



UNERMB

*Universidad Nacional Experimental  
Rafael María Baralt  
Vicerrectorado Académico  
Programa Investigación – CDCHT*

# *Revista Investigaciones Científicas*

*Nueva Época*



Enero – Diciembre  
2011  
VOL. 2. N° 1 y N° 2  
Cabimas - Venezuela

ISSN: 1315-8694  
Depósito Legal: pp 199502ZU3876  
Código REVENCYT: INCIEN, RVI 007

**República Bolivariana de Venezuela  
Universidad Nacional Experimental  
"Rafael María Baralt"  
Vicerrectorado Académico**

**Programa Investigación – CDCHT**

**Director: MSc. Carlos Sangronis**

*Revista Investigaciones Científicas*

*Nueva Época*

*UNERMB*

*ISSN: 1315-8694*

*Depósito Legal: pp 199502ZU3876*

*Código REVENCYT: INCIEN, RVI 007*

*© Universidad Nacional Experimental*

*"Rafael María Baralt", 2010.*

*Cabimas, Venezuela.*

*www.ricunermb.com.ve*

**Correo electrónico:** [contacto@ricunermb.com.ve](mailto:contacto@ricunermb.com.ve)

**Editor: Dr. César Timaure**

[cesartimaure@ricunermb.com.ve](mailto:cesartimaure@ricunermb.com.ve)

**Índices: REVENCYT**

**LATINDEX**

**Actualidad Iberoamericana**

**Revista arbitrada por el sistema doble ciego**

**Fondo Editorial UNERMB**

Coordinador: MSc. Jorge Luis Barboza

**Portada y diagramación:** Jorge Luis Barboza

**Logo de la Revista:** Anny Güerere

**Impreso en:** Imprenta de la UNERMB

Tlf.: 0264 934 2900

Santa Rita, Edo. Zulia, Venezuela.

Correo electrónico: [fondoeditorialunermb@gmail.com](mailto:fondoeditorialunermb@gmail.com)





<i>Editorial</i>	5
<i>Artículos</i>	7
<b>Análisis de dos modelos para una viga continua de acero estructural para tres secciones diferentes.</b>	9
<i>Analysis of two models for a continuous beam, structural steel for three different sections.</i>	
<b>Arnulfo Luévanos Rojas</b>	
<b>Estudios morfoanatómicos del origen y formación de brotes y raíces in vitro del plátano ‘Hartón Gigante’ (Musa AAB)</b>	26
<i>Morfoanatomy studies of the origin and formation of shoots and roots on in vitro of Giant Harton plantain (Musa AAB).</i>	
<b>Sunshine Florio de Real, Norca Mogollón</b>	
<b>Germinación y crecimiento de Mangle botoncillo (Conocarpus erectus) y Mangle rojo (Rhizophora mangle) en condiciones de vivero, con fines de reforestación</b>	38
<i>Germination and growth of mangrove buttonwood (Conocarpus erectus) and redmangrove (Rhizophora mangle) in nursery conditions for reforestation.</i>	
<b>Dionisio Romero, José Pozo, César Timaure, Yefer Corro</b>	
<b>Sistema Informático de Gestión del Mantenimiento para Aires Acondicionados</b>	47
<i>Information System for Preventive Maintenance Management of air Conditioners</i>	
<b>José Gómez, Johan Ríos</b>	
<b>Propuesta técnica y metodológica para el abordaje estructural en la investigación científica y la investigación tecnológica</b>	62
<i>Technical and methodological proposal for the structural approach to the scientific and technological research</i>	
<b>Idana Berosca Rincón Soto</b>	

Índice

**Estudio preliminar de macroinvertebrados bentónicos del Golfo de Venezuela** 86

*Preliminary study of benthic macroinvertebrates in the Gulf of Venezuela*

*Edison Pascal, Henry Briceño, Helimar Vásquez, Lucía Cavallaro*

*Resumen de libro*

99

**Sistemas automáticos de control. Fundamentos básicos de análisis y modelado**

*Alí José Carrillo Paz*

---



Presentamos con gran agrado a la comunidad científica nacional e internacional el Volumen II, números 1 y 2 de la Revista Investigaciones Científicas de la Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt", UNERMB, correspondiente al año 2011. Hemos recibido innumerables palabras de elogio y regocijo por la puesta en marcha de la Nueva Época de la revista a partir del Volumen I del año 2010, en sus versiones digital, vía Web, en las páginas ***www.revistaiv.blogspot.com***, así como en ***www.unermbpit.info.ve***, también por medio de la edición en físico realizada por el Fondo Editorial UNERMB.

Asimismo, como parte del esfuerzo que hacemos para difundirla y estar actualizados en las TIC'S, hemos creado la página oficial ***ricunermb.com.ve*** la cual ha sido diseñada también por el Fondo Editorial UNERMB, bajo la coordinación del MSc. Jorge Luis Barboza.

Como puntos novedosos se tiene que se ha actualizado el número del Depósito Legal, asignado por el Instituto Autónomo Biblioteca Nacional y de Servicios de Bibliotecas, el cual es pp 199502ZU3876, también se han incorporado al Comité Editorial a los profesores Hanna Aboukheir y Zugehy Escalante, y la revista está presente en el Directorio de Latindex desde el mes de Octubre del 2011, el cual es uno de los más importantes sistemas de registros de publicaciones científicas a nivel mundial.

Queremos expresar el agradecimiento a los árbitros de los artículos publicados quienes los han revisado exhaustivamente, en función de impulsar la calidad en la redacción, valor académico, científico al igual que la pertinencia del tema. De nuevo les invitamos a enviarnos sus trabajos de acuerdo a las áreas temáticas de la revista, así como sus observaciones y recomendaciones a los correos ***revivcien@gmail.com***, ***cesartimaure@yahoo.com***, ***contacto@ricunermb.com.ve***, ***cesartimaure@ricunermb.com.ve***





---

## ***ARTÍCULOS***



## **Análisis de dos modelos para una viga continua de acero estructural para tres secciones diferentes**

Analysis of two models for a continuous beam, structural  
steel for three different sections

***Arnulfo Luévanos Rojas***<sup>1</sup>

### ***Resumen***

En este documento, se desarrolla un análisis comparativo empleando el método de deflexión-pendiente para análisis de vigas estáticamente indeterminadas. El primer modelo desprecia las deformaciones por cortante, es decir, toma en cuenta únicamente las deformaciones por flexión, como normalmente se desarrollan los análisis de vigas continuas. El segundo modelo considera las deformaciones por flexión y cortante. Para ambos modelos se realiza un análisis de tres perfiles "I", de acero estructural, formado de tres placas soldadas, variando únicamente el espesor del alma. La primera con un espesor de 3/4", la segunda de 1/2" y la tercera es de 1/4". Cada sección es analizada para tres claros distintos, para 10.00m, 5.00m y 3.00m. En la presente investigación se muestran las diferencias entre ambos modelos. De acuerdo a los resultados obtenidos se observa, que existe mayor diferencia en la sección "I"

Recibido: 2/12/2011 Aceptado: 14/12/2011

Autor para correspondencia e-mail: [arnulfol\\_2007@hotmail.com](mailto:arnulfol_2007@hotmail.com)

1 Doctor en Ingeniería con Especialidad en Sistemas de Planeación y Construcción. Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia, CP 35010, Gómez Palacio, Durango, México

más esbelta y en el claro de 3.00m. Por lo tanto, la práctica usual de no considerar las deformaciones por cortante, no será una solución recomendable sobre todo en vigas cortas y secciones con alma pequeña. Entonces se propone incluir las deformaciones por cortante y además se apega más a las condiciones reales del diseño estructural.

**Palabras clave:** deformaciones por cortante, razón de Poisson, módulo de elasticidad, módulo de cortante, factor de forma, área de cortante.

### ***Abstract***

In this paper is developed comparative analysis using the method of slope-deflection for analysis of statically indeterminate beams, the first model is neglect the shear deformations, ie it takes into account only flexure deformations as usually develops the continuous beams analysis. The second model considers the flexure deformations and shear. For both models, an analysis is made of three profiles "I", of structural steel, consisting of three welded plates, varying only the web thickness. The first with a thickness of 3/4 ", the second of 1/2" and the third is 1/4 ". Each section is analyzed for three different lights, to 10.00m, 5.00m and 3.00m. In this research are shown the differences between both models. According to the results obtained show that there is a greater difference in the "I" more slender and the clear of 3.00m. Therefore, the usual practice of not considering the shear deformation, it is not a recommended solution especially in short beams and sections "I" with little web thickness. Then it proposes the use of taking into account the shear deformations and also more attached to reality.

**Key words:** shear deformations, Poisson's ratio, elastic modulus, shear modulus, form factor, shear area.

## **INTRODUCCIÓN**

El análisis estructural es el estudio de las estructuras como sistemas discretos. La teoría de las estructuras se basa esencialmente en los fundamentos de la mecánica con los cuales se formulan los diferentes elementos estructurales. Las leyes o reglas que definen el equilibrio y la continuidad de una estructura se puede expresar de distintas maneras, por ejemplo ecuaciones diferenciales parciales de un medio continuo tridimensional, ecuaciones diferenciales ordinarias que definen a un miembro o a las diversas teorías de vigas, o simplemente ecuaciones algebraicas para una estructura discretizada. Mientras más se profundiza en la física del problema, se van desarrollando teorías que son más apropiadas para resolver ciertos tipos de estructuras y que demuestran ser más útiles para cálculos prácticos. Sin embargo, en cada nueva teoría se hacen hipótesis acerca de cómo se comporta el sistema o el elemento. Por lo tanto, siempre se debe estar conscientes de esas hipótesis cuando se evalúen los resultados, fruto de las teorías que se aplican o se desarrollan (7).

Arnulfo Luévanos Rojas, quien desarrollo la teoría del método de deflexión-pendiente, consi-

derando las deformaciones por flexión y cortante, este método se utiliza para análisis de vigas estáticamente indeterminadas. Anteriormente se consideraban únicamente las deformaciones por flexión (3).

En este documento se desarrolla una comparación del método de deflexión-pendiente despreciando y considerando las deformaciones por cortante para vigas continuas de acero estructural para tres perfiles "I", formado de tres placas soldadas, variando únicamente el espesor del alma, con tres claros distintos para observar sus diferencias.

### **1.- Materiales y métodos**

El método de deflexión-pendiente puede ser usado para análisis de todo tipo de vigas estáticamente indeterminadas. Esta metodología considera que todas las juntas son rígidas, es decir que los ángulos entre miembros en las juntas no cambian en valor; cuando es aplicada la carga. Entonces las juntas en los apoyos interiores de vigas estáticamente indeterminadas pueden ser consideradas juntas rígidas de 180°. Cuando las vigas son deformadas, las juntas rígidas son consideradas rotaciones, es decir que la tangente permanece recta antes y des-

pués de la aplicación de la carga. Otra consideración es por equilibrio en las juntas, la suma de los momentos flexionantes debe ser cero.

En las ecuaciones de deflexión-pendiente, los momentos que actúan en los extremos de los miembros son expresados en términos de las rotaciones y de las cargas sobre los miembros. Los momentos se consideran positivos, cuando giran en contra de las manecillas del reloj y negativo cuando giran a favor. Ahora, con las cargas aplicadas sobre el miembro, los momentos en los extremos se consideran como empotramiento perfecto (7).

Las ecuaciones de deflexión-pendiente, despreciando las deformaciones por cortante (Modelo 1) (1, 2, 4, 5, 6, 8):

$$M_{AB} = M_{FAB} + \frac{EI}{L} [-4\theta_A - 2\theta_B] \quad [1]$$

$$M_{BA} = M_{FBA} + \frac{EI}{L} [-4\theta_B - 2\theta_A] \quad [2]$$

Donde:  $M_{AB}$  = momentos finales.

$M_{FAB}$  = momentos fijos en los extremos o momentos de empotramiento.

E = módulo de elasticidad del material.

I = momento de inercia de la

sección.

$\theta_A$  = rotación en la junta A.

L = longitud del tramo.

Las ecuaciones de deflexión-pendiente, considerando las deformaciones por cortante (Modelo 2) (3):

$$M_{AB} = M_{FAB} + \frac{EI}{L} \left[ -\left(\frac{4 + \emptyset}{1 + \emptyset}\right) \theta_A - \left(\frac{2 - \emptyset}{1 + \emptyset}\right) \theta_B \right] \quad [3]$$

$$M_{BA} = M_{FBA} + \frac{EI}{L} \left[ -\left(\frac{4 + \emptyset}{1 + \emptyset}\right) \theta_B - \left(\frac{2 - \emptyset}{1 + \emptyset}\right) \theta_A \right] \quad [4]$$

Siendo (3):

$$\emptyset = \frac{12EI}{GA_c L^2} \quad [5]$$

Donde:  $\emptyset$  = factor de forma.

G = módulo al cortante del material.

$A_c$  = área de cortante de la sección transversal.

Se obtiene G como sigue:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad [6]$$

Donde:  $\nu$  = coeficiente de Poisson.

