**Figura 7. Variación del contenido de CaNi en el pescado salado.**

## Evaluación Sensorial del Pescado Salado

La formulación más aceptada fue la I con una apreciación de “me gusta mucho”,

seguida por la IV entre me gusta mucho y me gusta, las formulaciones II y III tuvieron una apreciación de “me gusta poco” a pesar de que en la formulación II

el color y sabor fue apreciado como “me gusta mucho” y las formulaciones V y VI fueron las menos aceptadas con “me desagrada” en cuanto al sabor se refería,

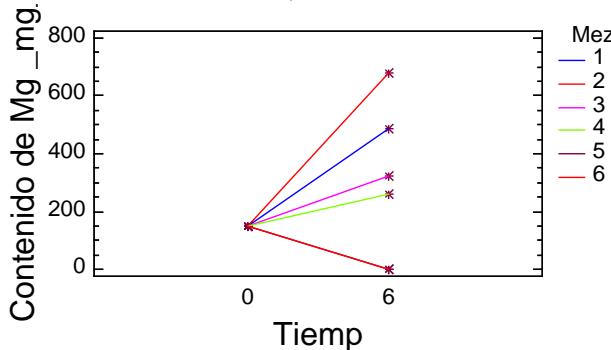


Figura 8. Variación del contenido de Mg en el pescado salado

Tabla 6. Evaluación microbiológica de la formulación 100 % NaCl

| ANÁLISIS           | RESULTADOS      | COVENIN<br>3086-943                       |
|--------------------|-----------------|---|
| Aerobios mesófilos | < 10UFC/g       | Mín. $1 \times 10^6$ Máx. $1 \times 10^7$ |
| St. aureus UFC/g   | Ausente en 25 g | Ausente en 25 g                           |

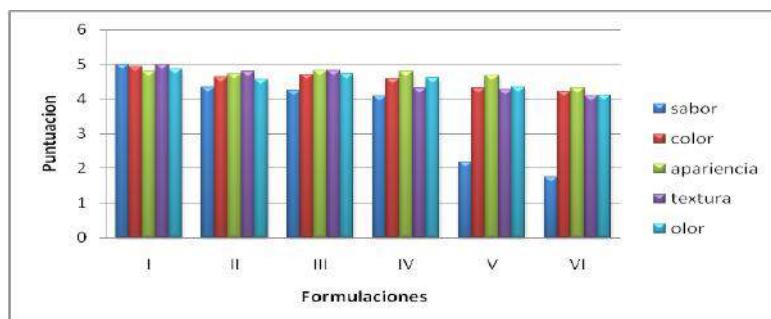


Figura 9. Evaluación sensorial del pescado salado

## Conclusiones

La pulpa de pescado refrigerada presentó pH 6.65 resultado aceptable segun

en cambio las otras variables presentarón un grado de aceptación de “me gusta” (Figura 9).

COVENIN 3086:94 y aw de 0.975 y contenido de cloruro total de 0.43%. Las muestras de materia prima analizadas

microbiológicamente presentarón buena calidad higiénica según COVENIN 3086:94.

En el análisis del contenido de cloruros del pescado salado se determinó que hubo un aumento de estos a medida que pasaron los días de salado.

Se observó una disminución de la aw al transcurrir el tiempo en las diferentes formulaciones.

El pH de las muestras estuvo durante todo el proceso de salado dentro del rango de la norma COVENIN 2394-94 de pescado salado, seco y seco-salado. Las muestras saladas analizadas microbiológicamente presentarón buena calidad higiénica según la COVENIN 3086:94.

Las formulaciones que tuvieron mayor agrado de aceptabilidad fueron las primeras 4 mezclas, siendo las de menor agrado las 2 últimas debido a que contenían  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{MgCl}_2$  que aportan sabor amargo y desagradable.

La sustitución parcial del NaCl es buena opción para salar pescado, ya que ofrece una mayor disminución de aw y lo que ayuda a evitar la descomposición.