El procedimiento de análisis para vigas estáticamente indeterminadas por el método de deflexión-pendiente es como sigue (ver Figura 1):

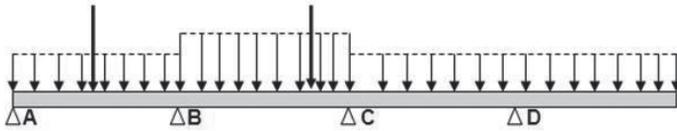
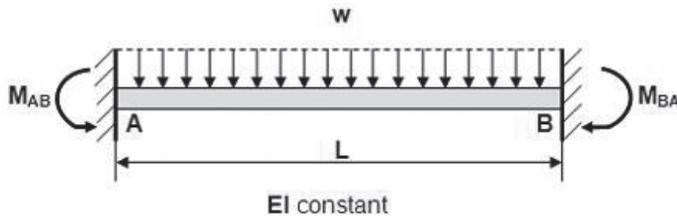


Figura 1. Viga continua típica

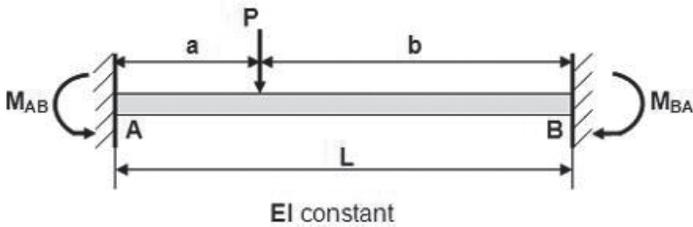
1. Determinar los momentos fijos en los extremos de las vigas, usando las fórmulas mostradas en la Figura 2.
2. Expresar todos los momentos finales en los extremos de las vigas, en términos de los momentos fijos en los extremos y las rotaciones de las juntas usando las ecuaciones de deflexión-pendiente, respectivamente.
3. Establecer las condiciones de equilibrio; es decir, la suma de los momentos finales que actúan en los extremos de los miembros en el apoyo debe ser cero. Las rotaciones en los apoyos se consideran como desconocidos.
4. Resolver el sistema de ecuaciones, para las rotaciones en todos los soportes.
5. Sustituir las rotaciones de nuevo en las ecuaciones de deflexión-pendiente, y calcular los momentos finales.
6. Determinar todas las reacciones, dibujar el diagrama fuerzas de cortantes, el de momentos y la curva elástica de la viga continua.



$$M_{FAB} = + \frac{wL^2}{12} \quad M_{FBA} = - \frac{wL^2}{12}$$

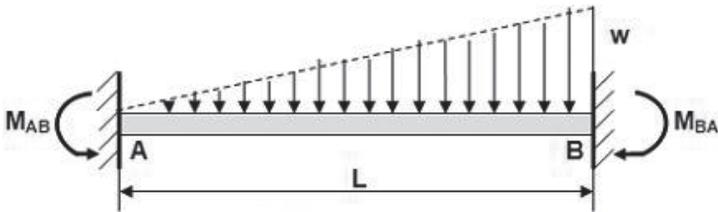
(a)

Figura 2. Momentos de empotramiento. (a) Carga uniformemente repartida.



$$M_{FAB} = + \frac{Pab^2}{L^2} \quad M_{FBA} = - \frac{Pa^2b}{L^2}$$

(b)



$$M_{FAB} = + \frac{wL^2}{30} \quad M_{FBA} = - \frac{wL^2}{20}$$

(c)

Figura 2. (continuación). Carga uniformemente repartida, (b) Carga concentrada, (c) Carga repartida triangular.

## 2.- Aplicación

Desarrollar el siguiente análisis estructural de la viga de acero tomando en cuenta tres secciones diferentes, para cada uno

en tres claros distintos, como se muestra en la Figura 3. Se desprecia y a la vez se consideran las deformaciones por cortante, en base a los siguientes datos:

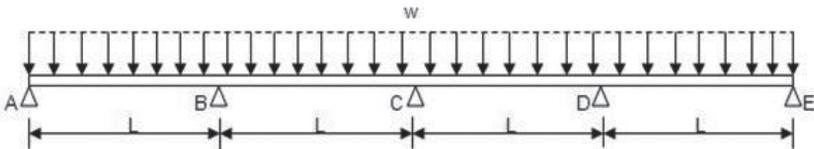
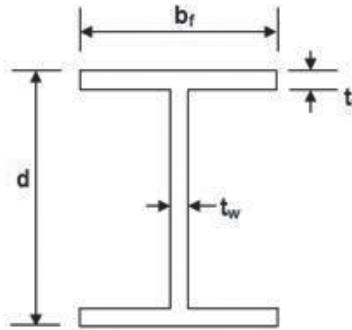


Figura 3. Viga continúa sobre cuatro claros iguales con carga uniformemente distribuida

**Tipo I: Sección transversal "I" de alma gruesa (Figura 4)**



**Figura 4. Sección transversal "I"**

$w = 34.34 \text{ kN/m}$   
 $L = 10.00 \text{ m}; 5.00 \text{ m}; 3.00 \text{ m}$   
 $E = 20019.6 \text{ kN/cm}^2$

Propiedades de la viga

$d = 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}$   
 $b_f = 9 \text{ pulg} = 22.86 \text{ cm}$   
 $t_f = 1 \text{ pulg} = 2.54 \text{ cm}$   
 $t_w = 3/4 \text{ pulg} = 1.905 \text{ cm}$

$$A = 2b_f t_f + t_w (d - 2t_f) = 222.5802 \text{ cm}^2$$

$$A_c = t_w d = 116.1288 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{b_f d^3}{12} - \frac{(b_f - t_w)(d - 2t_f)^3}{12}$$

$$126846.527 \text{ cm}^4$$

$$v = 0.32$$

Incógnitas:  $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D$  y  $\theta_E$ .

Se obtiene el módulo de cortante por medio de la ecuación [6], como sigue:

$$G = 7583.18 \text{ kN/cm}^2$$

Una vez que se obtiene el módulo de cortante "G", se encuentra el factor de forma por la ecuación [5], de la siguiente manera:

Para 10.00 m es:

$$\begin{aligned} \phi_{AB} &= \phi_{BC} = \phi_{CD} = \phi_{DE} \\ &= 0.03460380177 \end{aligned}$$

Para 5.00 m es:

$$\begin{aligned} \phi_{AB} &= \phi_{BC} = \phi_{CD} = \phi_{DE} \\ &= 0.1384152071 \end{aligned}$$

Para 3.00 m es:

$$\begin{aligned} \phi_{AB} &= \phi_{BC} = \phi_{CD} = \phi_{DE} \\ &= 0.3844866864 \end{aligned}$$

Los momentos de empotramiento para vigas con carga uniformemente distribuida, se encuentra por la ecuación que aparece en la figura 2(a):

Para 10.00 m es:

$$\begin{aligned} M_{FAB} &= M_{FBC} = M_{FCD} = M_{FDE} \\ &= +286.13 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$M_{FBA} = M_{FCB} = M_{FDC} = M_{FED}$$

$$= -286.13 \text{ kN-m}$$

Para 5.00 m es:

$$M_{FAB} = M_{FBC} = M_{FCD} = M_{FDE}$$

$$= +71.53 \text{ kN-m}$$

$$M_{FBA} = M_{FCB} = M_{FDC} = M_{FED}$$

$$= -71.53 \text{ kN-m}$$

Para 3.00 m es:

$$M_{FAB} = M_{FBC} = M_{FCD} = M_{FDE}$$

$$= +25.75 \text{ kN-m}$$

$$M_{FBA} = M_{FCB} = M_{FDC} = M_{FED}$$

$$= -25.75 \text{ kN-m}$$

Evaluando “EI”, para todas las vigas es:

$$EI = (20019.6)(126846.527)$$

$$= 2539416732 \text{ kNcm}^2$$

$$= 253941.67 \text{ kNm}^2$$

Luego, sustituyendo todos estos valores en las ecuaciones para cada viga, se tiene: para el Modelo 1, en las ecuaciones [1] y [2], y el Modelo 2, en las ecuaciones [3] y [4].

Una vez que se obtienen los momentos en cada viga en función de las rotaciones, se aplica la condición de equilibrio de momentos en las juntas, que son las siguientes:

Junta A:

$$M_{AB} = 0 \tag{I}$$

Junta B:

$$M_{BA} + M_{BC} = 0 \tag{II}$$

Junta C:

$$M_{CB} + M_{CD} = 0 \tag{III}$$

Junta D:

$$M_{DC} + M_{DE} = 0 \tag{IV}$$

Junta E:

$$M_{ED} = 0 \tag{V}$$

Estas ecuaciones se presentan en términos de las rotaciones y en este caso, hay cinco ecuaciones y cinco rotaciones (incógnitas), estas se desarrollan para encontrar sus valores. Una vez, que se encuentran las rotaciones, se sustituyeron posteriormente en las ecuaciones de deflexión-pendiente para localizar los momentos finales en los extremos de las vigas. Ahora, por equilibrio estático, las fuerzas de cortantes se obtienen para cada viga. Enseguida, se obtiene los diagramas de fuerzas cortantes y de momentos. Ver los resultados en los Cuadros 1, 2 y 3.

### Tipo II: Sección transversal “I” de alma mediana (Figura 4)

$$w = 34.34 \text{ kN/m}$$

$$L = 10.00 \text{ m}; 5.00 \text{ m}; 3.00 \text{ m}$$

$$E = 20019.6 \text{ kN/cm}^2$$

Propiedades de la viga

$$d = 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}$$

$$b_f = 9 \text{ pulg} = 22.86 \text{ cm}$$

$$t_f = 1 \text{ pulg} = 2.54 \text{ cm}$$

$$t_w = 1/2 \text{ pulg} = 1.27 \text{ cm}$$

$$A = 2b_f t_f + t_w (d - 2t_f) = 187.0964 \text{ cm}^2$$

$$A_c = t_w d = 77.4192 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{b_f d^3}{12} - \frac{(b_f - t_w) (d - 2t_f)^3}{12}$$

$$= 117613.1265 \text{ cm}^4$$

**Cuadro 1**

Rotaciones en cada una de las juntas en radianes

Rotación	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$\theta_A \times 10^4$	+32.19	+32.78	0.9820	+4.02	+4.31	0.9327	+0.87	+1.03	0.8447
$\theta_B \times 10^4$	-8.05	-7.98	1.0088	-1.01	-0.97	1.0412	-0.22	-0.19	1.1579
$\theta_C \times 10^4$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$\theta_D \times 10^4$	+8.05	+7.98	1.0088	+1.01	+0.97	1.0412	+0.22	+0.19	1.1579
$\theta_E \times 10^4$	-32.19	-32.78	0.9820	-4.02	-4.31	0.9327	-0.87	-1.03	0.8447

$\theta_i$  = el ángulo que forma la tangente debido a la deformación en la junta i.

DDC = despreciando las deformaciones por cortante

**Cuadro 2**

Fuerzas cortantes en kN

Fuerza cortante	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$V_{AB}$	+134.9	+135.2	0.9978	+67.4	+68.0	0.9912	+40.5	+41.2	0.9830
$V_{BA}$	-208.5	-208.2	1.0014	-104.2	-103.7	1.0048	-62.5	-61.8	1.0113
$V_{BC}$	+183.9	+183.4	1.0027	+92.0	+91.0	1.0110	+55.2	+53.8	1.0260
$V_{CB}$	-159.4	-159.9	0.9969	-79.7	-80.6	0.9888	-47.8	-49.2	0.9715
$V_{CD}$	+159.4	+159.9	0.9969	+79.7	+80.6	0.9888	+47.8	+49.2	0.9715
$V_{DC}$	-183.9	-183.4	1.0027	-92.0	-91.0	1.0110	-55.2	-53.8	1.0260
$V_{DE}$	+208.5	+208.2	1.0014	+104.2	+103.7	1.0048	+62.5	+61.8	1.0113
$V_{ED}$	-134.9	-135.2	0.9978	-67.4	-68.0	0.9912	-40.5	-41.2	0.9830

$V_{ji}$  = Fuerzas cortantes de la viga ij en el extremo i

**Cuadro 3**

Momentos en kN-m

Momento	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{AB}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$M\Phi_{AB}$	+265.0	+266.0	0.9962	+66.2	+67.2	0.9851	+23.8	+24.7	0.9636
$M_{BA}$	-367.9	-365.2	1.0074	-92.0	-89.4	1.0291	-33.1	-30.8	1.0747
$M_{BC}$	-367.9	-365.2	1.0074	-92.0	-89.4	1.0291	-33.1	-30.8	1.0747
$M\Phi_{BC}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.2	1.0000	+11.2	+11.4	0.9825
$M_{CB}$	-245.2	-247.6	0.9903	-61.3	-63.5	0.9654	-22.1	-23.9	0.9247

**Cuadro 3**  
**(Continuación)**  
Momentos en kN-m

Mo- mento	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{CD}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.2	1.0000	+11.2	+11.4	0.9825
$M_{DC}$	-367.9	-365.2	1.0074	-92.0	-89.4	1.0291	-33.1	-30.8	1.0747
$M_{DE}$	-367.9	-365.2	1.0074	-92.0	-89.4	1.0291	-33.1	-30.8	1.0747
$M_{ED}$	+265.0	+266.0	0.9962	+66.2	+67.2	0.9851	+23.8	+24.7	0.9636
$M_{ED}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—

$M_{ij}$  = Momento negativo de la viga ij en el extremo i.

$M_{AB}$  = Momento positivo de la viga ij.

$M_{BA}$  = Momento negativo de la viga ji en el extremo j.

$$v = 0.32$$

Incógnitas:  $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D$  y  $\theta_E$

Se obtiene el módulo de cortante por medio de la ecuación [6], como sigue:

$$G = 7583.18 \text{ kN/cm}^2$$

Una vez que se obtiene el módulo de cortante "G", se encuentra el factor de forma por la ecuación [5], de la siguiente manera:

Para 10.00 m es:

$$\begin{aligned} \theta_{AB} = \theta_{BC} = \theta_{CD} = \theta_{DE} \\ = 0.04812738762 \end{aligned}$$

Para 5.00 m es:

$$\begin{aligned} \theta_{AB} = \theta_{BC} = \theta_{CD} = \theta_{DE} \\ = 0.1925095505 \end{aligned}$$

Para 3.00 m es:

$$\begin{aligned} \theta_{AB} = \theta_{BC} = \theta_{CD} = \theta_{DE} \\ = 0.5347487513 \end{aligned}$$

Los momentos de empotramiento para vigas con carga

uniformemente distribuida, son iguales a los del Tipo I.

Evaluando "EI", para todas las vigas es:

$$\begin{aligned} EI &= (20019.6) (117613.1265) \\ &= 2354567747 \text{ kN-cm}^2 \\ &= 235456.77 \text{ kN-m}^2 \end{aligned}$$

Luego, sustituyendo todos estos valores en las ecuaciones para cada viga, se tiene: para el Modelo 1, en las ecuaciones [1] y [2], y el Modelo 2, en las ecuaciones [3] y [4].

Una vez que se obtienen los momentos en cada viga en función de las rotaciones, se aplica la condición de equilibrio de momentos en las juntas; la condición es igual a las del Tipo I.

Estas ecuaciones se presentan en términos de las rotaciones, igual a las del tipo I: se tienen cinco ecuaciones y cinco rota-

ciones (incógnitas), éstas se las del tipo I. desarrollan para encontrar sus A continuación, se presentan valores. Luego se sigue el mismo los resultados (Cuadros 4, 5 y 6): procedimiento de análisis que

**Cuadro 4**  
Rotaciones en cada una de las juntas en radianes

Rotación	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	DDC CDC	DDC	CDC	DDC CDC	DDC	CDC	DDC CDC
$\theta_A \times 10^4$	+34.72	+35.60	0.9753	+4.34	+4.76	0.9118	+0.94	+1.17	0.8034
$\theta_B \times 10^4$	-8.68	-8.58	1.0117	-1.08	-1.03	1.0485	-0.23	-0.19	1.2105
$\theta_C \times 10^4$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$\theta_D \times 10^4$	+8.68	+8.58	1.0117	+1.08	+1.03	1.0485	+0.23	+0.19	1.2105
$\theta_E \times 10^4$	-34.72	-35.60	0.9753	-4.34	-4.76	0.9118	-0.94	-1.17	0.8034

**Cuadro 5**  
Fuerzas cortantes en kN

Fuerza cortante	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	DDC CDC	DDC	CDC	DDC CDC	DDC	CDC	DDC CDC
$V_{AB}$	+134.9	+135.3	0.9970	+67.4	+68.1	0.9897	+40.5	+41.7	0.9712
$V_{BA}$	-208.5	-208.1	1.0019	-104.2	-103.5	1.0068	-62.5	-61.5	1.0163
$V_{BC}$	+183.9	+183.2	1.0038	+92.0	+90.7	1.0143	+55.2	+53.4	1.0337
$V_{CB}$	-159.4	-160.1	0.9956	-79.7	-81.0	0.9840	-47.8	-49.6	0.9637
$V_{CD}$	+159.4	+160.1	0.9956	+79.7	+81.0	0.9840	+47.8	+49.6	0.9637
$V_{DC}$	-183.9	-183.2	1.0038	-92.0	-90.7	1.0143	-55.2	-53.4	1.0337
$V_{DE}$	+208.5	+208.1	1.0019	+104.2	+103.5	1.0068	+62.5	+61.5	1.0163
$V_{ED}$	-134.9	-135.3	0.9970	-67.4	-68.1	0.9897	-40.5	-41.7	0.9712

**Tipo III: Sección transversal “I” de alma delgada (Figura 4)**

$w = 34.34 \text{ kN/m}$   
 $L = 10.00 \text{ m}; 5.00 \text{ m}; 3.00 \text{ m}$   
 $E = 20019.6 \text{ kN/cm}^2$

**Cuadro 6**  
Momentos en kN-m

Momento	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{AB}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$M_{\Phi_{AB}}$	+265.0	+266.4	0.9947	+66.2	+67.6	0.9793	+23.8	+25.0	0.9520
$M_{BA}$	-367.9	-364.2	1.0102	-92.0	-88.5	1.0395	-33.1	-30.1	1.0997
$M_{BC}$	-367.9	-364.2	1.0102	-92.0	-88.5	1.0395	-33.1	-30.1	1.0997
$M_{\Phi_{BC}}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.3	0.9968	+11.2	+11.4	0.9825
$M_{CB}$	-245.2	-248.5	0.9867	-61.3	-64.2	0.9548	-22.1	-24.3	0.9095
$M_{CD}$	-245.2	-248.5	0.9867	-61.3	-64.2	0.9548	-22.1	-24.3	0.9095
$M_{\Phi_{CD}}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.3	0.9968	+11.2	+11.4	0.9825
$M_{DC}$	-367.9	-364.2	1.0102	-92.0	-88.5	1.0395	-33.1	-30.1	1.0997
$M_{DE}$	-367.9	-364.2	1.0102	-92.0	-88.5	1.0395	-33.1	-30.1	1.0997
$M_{\Phi_{DE}}$	+265.0	+266.4	0.9947	+66.2	+67.6	0.9793	+23.8	+25.0	0.9520
$M_{ED}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—

Propiedades de la viga

$$d = 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}$$

$$b_f = 9 \text{ pulg} = 22.86 \text{ cm}$$

$$t_f = 1 \text{ pulg} = 2.54 \text{ cm}$$

$$t_w = 1/4 \text{ pulg} = 0.635 \text{ cm}$$

$$A = 2b_f t_f + t_w (d - 2t_f)$$

$$= 151.6126 \text{ cm}^2$$

$$A_c = t_w d = 38.7096 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{b_f d^3}{12} - \frac{(b_f - t_w)(d - 2t_f)^3}{12}$$

$$108379.726 \text{ cm}^4$$

Incógnitas:  $\theta_{A'}$ ,  $\theta_{B'}$ ,  $\theta_{C'}$ ,  $\theta_D$  y  $\theta_E$

Se obtiene el módulo de cortante por medio de la ecuación [6], como sigue:

$$G = 7583.18 \text{ kN/cm}^2$$

Una vez que se obtiene el módulo de cortante "G", se encuentra el factor de forma por

la ecuación [5], de la siguiente manera:

Para 10.00 m es:

$$\begin{aligned} \delta_{AB} = \delta_{BC} = \delta_{CD} = \delta_{DE} \\ = 0.08869814516 \end{aligned}$$

Para 5.00 m es:

$$\begin{aligned} \delta_{AB} = \delta_{BC} = \delta_{CD} = \delta_{DE} \\ = 0.3547925806 \end{aligned}$$

Para 3.00 m es:

$$\begin{aligned} \delta_{AB} = \delta_{BC} = \delta_{CD} = \delta_{DE} \\ = 0.9855349462 \end{aligned}$$

Los momentos de empotramiento para vigas con carga uniformemente distribuida, son iguales a los dos Tipos anteriores.

Evaluando "EI", para todas las vigas es:

$$\begin{aligned} EI = (20019.6)(108379.726) \\ = 2169718763 \text{ kN-cm}^2 \\ = 216971.88 \text{ kN-m}^2 \end{aligned}$$

Luego, sustituyendo todos estos valores en las ecuaciones para cada viga, como se presentaron en los dos tipos anteriores, se tiene: para el Modelo 1, en las ecuaciones [1] y [2], y el Modelo 2, en las ecuaciones [3] y [4].

Una vez que se obtienen los momentos en cada viga en función de las rotaciones, se aplica la condición de equilibrio de momentos en las juntas; la condición es igual a las del Tipo I y

II.

Estas ecuaciones se presentan en términos de las rotaciones, igual a los dos tipos anteriores: se tienen cinco ecuaciones y cinco rotaciones (incógnitas), éstas se desarrollan para encontrar sus valores. Luego se sigue el mismo procedimiento de análisis desarrollado para los tipos I y II.

A continuación, se presentan los resultados (Cuadros 7, 8 y 9):

**Cuadro 7**  
Rotaciones en cada una de las juntas en radianes

Rotación	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$\theta_A \times 10^4$	+37.68	+39.42	0.9559	+4.71	+5.52	0.8533	+1.02	+1.45	0.7034
$\theta_B \times 10^4$	-9.42	-9.21	1.0228	-1.18	-1.04	1.1346	-0.25	-0.15	1.6667
$\theta_C \times 10^4$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$\theta_D \times 10^4$	+9.42	+9.21	1.0228	+1.18	+1.04	1.1346	+0.25	+0.15	1.6667
$\theta_E \times 10^4$	-37.68	-39.42	0.9559	-4.71	-5.52	0.8533	-1.02	-1.45	0.7034

**Cuadro 8**  
Fuerzas cortantes en kN

Fuerza cortante	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$V_{AB}$	+134.9	+135.6	0.9948	+67.4	+68.6	0.9825	+40.5	+42.0	0.9643
$V_{BA}$	-208.5	-207.8	1.0034	-104.2	-103.1	1.0107	-62.5	-61.0	1.0246
$V_{BC}$	+183.9	+182.7	1.0066	+92.0	+89.8	1.0245	+55.2	+52.6	1.0494
$V_{CB}$	-159.4	-160.7	0.9919	-79.7	-81.8	0.9743	-47.8	-50.4	0.9484
$V_{CD}$	+159.4	+160.7	0.9919	+79.7	+81.8	0.9743	+47.8	+50.4	0.9484
$V_{DC}$	-183.9	-182.7	1.0066	-92.0	-89.8	1.0245	-55.2	-52.6	1.0494
$V_{DE}$	+208.5	+207.8	1.0034	+104.2	+103.1	1.0107	+62.5	+61.0	1.0246
$V_{ED}$	-134.9	-135.6	0.9948	-67.4	-68.6	0.9825	-40.5	-42.0	0.9643

**Cuadro 9**  
Momentos en kN-m

Momen- to	Caso 1: L = 10.00 m			Caso 2: L = 5.00 m			Caso 3: L = 3.00 m		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{AB}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$M\Phi_{AB}$	+265.0	+267.6	0.9903	+66.2	+68.6	0.9650	+23.8	+25.7	0.9261
$M_{BA}$	-367.9	-361.2	1.0185	-92.0	-86.1	1.0685	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{BC}$	-367.9	-361.2	1.0185	-92.0	-86.1	1.0685	-33.1	-28.4	1.1655
$M\Phi_{BC}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.5	0.9905	+11.2	+11.8	0.9492
$M_{CB}$	-245.2	-251.0	0.9769	-61.3	-66.0	0.9288	-22.1	-25.2	0.8770
$M_{CD}$	-245.2	-251.0	0.9769	-61.3	-66.0	0.9288	-22.1	-25.2	0.8770
$M\Phi_{CD}$	+124.8	+124.8	1.0000	+31.2	+31.5	0.9905	+11.2	+11.8	0.9492
$M_{DC}$	-367.9	-361.2	1.0185	-92.0	-86.1	1.0685	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{DE}$	-367.9	-361.2	1.0185	-92.0	-86.1	1.0685	-33.1	-28.4	1.1655
$M\Phi_{DE}$	+265.0	+267.6	0.9903	+66.2	+68.6	0.9650	+23.8	+25.7	0.9261
$M_{ED}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—

### Resultados y Discusión

En los Cuadros 10, 11 y 12 se muestran las diferencias entre los dos modelos de los 3 tipos, para los casos 3, donde las diferencias son grandes.

De acuerdo con al Cuadro 10, presenta las rotaciones en cada uno de los soportes, se observa que existen grandes diferencias, en el tipo 3 y caso 3. Por ejemplo, en el apoyo "A" es de un 29.66% mayor en el modelo 2 y en el apoyo "B" es mayor en el modelo 1 de un 66.67%.

Con respecto al Cuadro 11, muestra las fuerzas cortantes en los extremos de las barras, siendo la diferencia mayor en el tipo 3 y caso 3. Por ejemplo, la fuerza cortante,  $V_{BC}$  es de un 4.94% ma-

yor en el modelo 1, y  $V_{CB}$  es mayor en el modelo 2 de un 5.16%.

Finalmente, se analiza el Cuadro 12, que ilustra los momentos en las barras, tanto negativas como positivas, se presenta la diferencia mayor en el tipo 3 y caso 3. Por ejemplo, el momento,  $M_{CB}$  es de un 12.30% mayor en el modelo 2, y  $M_{BA}$  es mayor en el modelo 1 de un 16.55%.

### CONCLUSIONES

De acuerdo a las rotaciones en cada uno de los soportes, se observa que las diferencias en el modelo 1 y 2 son bastante considerables, cuando se reduce el claro entre los apoyos de las vigas y en la sección transversal "I", con espesor de alma más

**Cuadro 10**

Rotaciones en cada una de las juntas en los 3 tipos y caso 3 en radianes

Rotación	Tipo 1: Caso 3			Tipo 2: Caso 3			Tipo 3: Caso 3		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$\theta_A \times 10^4$	+0.87	+1.03	0.8447	+0.94	+1.17	0.8034	+1.02	+1.45	0.7034
$\theta_B \times 10^4$	-0.22	-0.19	1.1579	-0.23	-0.19	1.2105	-0.25	-0.15	1.6667
$\theta_C \times 10^4$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$\theta_D \times 10^4$	+0.22	+0.19	1.1579	+0.23	+0.19	1.2105	+0.25	+0.15	1.6667
$\theta_E \times 10^4$	-0.87	-1.03	0.8447	-0.94	-1.17	0.8034	-1.02	-1.45	0.7034

**Cuadro 11**

Fuerzas cortantes en cada una de las juntas en los 3 tipos y caso 3 en kN

Fuerza cortante	Tipo 1: Caso 3			Tipo 2: Caso 3			Tipo 3: Caso 3		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$V_{AB}$	+40.5	+41.2	0.9830	+40.5	+41.7	0.9712	+40.5	+42.0	0.9643
$V_{BA}$	-62.5	-61.8	1.0113	-62.5	-61.5	1.0163	-62.5	-61.0	1.0246
$V_{BC}$	+55.2	+53.8	1.0260	+55.2	+53.4	1.0337	+55.2	+52.6	1.0494
$V_{CB}$	-47.8	-49.2	0.9715	-47.8	-49.6	0.9637	-47.8	-50.4	0.9484
$V_{CD}$	+47.8	+49.2	0.9715	+47.8	+49.6	0.9637	+47.8	+50.4	0.9484
$V_{DC}$	-55.2	-53.8	1.0260	-55.2	-53.4	1.0337	-55.2	-52.6	1.0494
$V_{DE}$	+62.5	+61.8	1.0113	+62.5	+61.5	1.0163	+62.5	+61.0	1.0246
$V_{ED}$	-40.5	-41.2	0.9830	-40.5	-41.7	0.9712	-40.5	-42.0	0.9643

**Cuadro 12**

Momentos en cada una de las juntas en los 3 tipos y caso 3 en kN-m

Momento	Tipo 1: Caso 3			Tipo 2: Caso 3			Tipo 3: Caso 3		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{AB}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—
$M_{AB}^{\checkmark}$	+23.8	+24.7	0.9636	+23.8	+25.0	0.9520	+23.8	+25.7	0.9261
$M_{BA}$	-33.1	-30.8	1.0747	-33.1	-30.1	1.0997	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{BC}$	-33.1	-30.8	1.0747	-33.1	-30.1	1.0997	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{BC}^{\checkmark}$	+11.2	+11.4	0.9825	+11.2	+11.4	0.9825	+11.2	+11.8	0.9492
$M_{CB}$	-22.1	-23.9	0.9247	-22.1	-24.3	0.9095	-22.1	-25.2	0.8770
$M_{CD}$	-22.1	-23.9	0.9247	-22.1	-24.3	0.9095	-22.1	-25.2	0.8770

**Cuadro 12**  
**(Continuación)**

Momentos en cada una de las juntas en los 3 tipos y caso 3 en kN-m

Mo- mento	Tipo 1: Caso 3			Tipo 2: Caso 3			Tipo 3: Caso 3		
	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$	DDC	CDC	$\frac{DDC}{CDC}$
$M_{CD}^{\pm}$	+11.2	+11.4	0.9825	+11.2	+11.4	0.9825	+11.2	+11.8	0.9492
$M_{DC}$	-33.1	-30.8	1.0747	-33.1	-30.1	1.0997	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{DE}$	-33.1	-30.8	1.0747	-33.1	-30.1	1.0997	-33.1	-28.4	1.1655
$M_{DE}^{\pm}$	+23.8	+24.7	0.9636	+23.8	+25.0	0.9520	+23.8	+25.7	0.9261
$M_{ED}$	0	0	—	0	0	—	0	0	—

delgada. En este caso no todos los valores están dentro de la seguridad con respecto al método tradicional (modelo 1). Esto implica que se debe tomar en cuenta las deformaciones permitidas por los reglamentos de construcción, ya que en algunas situaciones podría ser el caso, que no cumple con dichas normas.