## Referencias Bibliográficas

- Aliño, M.; Grau, R.; Baigts, D.; Barat, J. (2009). Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. Dpto. de Tec. de Alimentos. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos. Univ. Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Arnaud, J.; Hugas, M.; Monfort, J. (1987). Jamón curado. Aspectos técnicos. Grafis-Sant S. A., Girona, España.

Barat, J.; Rodríguez, B.; Andrés, A.; Fito, P. (2003). Cod salting manufacturing analysis. Food Research International. 36:447-453.

Bracho, L. (2011). Evaluación de la sustitución parcial de NaCl en el proceso de salado del bagre cacumo (Bagre marinus). Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Venezuela.

COVENIN. (1994). 3086. Pulpa de pescado requisitos. FONDONORMA, [en línea]. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3086-94.pdf>

COVENIN. (1994). 9394. Pescado salado. Caracas. Venezuela.

FAO. (2005). Resumen Informativo sobre la Pesca por Países, [en línea]. <http://www.fao.org/fi/fcpes/VEN/profile.htm>

González, V. (2010). Evaluación de la Sustitución de NaCl en el Proceso de Salado de Carne de Caprina (*Capra hircus*). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Venezuela.

Huss, H. (1998). El Pescado Fresco su Calidad y Cambios y su Calidad. FAO. Documento Técnico de Pesca 348.

Martínez, A.; Gómez, G. (2006). The Effect of Brine Salting at Different pH on the Functional Properties of Cod Muscle Proteins After Subsequent Dry Salting. *Fd. Chem.* 94: 123-129.

Novoa, M.; Cárdenas, J. (1998). Atlas pesqueros marítimos de Venezuela. Mac Sarpa y Vecep Caracas.

Pico, G. (2006). Salmueras, [en línea]. <http://www.sqm.com/aspx/AcercaDe/Salmueras.aspx>

Weineck, J. (2001). Salud, ejercicio y deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.

---

# **DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA CELULARES QUE PERMITE DETECTAR Y CORREGIR FALLAS EN REDES DE FIBRA ÓPTICA HASTA LOS HOGARES**

Carvalho Gloria, Núñez Héctor, Callocchia Antonio, Brito Freddy  
Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en  
Telecomunicaciones  
Complejo Tecnológico Simón Rodríguez,  
gcarvalho@cendit.gob.ve

## **Resumen**

El próximo paso en la evolución de las telecomunicaciones en Venezuela es la sustitución de la red que va desde nuestras casas hasta las centrales telefónicas (red de acceso), pasando del cable de cobre (actual) a la fibra óptica, lo que incrementará el ancho de banda y acceso a la información, sin embargo, se requerirá de un altísimo nivel de especialización para dar soporte en caso de fallas. Este trabajo se propone sistematizar todos los conocimientos y procedimientos de muy alta exigencia técnica, requeridos para dar soporte en caso de falla a la red de acceso por fibra óptica, estructurándolos de una manera sencilla en una aplicación que se ejecuta en cualquier computador o teléfono celular, permitiendo al personal de servicio técnico de las redes de acceso actuales, dar soporte a las redes de acceso del futuro, sin necesidad de incorporar personal “altamente especializado”, suprimiendo también la necesidad de costosos y exigentes cursos de capacitación dictados por los proveedores de los equipos. Incluso, un usuario curioso, puede hacer uso de la aplicación siguiendo los pasos que están a su alcance para descartar o solventar algunas fallas antes de llamar al servicio técnico. Contar con esta herramienta de manera previa a la instalación de esta tecnología en nuestro país, conocida como GPON, implica no solo el dominio tecnológico sino la “socialización de las tecnologías”. Por tratarse de una herramienta abierta y flexible, se abre a la participación colectiva para mejoras, adaptaciones y actualizaciones futuras.

**Palabras clave:** fibra óptica, GPON, red de acceso, fallas

## Introducción

La evolución de las tecnologías en general, parecen estar avanzando por un camino en donde se trata de bloquear cualquier intento de sabiduría popular. Parece intencional buscar estrategias para evitar que se puedan desarmar dos objetos de la misma naturaleza para tomar las piezas de uno y reparar el otro; cada vez son más los dispositivos cerrados, integrados, donde las soluciones en caso de avería parecen ser solo dos: comprar uno nuevo o llamar al proveedor.

Las telecomunicaciones no son la excepción, cada vez se remplazan los dispositivos por otros más especializados, más complejos, más impenetrables, y solo a través de cursos altamente especializados dictados por los mismos fabricantes es posible solventar una falla en un equipo o sistema. El próximo paso en la evolución de las telecomunicaciones en Venezuela es la sustitución de la red que va desde nuestras casas hasta las centrales telefónicas (red de acceso), pasando del cable de cobre (actual) a la fibra óptica, lo cual traerá enormes ventajas a los hogares venezolanos en términos de ancho de banda y acceso a la información, sin embargo, se requerirá de un altísimo nivel de especialización para dar soporte en caso de fallas.

La implementación de redes de acceso de fibra óptica, conocidas internacionalmente como redes FTTH del inglés “Fiber To The Home”, cambia por completo el esquema tradicional, pasamos de señales eléctricas que eran fácilmente detectables con métodos caseros: un bombillo, un corrientazo o hasta un chispazo producto de un cortocircuito intencional, a señales

ópticas, comúnmente denominadas como luz, sin embargo, esta luz está fuera del espectro visible por los humanos así que necesitamos instrumentos de detección más complejos que en el caso eléctrico. Antes bastaba el contacto físico del cable (soldado, entorchado, etc.) para garantizar la continuidad de la señal, ahora hasta una partícula de polvo, una torsión indebida de la fibra o un simple tropiezo puede sacar al sistema de operación. En el antiguo sistema existía un par de cables que conectaba a cada usuario con la central, en el nuevo sistema de la central sale una única fibra óptica que lleva la información (voz, datos, videos) de hasta 64 usuarios, interviniendo así una serie de factores de alta complejidad que se escapan del dominio del personal que daba mantenimiento a las redes de acceso por cobre.

Este trabajo se propone sistematizar todos los conocimientos y procedimientos de muy alta exigencia técnica, requeridos para dar soporte en caso de falla a la red de acceso por fibra óptica y estructurarlos de una manera sencilla en una aplicación que corre en cualquier computador o teléfono celular con sistema operativo basado en tecnologías libres, permitiendo así que el personal que da servicio a las redes de acceso actuales, pueda dar soporte a las redes de acceso por fibra óptica sin necesidad de ser sustituidos en funciones por personal “altamente especializado”, suprimiendo también la necesidad de costosos y exigentes cursos de capacitación dictados por los proveedores de los equipos. Incluso, un usuario curioso puede hacer uso de la aplicación siguiendo los pasos que están

a su alcance (se verá limitado hasta un cierto nivel de falla por la necesidad de instrumentación de medición) para descartar o solventar algunas fallas que estarán dentro de su alcance antes de llamar al servicio técnico.

Disponer de una aplicación con estas características antes de que inicie el proceso de instalación en nuestro país de esta tecnología estandarizada a nivel internacional como GPON, implica no solo el dominio tecnológico sino la □socialización de las tecnologías□, rompemos entonces el paradigma de que la elevada complejidad de los sistemas ópticos requiere de profesionales altamente especializados o del apoyo constante del proveedor.

El objetivo de esta investigación fue diseñar y desarrollar una aplicación computacional que permita a personas sin conocimientos técnicos especializados en fibra óptica, dar soporte en caso de fallas de la tecnología de fibra óptica hasta los hogares (FTTH).

## Materiales y Métodos

Se definieron un conjunto de posibles fallas que pueden ocurrir en una red de acceso basada en tecnología GPON, con base a experiencias internacionales al respecto. Ya definidos los fallos de este conjunto se estudiaron las posibles causas y los mecanismos para distinguirlos.