En cuanto a las fuerzas cortantes y momentos flexionantes, que actúan sobre las vigas, estos elementos mecánicos son los que rigen el diseño de una estructura, han sido estudiadas por el modelo 1 y modelo 2. Los resultados mostraron que las diferencias se incrementan, tanto del lado conservador como del lado inseguro entre los dos modelos, cuando los miembros tienden a ser más cortos y tomando en cuenta la sección transversal "I", con espesor de alma, más pequeña.

Esto significa que se está diseñado erróneamente, porque por un lado, algunos miembros son más grandes en su dimensión transversal, de acuerdo con lo que se necesita y en otra situación no cumple las condiciones mínimas para que esté bien diseñada una viga.

Por lo tanto, la práctica habitual de utilizar el método de deflexión-pendiente despreciando las deformaciones por cortante (método tradicional), no es una solución recomendada cuando se tiene longitud corta entre apoyos y sección transversal "I" con espesor de alma esbelta.

Entonces, el método de deflexión-pendiente incluyendo las deformaciones por cortante (método propuesto), pasa a ser el método más apropiado para el análisis estructural de vigas continuas y más apegadas a las condiciones reales.

### **LITERATURA CITADA**

- (1) Clough R. W. and Penzien J., Dynamics of Structures, New York United States of America, McGraw-Hill, 1975, p.633.
- (2) Laible J. P., Análisis Estructural, Distrito Federal México, Mc Graw-Hill, 1988, p.910.
- (3) Luévanos Rojas A., Método de deflexión-pendiente para vigas estáticamente indeterminadas, considerando las deformaciones por cortante, Revista de Arquitectura e Ingeniería, Volumen 5 Numero 2, Mayo Agosto 2011, Disponible en: [http://www.empai-matanzas.co.cu/revista/Artic\\_PDF/ART1.pdf](http://www.empai-matanzas.co.cu/revista/Artic_PDF/ART1.pdf)
- (4) Luthe Garcia R., Análisis Estructural, Distrito Federal México, Alfaomega, 1998, p.681.
- (5) McCormac J. C., Structural Analysis: using classical and matrix methods. New York United States of America, John Wiley & Sons, 2007, p.415.
- (6) Przemieniecki J. S., Theory of Matrix Structural Analysis, New York United States of America, Mc Graw-Hill, 1985, p.480.
- (7) Tena Colunga A., Análisis de Estructuras con Métodos Matriciales, Distrito Federal México, Limusa, 2007, p.559.
- (8) West H. H., Analysis of Structures. New York United States of America, John Wiley & Sons, 1984, p.698.

## **Estudios morfoanatómicos del origen y formación de brotes y raíces *in vitro* del plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa AAB*)**

Morfoanatomy studies of the origin and formation of shoots and roots on *in vitro* of Giant Harton plantain (*Musa AAB*).

***Sunshine Florio de Real<sup>1</sup>, Norca Mogollón<sup>2</sup>***

### ***Resumen***

Se determinó el origen y formación de brotes y raíces *in vitro* del plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa AAB*) a través de estudios de microscopía óptica. Las muestras empleadas provenían de los explantes cultivados en el medio de multiplicación MS en estado sólido (agar) y suplementado con 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Estas se tomaron durante 45 días consecutivos y en el montaje permanente de las láminas, se usó el método de la parafina, siguiendo los pasos de: fijación, deshidratación, inclusión, cortes, adhesión de las secciones al portaobjeto, tinción, montaje, observación y fotografiado. Los montajes semipermanentes de las muestras se realizaron en láminas portaobjeto, con una solución de agua:glicerina, en proporción 1:1. Estas fueron selladas con esmalte de uñas transparente. Igualmente, la tinción fue directa, total, supravital y pancromática.

Recibido: 29/04/2010 Aceptado: 14/04/2011  
Autor para correspondencia e-mail: sunshineflorio@gmail.com

<sup>1</sup> Ing. Agr. MSc. en Ciencias Hortícolas mención Fruticultura, Investigadora en el área de Cultivo *in vitro*. Apartado 946. Valencia, Estado Carabobo. Venezuela. sunshineflorio@gmail.com.

<sup>2</sup> Ing. Agr. MSc. en Ciencias Hortícolas, Dra. en Ciencias Agrícolas. Posgrado de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Apartado 400. Barquisimeto, Estado Lara. Venezuela.

Todas las preparaciones fueron observadas en un microscopio de luz Olympus BX 40 y fotografiadas con una cámara PIXERA de 1,2 megapíxeles, adaptada a una lupa estereoscópica, para su posterior análisis. Los estudios histológicos permitieron determinar que la formación de brotes normales proviene del desarrollo de múltiples yemas axilares y las raíces son de origen adventicio.

**Palabras claves:** morfogénesis, histología, *Musa AAB*, Hartón Gigante.

### **Abstract**

It was determined the origin and formation of shoots and roots of *in vitro* "Giant Harton" plantain (*Musa AAB*) using optical microscopy studies. The samples used were from the explants grown on MS medium multiplication in solid state (agar) and supplemented with 5 mg L<sup>-1</sup> BAP. These were taken weekly during 45 consecutive days and in the assembly of the layers, was used the method of the paraffin, following the next steps: fixation, dehydration inclusion, cutting, adhesion of the sections to the slide, staining, assembly, observation and photographed. The Sempermanents assembly of the samples were performed in microscope blade holder objects, with a solution of water: glycerin, at a proportion of 1:1. These were sealed with transparent nail polish. Also, the staining was direct, total, and panchromatic supravitality. All preparations were observed in a light microscope Olympus BX 40 and photographed with a 1.2 megapixel camera PIXERA adapted to a stereoscopic magnifying glass for further analysis. Histological studies have revealed that the formation of normal shoots become from the development of multiple axillary buds and the roots are from an adventitious origin.

**Keywords:** morfogenesis, histology, *Musa AAB*, Giant Harton.

### **INTRODUCCIÓN**

Generalmente, en cultivo *in vitro* se recurre el empleo de las herramientas de microtecnia (cortes realizados a los tejidos

y órganos, y su posterior observación a través del microscopio óptico), ya que permiten realizar estudios morfoanatómicos de cada uno de los órganos que

se originan durante las fases de la micropropagación (2). En el caso de *Musa*, son escasos éstos estudios, por lo que se requiere una mayor profundización en este aspecto (10).

Luego del establecimiento de un explante en condiciones asépticas (iniciación), existe una etapa de multiplicación, en la cual los mecanismos por los cuales se originan los nuevos brotes son muy variados; de allí que se requiera de un estudio histológico con el fin de comprender los procesos morfogénicos que están ocurriendo (18). Este conocimiento es fundamental para diseñar las estrategias de micropropagación, conocer la estabilidad genética de los materiales producidos y en última instancia determinar los posibles usos de los tejidos generados mediante esta técnica (7).

Es importante destacar que no existen trabajos en plantas del género *Musa*, donde específicamente se estudie y establezca el origen de los brotes y raíces de las vitroplantas, obtenidas a través de organogénesis directa y en medios de cultivo para inducir la multiplicación. Sin embargo, los escasos trabajos que prevalecen están enfocados en el estudio de los cambios morfoanatómicos del meristema apical del vástago (MAV) y

de la raíz (MAR) en los medios de iniciación, multiplicación y de vitroplantas obtenidas a través de embriogénesis somática (17). Igualmente, existen trabajos sobre estudios histológicos de la relación entre la anatomía foliar de cultivares de *Musa* y su comportamiento frente a la Sigatoka (*Mycosphaerella* spp.) (10; 15; 14).

En otras plantas si se ha logrado establecer el origen y formación de los brotes y raíces. Se han realizado estudios histológicos durante el cultivo *in vitro* de ápices caulinares de *Asparagus*, donde se determinó que los nuevos brotes se formaron a partir de la iniciación y crecimiento de yemas axilares desarrolladas en el explante. En cambio, las raíces fueron de naturaleza adventicia, pues provenían de una masa de tejidos semejante al callo formado en la base del explante cultivado (3).

En cuanto a la rizogénesis, se ha estudiado la secuencia de cambios anatómicos durante el proceso de diferenciación de raíces en brotes de *Castanea sativa*, cultivados *in vitro*. Entre el segundo y tercer día de cultivo, se observaron que células de la región floemática comenzaron a dividirse formando grupos de células meristemáticas que denominaron "meristemoides". Su individualización condujo a la

formación de un primordio radical a nivel del octavo día. Estos primordios continuaron avanzando a través de los tejidos del brote, al tiempo que ocurría la diferenciación de sus tejidos. Las uniones vasculares se desarrollaron en los tejidos adyacentes a la zona basal del primordio y su completa conexión ocurrió cuando emergió la raíz adventicia, lo cual sucedió entre los 12 y 14 días del cultivo (16).

Otros autores realizaron estudios histológicos de la formación de órganos *in vitro* de *Mussaenda erythrophylla* 'Rosea', utilizando el método de la inclusión en parafina. Las muestras fueron tomadas de los explantes cultivados en los medios de iniciación, multiplicación y enraizamiento. En la fase de multiplicación hubo desarrollo de brotes normales y adventicios. Estos últimos, procedieron de áreas meristemáticas originadas por diferenciación del tejido de callo, localizado en la base del explante. Posteriormente, mediante procesos de diferenciación y organización, dieron origen a los primordios de yema. En la fase de rizogénesis, los iniciales de raíz se originaron del procambium, y en los días sucesivos se diferenciaron en primordios y luego en raíces con sistema vascular propio (8).

En Musáceas, al igual que en

la mayoría de las plantas liliópsidas o monocotiledóneas, el meristema apical (MA) del vástago muestra un desarrollo vegetativo, basado principalmente en la producción de hojas, con una orientación relativamente horizontal, donde los primordios foliares originados se disponen uno al lado del otro, debido a que las hojas sucesivas son producidas en un mismo plano, sin ningún desplazamiento vertical y una forma de domo cuyo diámetro puede variar de 180 a 270 micras durante su estación de plastócrono (12; 14).

Por otra parte, se han establecido los cambios morfoanatómicos que ocurren durante el crecimiento del ápice del vástago (AV) y de la raíz (AR) en banano cv. 'Williams' (AAA) bajo distintas concentraciones de benciaminopurina. Para ello se cultivaron ápices caulinares de 8 mm de longitud, provenientes de vitroplantas desarrolladas en el medio MS semisólido con 2,5 y 5,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Las muestras fueron colectadas a los 0, 3, 6, 9 y 12 días de cultivo, fijadas en FAA al 70 % y deshidratadas con ABT. Luego, se incluyeron en parafina y seccionadas con un micrótopo de rotación a 10 y 12 micras. Sólo con la concentración de 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP, el AV presentó forma de domo con organización túnica-carpus y el

AR mostró procambium, meristemo fundamental y una caliptra comprimida (11).

Posteriormente, otros autores estudiaron los cambios morfoanatómicos del desarrollo *in vitro* del meristema apical del vástago (MAV) en banano cv. 'Williams' (AAA), donde los ápices caulinares fueron cultivados en el medio MS con 2,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP y las muestras fueron colectadas a los 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 y 21 días de cultivo. Los cortes anatómicos del MAV, mostraron una túnica uniestratificada, por debajo de la cual observaron la zona central de células madres, las zonas de transición, la del meristema periférico y medular. Igualmente, concluyeron que la concentración evaluada de BAP, estimuló el crecimiento de los meristemas, pero no fue suficiente para inducir el desarrollo y multiplicación de las yemas (14).

### ***Materiales y Métodos***

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Microtecnia e Histopatología Vegetal de la Unidad de Investigación de Fitopatología de la Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado", en Cabudare, Estado Lara, Venezuela. Para ello, se realizaron montajes permanentes (cortes con micrótomo) y semipermanentes (cortes a mano alzada).

Para el montaje permanente de las láminas, se usó el método de la parafina, siguiendo los pasos de: fijación, deshidratación, inclusión, cortes, adhesión de las secciones al portaobjeto, tinción, montaje, observación y fotografiado (6; 13, 1; 5).

Las muestras empleadas provenían de los explantes cultivados en el medio de multiplicación MS en estado sólido (agar) y suplementado con 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Estas se tomaron semanalmente, durante 45 días consecutivos y se fijaron en una mezcla de formaldehído, ácido acético glacial y alcohol etílico (FAA), por un tiempo mínimo de 24 horas (6). La deshidratación fue llevada a cabo pasando las muestras por una serie de mezclas de alcohol butílico terciario (ABT) en concentraciones crecientes desde 50, 70, 85, 95 hasta 100 %. Luego se procedió a la inclusión de las muestras en un bloque de parafina (Paraplast®) líquida en estufa, dejándose solidificar a temperatura ambiente. Para eliminar la parafina de cada una de láminas, se empleó xilol puro durante una hora.

Posteriormente fueron seccionadas con un micrótomo de rotación marca Leica, modelo 820, usando un espesor de 25 μ (13; 1; 5). Las secciones de tejido colocadas en el portaob-

jeto se dejaron secar durante 24 horas en estufa a 37 °C. Para la coloración de las láminas se utilizó fast green, cristal violeta y azul de toluidina al 2,0 % durante una hora, siendo la tinción directa, total, supravital y pancromática. El medio de montaje empleado fue Bálsamo de Canadá, para la preservación de las láminas y su posterior observación microscópica.

Los montajes semipermanentes de las muestras se realizaron en láminas portaobjeto, con una solución de agua: glicerina, en proporción 1:1 (5). Estas fueron selladas con esmalte de uñas transparente. Igualmente, la tinción fue directa, total, supravital y pancromática. Todas las preparaciones fueron observadas en un microscopio de luz Olympus BX 40 y fotografiadas con una cámara PIXERA de 1,2 megapíxeles, adaptada a una lupa estereoscópica, para su posterior análisis.