A partir de las recomendaciones Internacionales para redes FTTH, se establecieron las pruebas y los respectivos protocolos de medición aplicables para verificaciones de campo.

Se asociaron los mecanismos para

distinguir entre fallas y los protocolos de medición, finalmente se estructuró un flujoograma de las fallas y las causas asociadas, para ofrecer así una lista de pasos que solicitan al usuario ejecutar una acción y luego introducir en el celular o la computadora el resultado de su acción, en función de esto, la aplicación automáticamente procesa y la información y ubica el siguiente paso a seguir. Por cada medición requerida, se suministra al usuario un esquema visual de los pasos que debe seguir.

Se programaron todas las funcionalidades anteriores en lenguaje PHP para garantizar la compatibilidad con cualquier sistema operativo. Se instaló la primera versión de la herramienta en un teléfono celular y se realizaron un conjunto de pruebas iniciales de verificación.

Finalmente se formuló un proyecto actualmente en ejecución con fondos FONACIT para construir una maqueta de la tecnología GPON, a través de la cual será posible probar y mejorar la herramienta.

## Resultados y Discusión

A continuación se presentarán una serie de imágenes las cuales forman parte de distintas capturas de pantalla realizadas a la herramienta computacional desarrollada. En estas se puede apreciar la interfaz gráfica obtenida en nuestro sistema; se mostrarán estas capturas de pantallas partiendo de la pantalla de inicio y mostrando solo las pantallas más relevantes de las distintas pruebas del sistema.



**Figura 1. Pantalla principal**

En la Figura 1 se puede apreciar la interfaz gráfica que presenta la herramienta computacional obtenida, la cual por ser la pantalla de inicio nos presenta el menú principal, el cual está compuesto por:

Documentación Necesaria

Iniciar Detección de Fallas

Menú Usuarios Avanzados

El hiperenlace Documentación Necesaria, abre un documento en el cual se indica toda la documentación que se requiere al momento de ejecutar la herramienta y así poder llevar a cabo la detección de fallas en redes con arquitecturas FTTH bajo protocolo G-PON, el hiperenlace Iniciar Detección de Fallas nos redirecciona al primer bloque de acción del sistema de detección de fallas, dando inicio a la ejecución de la herramienta computacional, y el hiperenlace Menú Usuarios Avanzados

nos lleva a un menú detallado en el cual se puede ir directamente a una prueba determinada sin tener que ejecutar paso a paso el sistema de detección de fallas.

Este menú para usuarios avanzados se muestra a continuación en la Figura 2. El hiperenlace acerca de, abre un documento donde se explica de forma detallada el funcionamiento y las limitaciones del sistema desarrollado.

El hiperenlace soporte teórico, nos redirecciona a otra ventana la cual se puede apreciar en la Figura 3.

En la página de soporte teórico, como su nombre lo indica se encuentra todo lo relacionado con los fundamentos teóricos, en los cuales está basada la herramienta computacional, en la Figura 3, se puede observar que ésta contiene 5 hiperenlaces, los cuales son:



Figura 2. Menú usuarios avanzados



Figura 3. Soporte Teórico

Marco Teórico

Redes Ópticas pasivas con Capacidad de Gigabits “G-PON”

Arquitecturas de la red pon / ftx

Fallas que se pueden presentar en las redes pon / ftth

Diseño conceptual del sistema de detección de fallas

El hiperenlace Marco Teórico, redirecciona a un documento donde se resaltan las bases teóricas necesarias para lograr el alcance de los objetivos planteados, es decir, las bases fundamentales para la detección de fallas en redes con arquitecturas FTTH bajo protocolo G-PON, poniendo a la mano de la persona que utilice la herramienta los conceptos necesarios básicos sobre fibras ópticas, redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits y arquitecturas de las redes ópticas pasivas.

Los otros hiperenlaces restantes nos abren documentos detallados que limitan el contenido de los mismos únicamente al tópico referido en su título. Los cuales son: un primer documento referente a Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits “G-PON”, otro documento referente a las Arquitecturas de la red PON / FTTX, un tercer documento sobre Fallas que se pueden presentar en las redes PON / FTTH.

El último hiperenlace Diseño conceptual del sistema de detección de fallas, redirecciona a un documento en el cual se detalla el diseño conceptual de la herramienta computacional obtenida.

## Conclusiones

Para el desarrollo de esta herramienta, fue necesario la investigación y el estudio de las características de las redes

ópticas pasivas con capacidad de gigabits (G-PON) y las arquitecturas de conexión de fibra óptica hasta los hogares (FTTH), teniendo como principales factores de limitación: el alcance máximo del enlace el cual es de 20 km, definido en la recomendación asociada a la tecnología; y hasta dos 2 niveles de división óptica para un máximo de 64 clientes por enlace según las recomendaciones dadas por la CANTV, en función de lo que tiene previsto para los futuros despliegues de esta tecnología. Este tipo de red de acceso funciona bajo una topología punto, multipunto, y no posee elementos activos en el tramo de distribución razón por la cual es considerada una red pasiva. Este tipo de redes está compuesta principalmente por: Terminal de Red Óptico (OLT), Bastidor de Distribución Óptica (ODF), Divisor Óptico (Splitter), y Terminal de Red Óptica (ONT) o Unidad de Red Óptica (ONU) según sea el caso. En la implementación de este tipo de redes se contempla el uso de fibras ópticas monomodo según recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Posteriormente, se procedió al estudio de los parámetros y atributos de transmisión de las fibras ópticas monomodo en enlaces FTTH bajo protocolo GPON, con el fin de describir las fallas que se pueden presentar en dichos enlaces. Una vez descritas y clasificadas las posibles fallas que se podían generar, se llevó a cabo el diseño conceptual de la herramienta computacional, el cual ayuda a la detección de las fallas, utilizando tres módulos denominados:

- Análisis de los Equipos Terminales, el

cual está compuesto por 4 bloques de acción, los cuales son: Funcionamiento del Módulo Tx - Rx, Verificación del Transmisor Óptico, Verificación del Receptor Óptico y Estado del patchcord del equipo de Tx - Rx (OLT – ODF).

- Análisis del Enlace, el cual está compuesto por un bloque de acción, llamado Cableado Óptico en la Planta Externa, en el cual se debe verificar los niveles de atenuación del enlace y el estado de todos los empalmes, ambos mediante una prueba de reflectometría.

- Verificación de la Calidad de Servicio, en el cual se verifica la calidad de la señal mediante la medición de la tasa de bits errados (BER).

Basados en el esquema anterior, se desarrolló la herramienta computacional, bajo una interfaz HTML usando el lenguaje de programación PHP. La secuencia de detección anteriormente descrita, corresponde a los pasos a seguir al seleccionar la opción “Iniciar detección de fallas”, del menú principal.

## Agradecimiento

El equipo de trabajo agradece a la Gerencia de Medios de Acceso de CANTV por la colaboración de Xabier Zuloaga, Vanessa Villegas y Jhonatan Zapata.

Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT).

## Referencias Bibliográficas

Capmany, J.; Ortega, T. Redes Ópticas. Editorial Limusa.

The Fiber Optic Association (2004-2005), [en línea]. <http://www.thefoa.org/>  
Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.650.1: Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo, Versión 06/2004.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.650.2: Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo, Versión 01/2005.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo, Versión 06/2005.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.657: Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso, Versión 12/2006.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.984: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos, Versión 11/1996.



---

**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**



“ Si algún continente tiene patrimonio intelectual cuajado con los años, y un conjunto de propuestas profundas para el desarrollo integral y para la construcción de espacios alternativos, es la América Latina y El Caribe; patrimonio que quiso ser borrado ”

Hugo Rafael Chávez Frías



Gobierno Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para Ciencia, Tecnología e Innovación

Observatorio Nacional de Ciencia,  
Tecnología e Innovación