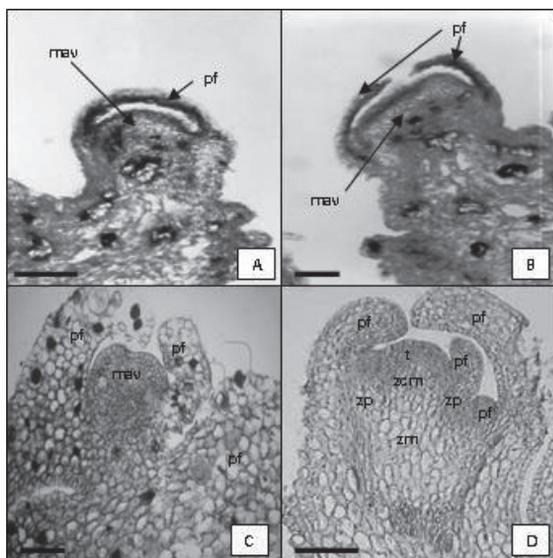
### **Resultados y Discusión**

En la figura 1, se observa la histogénesis de formación de los brotes normales de plátano 'Hartón Gigante' provenientes de yemas axilares, donde se muestra claramente la fase de plásticrono o aparición del primer primordio foliar, a partir del séptimo día de cultivo (A). Igual-

mente, se observa que el meristema apical del vástago o domo meristemático, el cual está protegido por el primer par de primordios foliares, experimenta una serie de cambios morfo métricos que se inician con el aumento del tamaño, diámetro y altura. El meristema apical está formado por células pequeñas e indiferenciadas, las cuales se tiñeron densamente, indicando gran actividad meristemática.

A los 14 días del cultivo, se observa el crecimiento del brote y la separación del primer par de primordios foliares del domo meristemático (B). Así mismo, es evidente el progreso en el desarrollo del brote a los 28 días del cultivo (C), en relación al número y tamaño celular, la formación de nuevos pares de primordios foliares hacia el extremo apical del vástago y la reducción del domo meristemático.

Por otra parte, en la figura 1, se observa un notable desarrollo del brote con la formación de pares de primordios foliares y el domo meristemático (D) constituido por los siguientes estratos: **a)** Túnica (t), formada por una sola capa de células con formas cúbicas, paredes delgadas, núcleos prominentes y división anticlinal, característica propia de las monocotiledóneas; **b)** Cuerpo, conformado por tres zonas bien diferenciadas, que



**Figura 1.** Histogénesis de la formación de los brotes normales de plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*) en el medio de multiplicación sólido suplementado con 5mg L-1 de BAP. Secciones longitudinales del brote mostrando: (A) meristema apical del vástago (mav) y primordios foliares (pf). 25  $\mu$ . 100 x. (Barra = 2mm) a los 7 días del cultivo; (B) 14 días del cultivo. 25  $\mu$ . 100 x. (Barra = 2 mm). (C) 28 días del cultivo. 25  $\mu$ . 200 x. (Barra = 5 mm). (D) túnica (t), zona central de células madres (zcm), zonas del

meristema periférico (zp), zona del meristema medular (zm) y primordios foliares (pf). 25  $\mu$ . 200 x. (Barra = 5 mm) a los 35 días del cultivo.

corresponden a las denominadas: zona central de células madres (zcm), zona periférica (zp) y zona medular (zm).

La zona de células madres, ubicada por debajo de la región central de la túnica, presenta células de mayor tamaño en comparación con ésta. Igualmente, estas células son menos densas, de paredes más delgadas, con vacuolas de gran tamaño, núcleos prominentes y división en todos los planos. La zona periférica estuvo conformada por células que rodean a las células de la zcm y presentan citoplasma más denso. La zona medular, localizada por debajo de la zcm

y de la zp, consiste en células alargadas dispuestas en hileras con el lado angosto hacia la superficie del meristema apical del vástago, algunas en posición ligeramente oblicua; altamente vacuoladas, de mayor tamaño que las células de la zcm.

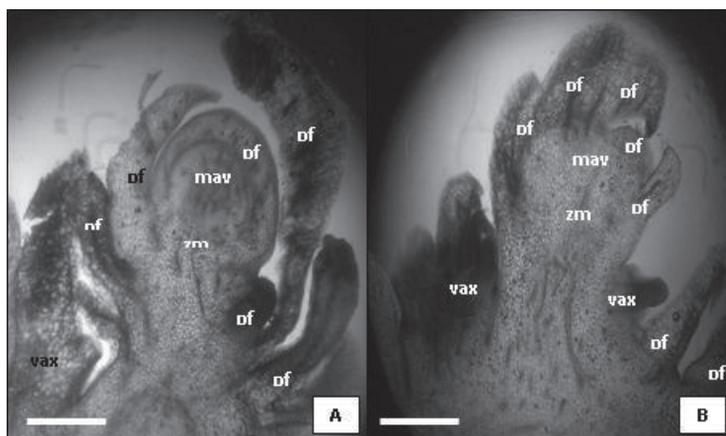
Estas zonas meristemáticas coincidieron con las descritas por diferentes autores, quienes al trabajar con banano 'Williams' (*Musa AAA*) lograron establecer los cambios morfoanatómicos que ocurren durante el crecimiento del ápice del vástago y de la raíz (11; 14). Igualmente, los estudios de histogénesis concuerdan con los obtenidos

por otros autores, donde determinaron que los nuevos brotes de *Asparagus* y *Gerbera*, respectivamente, se formaron a partir de la iniciación y crecimiento de las yemas axilares desarrolladas en el explante (3; 9). Sin embargo, en la fase de multiplicación *in vitro* de *Mussaenda erythrophylla* 'Rosea' se encontró desarrollo de brotes normales y adventicios (8).

La figura 2 corresponde a secciones longitudinales de los brotes normales, realizadas a mano alzada (A) y (B). En esta se muestra el crecimiento del brote, elongación y expansión de los primordios foliares y sus respectivos tejidos vasculares

bien definidos y distribuidos irregularmente, típico de las monocotiledóneas, los cuales se orientan para irrigar las yemas axilares. Igualmente, se logra observar el desarrollo de estas yemas ubicadas a los lados del brote principal. Estas observaciones histológicas coinciden con las señaladas por otros autores, quienes establecieron que el origen de los brotes y raíces del jengibre (*Zingiber officinale* R.) regenerados *in vitro* fue por la inducción de yemas axilares y adventicio, respectivamente (4).

En términos generales, se establece que la concentración de 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP adicionada al medio de cultivo, fue suficiente



**Figura 2.** Secciones longitudinales de los brotes de plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*) formados en el medio de multiplicación sólido suplementado con 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. (A) y (B) Brotes normales mostrando meristema apical del vástago (mav), primordios foliares (pf), yemas axilares (yax) y zona del meristema medular (zm), 14 días de su transferencia. Cortes a mano alzada. 200 x. (Barra = 5 mm).

para estimular el crecimiento de los meristemas e inducir el desarrollo y multiplicación de las yemas axilares. Sin embargo, esto difiere de lo señalado en banano 'William', donde la concentración de 2,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP fue óptima para lograr el crecimiento y desarrollo del meristema (14).

Con el objetivo de identificar los tejidos que se pudieran modificar durante la rizogénesis se definió, en primer lugar, la estructura anatómica de la zona basal de los brotes regenerados *in vitro*, antes de su transferencia al medio de cultivo (día 0).

La figura 3 muestra la histogénesis de la formación de raíces adventicias en una sección transversal donde se observan los siguientes tejidos: la epidermis, constituida por una capa de células delgadas, sin espacios intercelulares; la corteza formada por células parenquimáticas, que disminuyen a medida que se acercan al cilindro vascular o central (forma radial). Además, se logra observar las células con taninos, que en este caso constituyen un conjunto de sustancias fenólicas, presentes en todos los órganos del plátano (A). A partir del séptimo día del

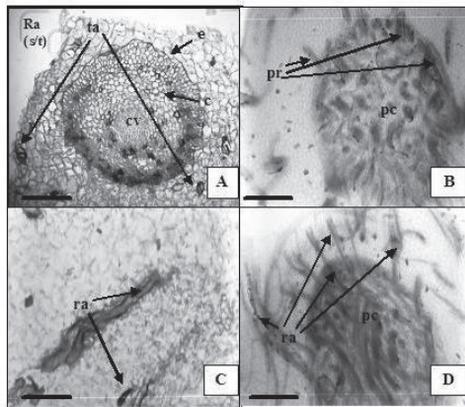


Figura 3. Histogénesis de la formación de raíces adventicias de plátano 'Hartón Gigante' (Musa AAB) en el medio de multiplicación sólido suplementado con 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Secciones transversales de la zona basal del brote (microrizoma) mostrando: (A) epidermis (e), corteza (c), cilindro vascular (cv) y células con taninos (fenoles). 0 días del cultivo. 25  $\mu$ . 100 x. (Barra = 2 mm). (B) parénquima cortical (pc) de donde se originan los primordios de raíz (pr), 7 días de su transferencia. 25  $\mu$ . 200 x. (Barra = 5 mm). (C) raíces adventicias (ra), 14 días de su transferencia. 25  $\mu$ . 400 x. (Barra = 5 mm). (D) parénquima cortical (pc) con múltiples raíces adventicias, 28 días de su transferencia. 25  $\mu$ . 200 x. (Barra = 5 mm).

cultivo, se observa que algunas células del procambium comienzan a dividirse y formar los primordios de raíz (B) y (C). Estas células fueron observadas como una concentración de cordones procambiales en la zona central parenquimática de la base del brote (microrizoma). Durante este tiempo, se observó un crecimiento pronunciado del primordio radical, atravesando los tejidos de la corteza y cuyo sistema vascular está conectado con el eje principalmente (D).

La secuencia de cambios anatómicos observados durante el proceso de rizogénesis en plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*), indicaron que una división celular activa y localizada en las células del procambium, condujo a la formación de iniciales de raíces que subsecuentemente

originaron los primordios. Posteriormente, éstos se diferenciaron en raíces con sistema vascular propio. Esta secuencia es semejante a la descrita por varios autores en brotes de *Castanea*, *Mussaenda erythrophylla* 'Rosea' y *Zingiber officinale* R, cultivados *in vitro* (16; 8; 4).

En la figura 4, se observa secciones longitudinal y transversal de las raíces adventicias, respectivamente. En éstas se muestran los tejidos que la conforman: procambium (pca), protodermis (pd), meristema fundamental (mf), meristema apical de raíz (mar), caliptra o cofia (ca) y pelos radicales (pr). Igualmente, se observa la forma acuminada típica de la raíz, producto de la polarización de la división celular. Estos tejidos coincidieron con los ya descritos (11).

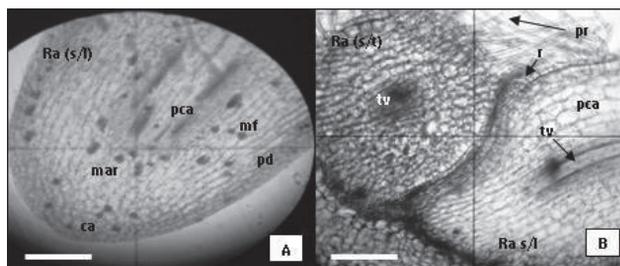


Figura 4. Detalle de las raíces adventicias de plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*) en el medio de multiplicación sólido suplementado con 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. (A) Sección longitudinal (s/l) de la raíz, mostrando el procambium (pca), protodermis (pd), meristema fundamental (mf), meristema apical de raíz (mar) y caliptra (ca), 28 días de su transferencia. (B) Sección transversal (s/t) y longitudinal (s/l) de la raíz, mostrando tejidos vasculares (tv), procambium (pca) y pelos radicales (pr). Cortes a mano alzada. 200 x. (Barra = 2 mm).

### LITERATURA CITADA

- (1) Curtis, J. 1986. Microtecnia Vegetal. 2 ed. Editorial Trillas. México, D. F. 106 p.
- (2) Estrada, A., C. López y E. Cárdenas. 2002. *In vitro* micrografting and the histology of graft union formation of select species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.). *Scientia Horticulturae* 92: 317 – 327.
- (3) Hasegawa, P. 1972. Further investigations on shoot apex culture of *Asparagus officinalis* L. Ms. Thesis University of California. Riverside, USA. 59 p.
- (4) Him de Freitez, Y. y J. Páez. 1998. Origen histológico de los órganos regenerados *in vitro* del Jengibre (*Zingiber officinale* R.). *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 42: 110 – 118.
- (5) Jáuregui, D. 2003. Manual práctico de Microtecnia Vegetal. Departamento de Botánica Agrícola. Laboratorio de Botánica. Facultad de Agronomía. Postgrado de Botánica Agrícola. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 71 p.
- (6) Jensen, N. 1962. Botanical Histochemistry. Principles and practicess. W. H. Freeman and Company. London. pp: 55 – 99.
- (7) Lara, A., R. Valverde y L. Gómez. 2003. Histología de embriones somáticos y brotes adventicios inducidos en hojas de *Psychotria acuminata*. *Agronomía Costarricense* 27(1): 37 – 48.
- (8) Mogollón, N. y M. Gil de Serpa. 1992. Estudios histológicos de la formación de órganos *in vitro* de *Mussaenda erythrophylla* Schum y Thonn, ‘Rosea’. *Agronomía Tropical* 42(5-6): 285 - 298.
- (9) Murashige, T., M. Serpa and J. Jones. 1974. Clonal multiplication of *Gerbera* through tissue. *HortScience* 19(2): 175 - 180.
- (10) Ramírez, M. 2006. Cambios morfoanatómicos en los ápices del vástago y de la raíz del banano ‘Williams’ (AAA, *Musa* sp.) bajo distintas concentraciones de benciladenina. Resumen presentado en las Memorias del IX Congreso Venezolano de Fruticultura. Barquisimeto, Venezuela. p. 118.
- (11) Ramírez, M., E. de García y H. Finol. 2006. Ultraestructura de callos embriogénicos y no embriogénicos de banano ‘Williams’ (AAA, *Musa* spp.). *Agronomía Tropical* 56(4): 615 - 620.
- (12) Sandoval, J. y L. Müller. 1999. Anatomía y morfología de la planta de banano (*Musa* AAA). *CORBANA* 24(51): 43 – 59.
- (13) Universidad Central de Venezuela. 1984. Algunos procedimientos y técnicas de uso en histología vegetal, con especial énfasis en la técnica con parafina. Curso de Ampliación de Conocimiento. Posgrado de Agronomía. Maracay, Venezuela. 30 p.
- (14) Urdaneta, J., R. Valerio., H. Lindorf y E. de García. 2007. Estudio morfoanatómico del desarrollo *in vitro* del meristema apical del vástago de banano (*Musa* sp., cv. ‘Williams’). Memorias del XVII Congreso Venezolano de

- Botánica. Maracaibo, Venezuela. pp: 334 – 337.
- (15) Urdaneta, J., R. Valerio., T. Vargas y E. de García. 2006. Aspectos morfoanatómicos de callos originados durante el proceso de embriogénesis somática en banano Williams subgrupo cavendish (*Musa* sp. GRUPO AAA). *Agronomía Tropical* 56(4): 697 - 703.
- (16) Vieitez, A. y M. Vieitez. 1983. Secuencia de cambios anatómicos durante la rizogénesis *in vitro* del Castaño. *ΦΥΤΟΝ* 43(2): 185 - 191.
- (17) Villegas, Z., C. Giménez., J. Vilchez., M. Moreno., L. Sandoval y M. Colmenares. 2008. Oxidación en la inducción de la embriogénesis somática a partir de flores masculinas inmaduras de Gran Enano (*Musa* AAA). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 25(3): 570 – 588.
- (18) Yeung, E. 1999. The use of histology in the study of plant tissue culture systems some practical comments. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 35: 137 – 143.

## **Germinación y crecimiento de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en condiciones de vivero, con fines de reforestación**

Germination and growth of mangrove buttonwood (*Conocarpus erectus*) and redmangrove (*Rhizophora mangle*) in nursery conditions for reforestation.

**Dionisio Romero<sup>1</sup>, José Pozo<sup>2</sup>, César Timaure<sup>3</sup>, Yefer Corro<sup>4</sup>**

### **Resumen**

La vegetación costera de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo se caracteriza por ser escasa, degradada por actividades antropogénicas. Este trabajo evaluó la germinación y crecimiento del mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en condiciones de vivero, para su posterior utilización en la reforestación de las costas de Cabimas. Como parte de las actividades de extensión en el programa Educación de la UNERMB, participaron 80 estudiantes, recolectaron en la zona costera de Cabimas, semillas de mangle rojo y botoncillo. Posteriormente, tomaron al azar 100 semillas de botoncillo, las colocaron en un recipiente con agua de chorro dejando las semillas viables, determinando así el porcentaje de viabilidad, el cual fue de 2 %. Para botoncillo no

Recibido: 22/01/2010 Aceptado: 15/09/2011

1 Lic. En Biología MSc. En fruticultura. Profesor jubilado de la UNERMB.

2 Ingeniero Agrónomo, Investigador del Proyecto Investigación Agroalimentaria y Ambiental de la UNERMB.

3 Ingeniero Agrónomo, docente-Investigador de la UNERMB adscrito al Programa Ingeniería y Tecnología.

4 Estudiante del Programa Educación de a UNERMB.

germinaron plántulas en el vivero. En el caso del mangle rojo, el porcentaje de germinación fue de 99 %. Para los ensayos de germinación directa, se colocaron 10 semillas de mangle botoncillo y 10 de mangle rojo en bolsas de vivero de 2 Kg llenas con una mezcla de abono con tierra de jardín, en una proporción de 3:1 Adicionalmente se prepararon 20 bolsas de polietileno donde se sembraron 20 semillas de mangle rojo, colocando 1 por bolsa y 20 bolsas más donde se sembraron 200 semillas de mangle rojo, colocando 10 semillas por bolsa. Este proceso generó 1.200 plántulas de mangle rojo, las cuales fueron sembradas con los estudiantes en la reforestación del Parque Laguna Azul y en el Boulevard del Centro Cívico de Cabimas.

**Palabras clave:** mangle, germinación, reforestación

### **Abstract**

Coastal vegetation of the Eastern Coast of Maracaibo Lake is characterized as low, degraded by anthropogenic activities. This study evaluated the germination and growth of mangrove buttonwood (*Conocarpus erectus*) and red mangrove (*Rhizophora mangle*) in nursery conditions for subsequent use in the reforestation of the coast of Cabimas. As part of extension activities in the program UNERMB Education, involving 80 students, gathered in the coastal area of Cabimas, seeds of red mangrove and buttonwood. Subsequently, randomly taken 100 seeds of buttonwood, put them in a container with water jet leaving viable seeds, thus determining the percentage of viability, which was 2%. To buttonwood seedlings did not germinate in the nursery. In the case of red mangrove, the germination percentage was 99%. For direct germination tests, seeds were placed 10 and 10 buttonwood mangrove red mangrove nursery bags filled with 2 kg of compost mixed with garden soil at a ratio of 3:1 were prepared by addition of 20 bags polyethylene where 20 seeds were planted red mangrove, adding 1 per bag and 20 bags which were planted over 200 seeds of red mangrove, placing 10 seeds per bag. This process generated 1200 red mangrove seedlings, which were planted in reforestation students Laguna Azul Park and the Civic Center Boulevard Cabimas.

**Key words:** mangle, germination, reforestation

## INTRODUCCIÓN

Las actividades realizadas por el ser humano han ocasionado el deterioro y la pérdida de recursos naturales en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM), lo que ha generado un extenso desgaste de la vegetación natural, trayendo como consecuencia la degradación de los suelos y la desaparición de algunas especies de plantas. Los programas de repoblación vegetal requieren de especies capaces de resistir las condiciones de resequeidad, salinidad y/o inundación para su desarrollo en dichos ambientes costeros.

Las especies *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle* presentan una serie de características para ser usadas como especies pioneras en la reforestación de costas, ayudan en el mantenimiento y formación de los suelos, protegen a las costas de la erosión, son fuente de recursos naturales inherentes a su presencia, mantienen el hábitat de especies como moluscos, crustáceos, peces, aves entre otros, protegiendo su ecosistema. En Venezuela la biología y ecología de estas especies ha sido estudiada, mejorando su valoración, con lo que se contribuye a la economía de muchas comunidades costeras en cuanto a la producción de madera, carbón

vegetal, productos de interés farmacológico (desinflamatorios, laxantes, tratamientos de piel, producción de taninos) entre otros (8).

En la actualidad, existen aproximadamente 240.000 Km<sup>2</sup> de manglares en el mundo, pero la tendencia a la reducción de estos bosques es evidente, a pesar de ser considerados como los ecosistemas más importantes del planeta (7), no solo por su labor como refugio o hábitat de especies protegidas o en peligro de extinción, sino como fuente importante de recursos económicos derivados de su explotación sustentable. Dichos ecosistemas costeros han sido evaluados como pioneros en la productividad primaria de las cadenas tróficas, sumideros, transformadores de una multitud de materiales químicos y biológicos, provenientes de desechos sólidos, regulan el microclima, protegen al litoral contra los vientos huracanados, sirven de hábitat, además sustentan un número considerable de especies. Son ecosistemas muy productivos, en términos de biomasa, de especies con esa productividad dependen importantes actividades comerciales (4).

Proporciona protección tanto al medio terrestre como acuático (8, 14). La comunidad

de manglares o ecosistema de manglar es la vegetación arbórea que se localiza en las áreas adyacentes al litoral, colonizando principalmente las desembocaduras de los ríos, costas y esteros, en el llamado ecotono (zona de contacto entre el medio acuático y terrestre). En Venezuela, la extensión cubierta por los bosques de manglar es de unas 200.000 a 300.000 hectáreas. Debido a la heterogeneidad de las costas venezolanas en términos de relieve, clima, oleaje, salinidad, el patrón de distribución de los manglares es irregular (5).

La Costa Oriental del Lago de Maracaibo, COLM, se caracteriza por un clima cálido y seco, con precipitación marcadamente estacional. La vegetación costera es muy escasa, estando representada por algunos pequeños manglares, con algunos restos de bosques secos tropicales y en algunas áreas con pastizales naturales, que constituyen un factor estabilizador de la erosión (10). El Municipio Cabimas del Estado Zulia, está influenciado por las aguas estuarias del Lago de Maracaibo y por la escorrentía del río Mene y sus afluencias. Esta interacción entre diferentes suministros de agua, sedimentos y salinidad provenientes del río y depósito arenoso de origen lacustre ha dado como resulta-

do un paisaje caracterizado por algunos humedales de salinidad variable estacionalmente.

El alto grado de degradación ecológica, requiere de programas de repoblación forestal. El *Conocarpus erectus* (mangle de botoncillo) es una especie ideal para reforestar costas degradadas ya que posee una amplia plasticidad adaptativa a medios de perenne inundación así como ambiente xerófilo costero, tiene gran potencial como recuperador de áreas degradadas en ambientes costeros de mediana a elevada salinidad. El *Rhizophora mangle* (mangle rojo), por ser una especie pionera en la formación de suelos costeros (con profundidades menores a dos metros y con oscilaciones mareales), debido a la gran cantidad de sedimentos que se acumulan en sus raíces adventicias, es ampliamente utilizado para la formación y recuperación de bosques litorales (6).

El desarrollo estructural que alcanza la cubierta vegetal puede ser explicada por la teoría de la "huella energética" la cual establece que la estructura y la complejidad de un bosque son el reflejo de los factores bióticos y abióticos específicos del sitio, los cuales interactúan con la capacidad genética de las especies vegetales que ocupan estos ambientes. La mayor parte

de estos factores en los bosques de mangle varían formando un gradiente, en función de la distancia desde el borde del cuerpo de agua y de los cambios en la topografía del sustrato; creándose condiciones contrastantes para el establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de los manglares en la zona interna, lo cual se refleja en la distribución zonal de las especies y grado de desarrollo alcanzado por la comunidad (4). Se han realizado estudios sobre el ecosistema manglar en el Estado Zulia destacando la descripción fisionómica de las diferentes comunidades de manglar presentes en la cuenca del Lago de Maracaibo (5, 8, 14).

Existe un inventario de las áreas de manglar del Estado Zulia desde un punto de vista forestal, tomando como base fotografías aéreas y reconocimientos de campo, los sectores estudiados fueron Río Limón y Los Olivitos. Los autores determinaron que estos bosques de mangle por lo general son densos, con árboles altos y se observan signos de deterioro por madurez y actividad antrópica. En ese trabajo los autores recomiendan un número mayor de levantamientos estructurales para obtener información completa sobre el estado actual del conjunto que forman los man-

glares (7).

Un diagnóstico de los manglares del sector Río Limón e Isla San Carlos, establece que los usos económicos conseguidos destaca la tala artesanal, apicultura, la pesca y extracción de sal- entre las causas naturales que afectan al sistema están la hipersalinización y la erosión eólica. Los factores antropogénicos más importantes son la construcción de carreteras, tala indiscriminada, desplazamiento del mangle para cultivo de coco y depósito de desechos sólidos (1).

Un estudio del efecto de la reducción del flujo de mareas en la comunidad del manglar ubicado en el caño el Bongo, sector Río Limón e Isla San Carlos, determinó que la reducción del flujo de mareas causado por la construcción de carreteras inducen proceso de hipersalinización del suelo que conlleva a una alta mortalidad de individuos dentro de la comunidad, en esa área se ejecutó un programa experimental para la recuperación de los sitios afectados que consistió en la restauración parcial del flujo de marea por medio del despeje de caños colmatados. Con esto se logró disminuir la salinidad intersticial dentro del bosque de mangle que aun se encuentra vivo en el lugar (2).

El estudio de las condiciones

ambientales del ecosistema de manglar en el sector Caño la "O" de la COLM, afectado por derrames de petróleo, demostró una alta tasa de mortalidad de plántulas de *Rhizophora mangle* con alteraciones en la arquitectura del fuste en árboles adultos. Este proyecto de recuperación sigue en ejecución por parte del ICLAM (3). De igual forma, se ha realizado un inventario florístico con determinación del IVI (Índice de Valor e Importancia) de las especies vegetales en la comunidad manglarina de la Ciénaga Los Olivitos del Estado Zulia (11).

El mangle de Botoncillo, es una de las cuatro especies de mangle que existe a lo largo de las zonas litorales de Venezuela, por lo general, se presenta como una franja en el borde interno de comunidades de manglar (13). Se encuentra frecuentemente asociado con manglares en toda la costa norte de Venezuela, bajo climas marcadamente estacionales. En las planicies salinas costeras la planta crece sometida a niveles de salinidad, especialmente durante la época de sequía (13).

Un aspecto significativo de esta especie, y que se conoce poco en la literatura es que constituye la principal especie fijadora de dunas al este de la península de Paraguaná, (Adíco-

ra, Venezuela). Este comportamiento hace presumir que esta especie es también resistente a la presión de vientos fuertes y constantes, y al spray salino. La succulencia foliar de esta especie es afectada marcadamente por esta condición (9). Por su parte en mangle rojo, es la especie pionera que abre paso a las otras especies, ya que forma nuevo sustrato que permite el desarrollo de otras especies halofíticas de los bosques litorales.

### **Materiales y métodos**

En una salida de campo a la zona costera del Municipio Cabimas, se ubicaron los árboles adultos del *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*, posteriormente se trasladaron a dicho lugar los estudiantes (en este primer caso) y se les impartió una conferencia *in situ* sobre el ecosistema manglarino. Recolectaron semillas de mangle rojo y Botoncillo, mediante técnicas básicas mínimas. En su hogar realizaron pruebas con las cuales determinaron el porcentaje de viabilidad de las semillas.

1) Para mangle botoncillo, se tomaron al azar 100 semillas (desmenuzadas del fruto seco), se lavaron y colocaron en un recipiente con agua de chorro, las semillas que flotaron fueron las viables, con-

tándose para determinar el porcentaje de viabilidad. Se repitió la operación para asegurarse, por lo menos, que al final les lleguen a germinar y crecer unas 15 plántulas.

- 2) En el caso del mangle rojo, se tomaron al azar 10 semillas ubicando las que están en buen estado para la germinación, obteniendo de esa forma el porcentaje de semillas viables. Luego, cada estudiante se llevó 20 semillas para su hogar para sembrarlas en bolsas de vivero de 2 Kg.

Para los ensayos de germinación directa, se colocaron 10 semillas de mangle botoncillo y 10 de mangle rojo en bolsas (una para cada especie) de vivero llenas con una mezcla de abono de río y tierra de jardín, con una proporción de 3:1; para observar el tiempo de germinación y determinar el porcentaje. Adicionalmente se prepararon

20 bolsas de polietileno donde se sembraron las 20 semillas de mangle rojo, colocando 1 por bolsa; y 20 bolsas más donde se sembraron 200 semillas de mangle rojo, colocando 10 semillas por bolsa.

Al poseer suficiente material vegetal por parte de los estudiantes (solo lograron plantas de mangle rojo) se orientó y supervisó a los estudiantes para realizar la reforestación en dos lugares costeros del Municipio Cabimas: Parque Laguna Azul y en Boulevard del Centro Cívico, sembrando un total de 1.200 plantas de mangle rojo. Posteriormente, se analizaron los resultados obtenidos, mediante pruebas de medias y de significativa estadística.

### **Resultados y discusión**

En el cuadro 1 se presenta un resumen con los resultados en porcentajes.

**Cuadro 1**  
Viabilidad y germinación de semillas de mangle

<b>Especie</b>	<b>Viabilidad (%)</b>	<b>Germinación (%)</b>	<b>Establecimiento en Vivero (%)</b>	<b>Cantidad de plantas para reforestar</b>
Rhizophora mangle	95	99	100	1.200
Conocarpus erectus	46	02	0	0

Se tiene que las semillas de *Rhizophora mangle*, tuvieron más éxito que las de botoncillo, por cuanto alcanzaron 95 % y 99 % de viabilidad y germinación respectivamente, en relación al 46 % y 2 % del *Conocarpus erectus*. Esta germinación es superior a la señalada para México, específicamente en las costas de Oaxaca, donde se ha obtenido una germinación de 22 % (9). El bajo porcentaje de viabilidad así como de germinación de las semillas de mangle botoncillo, puede deberse a que no tuvieron tratamiento previo de desinfección, elemento señalado como de importancia en el procesamiento de las semillas de mangle.

Adicionalmente como parte del trabajo, el grupo de 80 estudiantes asistieron a dos talleres, uno sobre el ecosistema manglarino y otro sobre la recolec-

ción, tratamiento y siembra de los manglares. También hubo orientación, supervisión en la reforestación de los lugares seleccionados, sectores costeros del Municipio Cabimas: Parque Laguna Azul y en Boulevard del Centro Cívico. Se sembraron 1.200 plantas de mangle rojo, especialmente en terrenos susceptibles a la erosión.

En esta zona del parque Laguna Azul y Boulevard Centro Cívico de Cabimas, se espera que con el tiempo se produzca un aumento de la biodiversidad floral y faunística, promoviendo un cambio favorable en el microclima local. Adicionalmente con la siembra de estas especies vegetales se mejora la interacción así como la participación de las comunidades costeras, creando conciencia ambientalista para el desarrollo sostenible y la biodiversidad.

### LITERATURA CITADA

- (1) Barboza, F., 1993. Diagnostico de los manglares del sector Rio Limón – Isla San Carlos, alternativa de solución. Instituto para el control y conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo, (ICLAM). Informe interno. Maracaibo.
- (2) Barboza, F. y Narvaez, E., 1995. Efectos de la reducción del flujo de mareas en un bosque de mangle. Instituto para el control y conservación de la Cuenca del lago de Maracaibo, (ICLAM). Informe interno. Maracaibo.
- (3) Barboza, F. y soto, E., 1996. Estudio de las condiciones del ecosistema de manglar Caño la O de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. Instituto para el control y conservación de la Cuenca del lago de Maracaibo, (ICLAM). Informe interno. Maracaibo.

- (4) Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutto P., y Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and the natural capital. *Nature* 387.
- (5) CENAMB, 1998. Centro de Estudios Integrales del Ambiente – Universidad Central de Venezuela – UCV. Paginal Oficial Internet. <http://www.ucv.ve/cenamb>
- (6) Galue. G. y Nucette, N. 1982. Diagnostico de los manglares venezolanos, región Zuliana. Serie Informes Científicos, Zona 5/IC/44. 1982.
- (7) Mitsch, W.J. y Gosselink, J.G., 2000. *Wetlands*. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, EUA.
- (8) Medina E., Romero D., Barboza F. y Narváez E., 2005. Complejo lagunar Gran Eneal – El Guanano – Sinamaica.
- (9) Medina, J., Ramírez M., Trujillo M. 2010. Evaluación de la germinación de semillas de mangle botoncillo, *Conocarpus erectus*, de 3 localidades de la costa de Oaxaca. Primer congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Mérida.
- (10) Pannier F. 1986. Las costas venezolanas: un reto y una oportunidad para la investigación, conservación y gestión ambiental. *Boletín Académico de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* 46, 53-155.
- (11) Romero D. y Villareal A. 2001. Inventario florístico y determinación del IVI (Índice de Valor e Importancia) de las especies vegetales. Programa Investigación de a UNERMB. Centro de Estudios del Lago.
- (12) Smith Jac, Popp M, Cram WJ, Diaz M. Griffiths H., Lee HJS. 1989. Ecology of xerophytic and halophytic vegetation of a coastal alluvial plain in northern Venezuela.
- (13) Tomlinson, P. B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- (14) Williams, M. 1990. *Wetlands: a threatened landscape*. Blackwell, Oxford.

## **Sistema Informático de Gestión del Mantenimiento para Aires Acondicionados**

Information System for Preventive Maintenance Management of air Conditioners

*José Gómez<sup>1</sup>, Johan Ríos<sup>2</sup>*

### **Resumen**

El uso de la tecnología en los procesos de mantenimiento tiene beneficios como evitar trabajos innecesarios, disminuir la pérdida de tiempo y recursos, eficiencia en la asignación de personal, manipulación confiable de datos, alargar la vida útil del equipo, aumentar su tiempo en funcionamiento (disminuir su puesta fuera de servicio) y reducir gastos en reparaciones fuera del presupuesto. El propósito de este trabajo es documentar la realización de un sistema Informático para la gestión del mantenimiento preventivo de aires acondicionados en Instituciones de Educación Universitaria de carácter tecnológico, a partir de software que den soporte al mantenimiento oportuno de los equipos. Se trabajó, como caso de estudio, en el IUTC de Cabimas. El sistema informático se diseñó

Recibido: 09/11/2011 Aceptado: 30/09/2011  
Autor para correspondencia: Mail: gomezjovi@yahoo.com

- 1 Ingeniero en Electrónica, docente adscrito al Programa Ingeniería y Tecnología de la UNERMB en Ciudad Ojeda, cursante de la Maestría en Informática Aplicada del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) de Cuba. Mail: gomezjovi@yahoo.com
- 2 Ingeniero de Mantenimiento Mecánico, docente adscrito al Programa Ingeniería y Tecnología de la UNERMB en Ciudad Ojeda, en la Cátedra Gestión del Mantenimiento, Maestría en Docencia para la Educación Superior de la UNERMB, cursante de la Maestría en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) de Cuba. Mail: johanrios@gmail.com

utilizando el Proceso Unificado de Desarrollo y se programó haciendo uso de software libre.

**Palabras clave:** mantenimiento preventivo, software libre.

### **Abstract**

By using technology in maintenance processes, unnecessary work is avoid, time and resources waste is decreased while the efficiency of the process of staff's assignment is increased. Data is accurately manipulated while equipment life cycle is being got longer and so that expenses are reduced. This work describes an information system for preventive maintenance management of air conditioners in college. This study has been validated at the Technical University Institute of Cabimas (IUT Cabimas). The software was designed by using Unified process development and encoded by using a free software. In this paper, the software's design, implementation and benefits are discussed in details.

**Key words:** Preventive maintenance, free software.

### **INTRODUCCIÓN**

En la informática, la electrónica y las tecnologías de las comunicaciones se está dando un progreso vertiginoso que conlleva a que los procesos administrativos y de mantenimiento se optimicen y automaticen; provocando cambios en los métodos, técnicas y recursos que optimizan el proceso de mantenimiento de equipos electromecánicos al aplicar las actuales tecnologías.

El uso de la tecnología en los procesos de mantenimiento proporciona beneficios tales

como no realizar trabajos innecesarios, disminuir la pérdida de tiempo y recursos, eficiencia en la asignación de personal, manipulación confiable de datos, alargar la vida útil del equipo, aumentar su tiempo en funcionamiento (disminuir su puesta fuera de servicio) y reducir gastos en reparaciones fuera del presupuesto. Esto plantea lo engorroso que es llevar un sistema de mantenimiento sin el uso de un sistema informático para cualquier institución. Además, si no se tienen los datos de los equipos a analizar de manera ordenada, ocurren retardos y fa-

llas para dar respuesta al mantenimiento de los mismos.

Por ejemplo, en el caso de un equipo de refrigeración, el consumo de electricidad en una organización se ve afectado ya que al trabajar un aparato refrigerante en mal estado, se consume mayor cantidad de energía eléctrica debido a que no se le realiza el mantenimiento preventivo de una forma organizada (muchas veces solo por la experiencia de los trabajadores que les compete dicho mantenimiento). Por lo antes mencionado el objetivo de esta investigación es “Diseñar un sistema informático para gestionar el plan de mantenimiento preventivo de aires acondicionados en Instituciones de Educación Universitaria de carácter tecnológico”.

Este artículo está estructurado fundamentalmente en las secciones siguientes: mantenimiento, mantenimiento preventivo, sistemas informáticos de gestión de mantenimiento que existen en el mercado, mantenimiento de aires acondicionados, sistema informático propuesto, análisis de los resultados, entre otros.

### **Mantenimiento**

Se define el término de mantenimiento como: “La combinación de todas las acciones

técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas” (1). Según la norma COVENIN 3049, “Es un conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un SP (Sistema Productivo) a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado” (2). Tomando en cuenta las anteriores definiciones, se considera al mantenimiento como el conjunto de acciones las cuales permiten conservar o reparar un equipo a fin de que cumpla con sus funciones específicas.

El mantenimiento, aparte de mejorar la calidad del producto y aumentar la disponibilidad de los equipos, tiene los siguientes beneficios:

- Disminuye tiempo de fallas.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Aumenta la eficacia del servicio como consecuencia de una mayor coordinación.
- Mejora las condiciones ambientales y laborales.

Por otra parte, los objetivos del mantenimiento deben alinearse con los de la organización, por lo cual deben ser específicos: maximizar la producción; minimizar los costos; mantener las protecciones de seguridad en los equipos, a

fin de evitar los accidentes; implicar al recurso humano en las técnicas de calidad y obtener su participación (3).

Así mismo, la norma COVENIN 3049, establece el objetivo del mantenimiento como: “Mantener un SP (Sistema Productivo) en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigida en empresas de servicio a un costo global óptimo” (2). Es decir, la importancia del mantenimiento radica en la disminución de fallas, aumento de la vida útil de los equipos, disminución del retrabajo, aumento de la eficiencia del servicio y ahorro de dinero.

### ***Mantenimiento Preventivo (MP)***

Se define como el mantenimiento que reciben los equipos preventivamente con anterioridad a una posible rotura o mal funcionamiento; casi siempre para calcular la frecuencia de estos mantenimientos se tienen en cuenta las sugerencias de los fabricantes (4). En este sentido, el mantenimiento predictivo suministra los parámetros para la ejecución, a través de los medios y métodos, del mantenimiento preventivo de acuerdo a lo pau-

tado en los manuales del fabricante. Por otro lado, las fases del mantenimiento preventivo (en forma general) que se deben ejecutar en una institución, se observan en el siguiente diagrama de la figura 1.

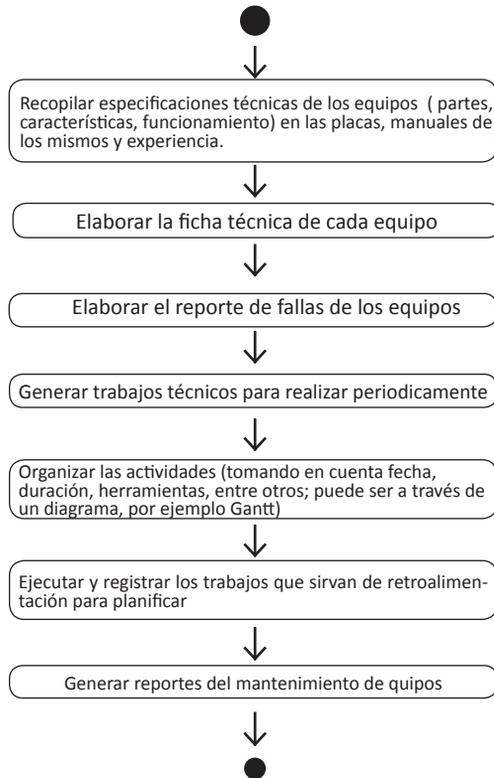
### ***Consideraciones del Mantenimiento Preventivo***

Después de haber estudiado el mantenimiento preventivo de los equipos, se asumen los siguientes puntos:

- Una estrategia para reducir en costos de equipos y de flujo eléctrico para cualquier empresa o institución es implementar un mantenimiento preventivo de equipos, ya que esto permite alargar la vida útil de los mismos y por otro lado bajar el consumo eléctrico al mantener equipos de eléctricos funcionando en buenas condiciones.
- Ayuda a evitar fallas que en los equipos que pueden provocar el paro o mal funcionamiento de los mismos, al realizar rutinas de inspección periódicas para ajuste, lubricación o cambio de piezas según los manuales del equipo o experiencia de los trabajadores de mantenimiento de refrigeración.
- Disminuye el trabajo al saber con precisión cuáles son

**Figura 1**

Diagrama de Actividad de las fases del Mantenimiento Preventivo



**Fuente:** Gómez José, 2011(adaptado de entrevista a Díaz, Hernández y

Ríos)  
los equipos y sus partes a los cuáles ya se les aplicó el mantenimiento preventivo y a cuáles faltan por aplicar este mantenimiento.

- Aumenta la eficacia del servicio como consecuencia de una mayor coordinación.
- Mejora las condiciones ambientales y laborales.
- Un sistema informático ayudaría a agilizar las tareas del mantenimiento preventivo al tener datos actualizados de los equipos, sus exigencias (de mantenimiento) y del personal encargado del mantenimiento.

***Sistemas informáticos de gestión del mantenimiento preventivo que existen en el mercado:***

- **MacWin (Mantenimiento Asistido por Computadora sobre Windows)** versión 2.3.01, es una herramienta informática, concebida para ayudar en la resolución de problemas técnicos y de gestión de mantenimiento. En conjunto es un método **GMAC (Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadora sobre Windows)** simple y sistemático de organizarse, estructurar la información y analizarla para contribuir (desde el mantenimiento) a una mejora continuada de la competitividad de la empresa (5).
- **MP software (Software de Mantenimiento Preventivo)** versión 9, se encarga de informar oportunamente sobre los trabajos de mantenimiento que deben realizarse, generando historiales que permiten medir el desempeño de mantenimiento y tomar acciones para mejorarlo. Sin importar el tamaño de la empresa, su versatilidad permite implementarlo en cualquier lugar en donde haya **equipos, maquinaria e instalaciones** sujetas a mantenimiento; por ejemplo:

industrias, constructoras, hoteles, hospitales, flotillas, empresas de servicios, entre otras. Es decir, es un software para el control de mantenimiento **preventivo de equipos, vehículos, inmuebles, entre otros** (6).

- **MAINSAYER (Sistema Computarizado para Administración y Control de Mantenimiento)** versión 11.5, es un Sistema Computarizado para Administración y Control de Mantenimiento de la Industria Manufacturera, Hospitales, Universidades y Empresas de Servicios. Es decir, permite dar **mantenimiento de activos tales como: máquinas, equipos, vehículos, instalaciones, entre otros**. Modular e Integral, dirigido al usuario final con enfoque sobre la Gestión de Mantenimiento (7).
- **MS2000(Sistema de Administración de Mantenimiento por Computadora)**, es un sistema de Administración de Mantenimiento por Computadora (SAMC) diseñado para proveer a los administradores de mantenimiento con las herramientas necesarias para reducir tiempos, maximizar productividad, incrementar la vida útil de equipos, reducir costos en general y simplificar el

proceso de mantenimiento. Ofrece una fácil captura de datos y navegación, lo que permite al usuario manejar fácilmente órdenes de trabajo, calendarizar mantenimientos, controlar inventarios y presupuestos, crear órdenes de compra, rastrear activos e identificar servicios de mantenimientos postergados (8).

Los sistemas computarizados estudiados pueden gestionar el mantenimiento preventivo a equipos de índole general, incluyendo a los aires acondicionados. Sin embargo, no se encontró un sistema informático que gestionara el mantenimiento preventivo de aires acondicionados atendiendo las especificidades del IUTC (reportes de equipos a los cuales se les realizó o realizará mantenimiento en un día – sin dejar de impartir clases a los estudiantes que coinciden con estos servicios-, históricos de indicadores para gestionar el mantenimiento de los aires acondicionados -con sus unidades específicas-, personal asignado, descripción del mantenimiento, partes cambiadas, partes reparadas, cantidad de equipos que se les hizo o se les hará mantenimiento en un día, entre otras).

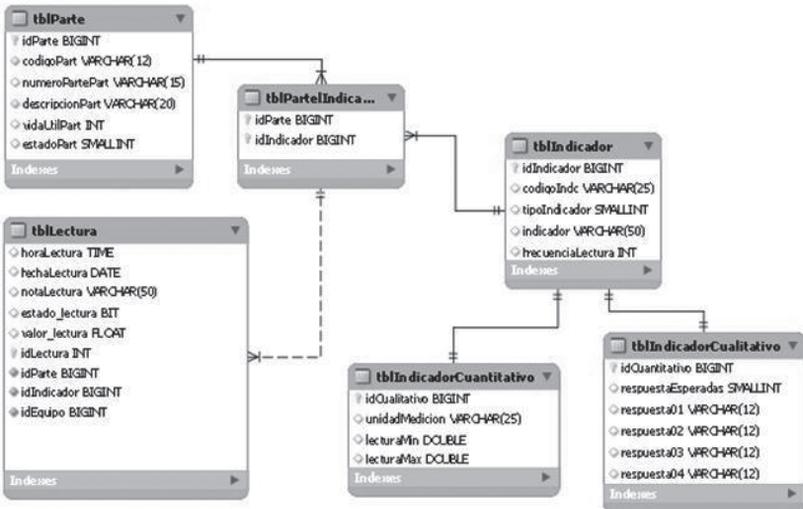
### ***Equipos de aires acondicionados***

Un sistema de aire acondicionado debe proporcionar en un ambiente condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento del aire, calidad del aire, ventilación y nivel acústico o sea la consecución por parte de los ocupantes de dicho ambiente de la sensación de confort (9).

El sistema informático puede gestionar la medición de los indicadores que ayudan a gestionar el mantenimiento preventivo de los aires acondicionados y otros que puedan surgir, ya que un usuario determinado del software puede registrar y actualizar los datos de dichos indicadores del tipo cuantitativo (a través de un rango de lecturas del mismo) o cualitativo (a través de respuestas que implican el estado de mismo como malo, bueno o bien, regular, dañado) para generar un histórico de las lecturas y estados de los indicadores que ayude al experto en mantenimiento a determinar la frecuencia de mantenimiento adecuada de cada equipo en la realidad (su desempeño en campo), lo cual hace flexible al sistema informático al datarse a entornos cambiantes. Ver Figura 1.

**Figura 2**

Tablas de la Base de Datos relacionadas a los Indicadores para el MP.



Fuente: Gómez José, 2011.

### **Mantenimiento preventivo de los aires acondicionados**

Para realizar el mantenimiento preventivo de los aires acondicionados se debe ejecutar en forma general las siguientes actividades:

- Recolectar las especificaciones técnicas de los equipos (partes, características, funcionamiento) en las placas, manuales de los mismos y experiencia de los expertos.
- Elaborar la ficha técnica de cada equipo.
- Elaborar el reporte fallas de los equipos.
- Monitorear indicadores

como:

- Horas o días de servicio del equipo, el cual nos sirve para saber en qué momento se debe realizar el mantenimiento preventivo.
- Voltaje de la unidad compresora.
- Amperaje de la unidad compresora.
- Estatus del motor ventilador.
- Estatus de los capacitores (temperatura y humedecimiento).
- Estado de los cables.
- Vibración.
- Ruido.
- Lubricación.

- Presión de alta y baja.
- Capacidad Frigorífica del equipo.
- Pintura.
- Con los datos brindados por las actividades anteriores determinar la frecuencia de mantenimiento del equipo.
- Asignar el personal para dicho mantenimiento.

Entre los servicios de mantenimientos que se deben realizar a los aires acondicionados periódicamente podemos nombrar:

- Limpieza o pintura de gabinete y equipo.
- Verificar la presión de gas refrigerante lado alta y lado baja.
- Inspección de purgas.
- Pruebas de fuga.
- Lavado y limpieza de bandejas, serpentines, ventiladores y filtros de aire.
- Serpentines evaporadores y condensador.
- Verificar correcta operación del drenaje.
- Limpieza de contactores eléctricos y tableros de control (módulos y tarjetas electrónicas).
- Inspección y limpieza de sensores.
- Verificación de operación del termostato.
- Limpieza, ajuste o retiro de terminales.
- Coraza del motor y sus venti-

las de aire.

- Verificar que se encuentren bien apretadas las conexiones eléctricas y mecánicas.
- Lubricación de rodamientos, abanicos.
- Verificación de tensiones y corrientes eléctricas de alimentación del equipo.
- Medir la corriente eléctrica consumida por el motor y motocompresor, el valor debe corresponder a los datos indicados en placa o de acuerdo a la capacidad del equipo.
- Sustituir partes misceláneas menores como: tornillos, arandelas, remaches, tuercas o accesorios de sujeción, pegamentos, etc. dañados o faltantes. (o Ajustar en el caso requerido).
- Sustituir componentes con riesgo de dañarse a corto plazo y que pongan en riesgo la operación del equipo.

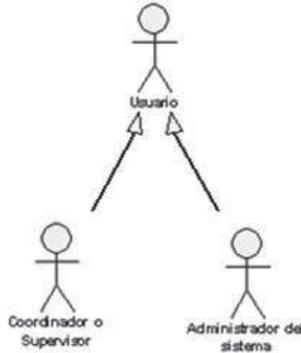
### ***Propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo (MP) utilizando las TIC***

#### **Desarrollo del Sistema Informático**

En el diagrama de la figura 2 se referencia la relación existente entre los actores del sistema propuesto (Ver además Tabla 1). También en la figura 3,4 y 5 se muestra los diagramas de casos de usos donde se representan

las responsabilidades fundamentales que desempeñan los usuarios del sistema.

**Figura 2**  
Diagrama de Actores



**Fuente:** Gómez José, 2011.

**Tabla 1**  
Actores del sistema

<b>Actor</b>	<b>Justificación</b>
Usuario	Actor genérico el cual tiene funciones comunes a otros actores, es decir, que los otros autores heredan de él.
Administrador del sistema	Es aquel que se encarga de mantener toda la información necesaria para el funcionamiento del sistema (servicios de mantenimiento, equipos y partes, usuarios y trabajadores de mantenimiento).
Coordinador o Supervisor	Es quien atiende recibe el memorándum para registrar el servicio a realizar. Utiliza el sistema para el trabajo cotidiano de gestión de mantenimiento preventivo de los aires acondicionados del ITUC.

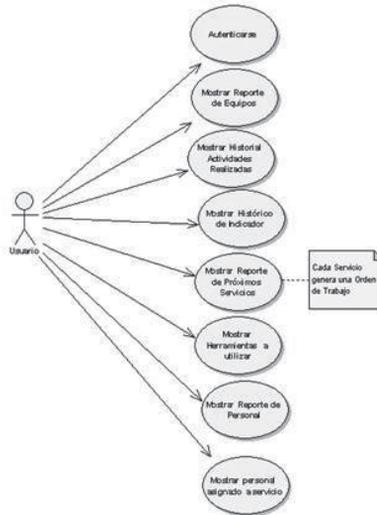
• **Artefacto “Diagramas de CU del sistema”.**

El modelo de CU del sistema toma en cuenta la lista de características, es decir, los CU del

sistema son los requisitos funcionales aprobados para “automatizar”. Ver Figura 3, 4 y 5.

En la figura 4 “Gestio-

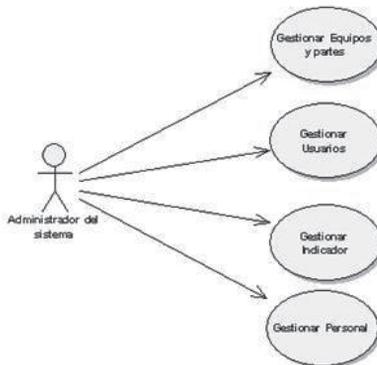
**Figura 3**  
Diagrama de CU para el actor Usuario



**Fuente:** Gómez José, 2011

nar” significa inserción, modificación, consulta y eliminación. **Resultados**

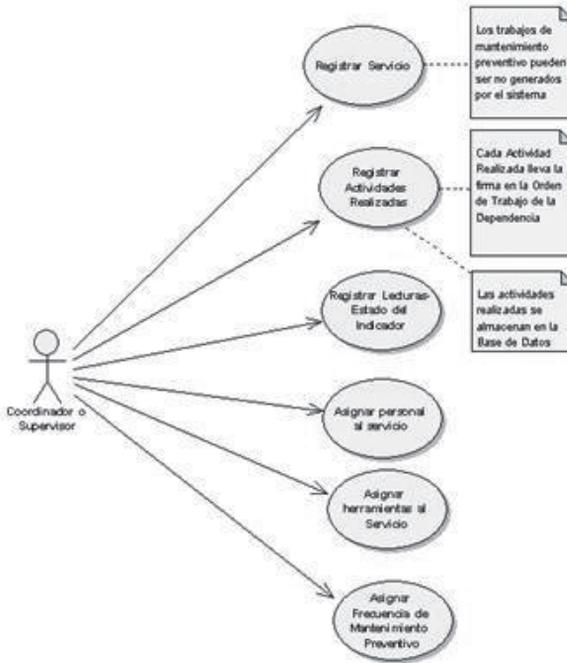
**Figura 4**  
Diagrama de CU para el actor Administrador del sistema.



**Fuente:** Gómez José, 2011

**Figura 5**

Diagrama de CU para el actor Coordinador o Supervisor.



**Fuente:** Gómez José, 2011

Basado en el estudio del estado del arte en desarrollo de sistemas de mantenimiento y las experiencias acopiadas con relación al mantenimiento en el IUTC de Cabimas fue posible diseñar un sistema informático que respondiera a las necesidades actuales de una institución de educación universitaria de carácter tecnológico.

La siguiente tabla resume los elementos que caracterizan la solución propuesta.

## CONCLUSIONES

- El mantenimiento preventivo permite el ahorro de recursos económicos (costos), de tiempo, energéticos (electricidad) y humanos para una empresa. Con él es posible evitar las fallas, realizando simples rutinas de inspección, ajuste, lubricación o cambio de piezas menores.
- Un sistema de mantenimiento preventivo por computadora

**Tabla 2**  
Indicadores del Sistema Informático

Indicadores	Sistema Informático
Base de Datos para almacenar datos de los equipos y sus partes	SI
Inclusión de áreas de operación, equipo y partes	SI
Inclusión del personal de mantenimiento para realizar el mismo	SI
Uso de un algoritmo para asignar el personal de mantenimiento	NO
Monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos	NO
Librería de los procedimientos del mantenimiento preventivo y Manuales de mantenimiento de los equipos digitalizados	NO
Entrenamiento del uso del sistema informático	SI
Generación de órdenes de mantenimiento preventivo y estado	SI
Frecuencia de la revisión del equipo y sus partes por fecha y uso	SI
Herramientas para realizar el MP de los equipos y sus partes	SI
Sistema de compras técnicas o cálculo de abastecimiento	NO
Peticiones vía Internet	NO

**Fuente:** Gómez José, 2011

permite organizar, acceder y mantener al día la información para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, lo cual contribuye de manera significativa a garantizar una continuidad en los procesos de operación del

equipo, además de prolongar la vida útil de los mismos.

- En el mercado existen sistemas informáticos de mantenimiento preventivo, los cuales tienen tareas comunes en cuanto a: planificación de recursos (tanto material como

- humano), crear históricos, generar reportes, manejo de inventario, entre otros; aplicables al mantenimiento preventivo para aires acondicionados de forma general, sin tomar en cuenta los requerimientos específicos del IUTC.
- Se ofrece solución para la gestión del mantenimiento preventivo de los aires acondicionados del IUTC a través de un sistema informático.
  - Se describen las características del software propuesto, utilizando la metodología RUP, la cual usa a su vez UML.
  - La propuesta satisface también los requerimientos del IUTC, en cuanto al mantenimiento preventivo de los aires acondicionados.

### RECOMENDACIONES

- En base al estudio realizado se sugiere la aplicación de algoritmos de asignación para determinar el personal que ejecutará el mantenimiento preventivo a determinado equipo y sus partes.
- Debe existir una relación o conexión de la base de datos que lleva el horarios de los alumnos o clases de los profesores por aula con el sistema gestor del mantenimiento preventivo para que los cursos donde se encuentren aires acondicionados a realizar mantenimientos en un día y hora específica, se les pueda asignar a otras aulas o auditorios disponibles (según las aéreas físicas de la institución y dichos horarios).
  - Se debe tomar en cuenta las especificaciones de los fabricantes del equipo, el historial de los indicadores que maneja el sistema gestor del mantenimiento preventivo y la experiencia de expertos en el área de mantenimiento para establecer la frecuencia del mantenimiento preventivo más recomendable para el aparato y sus partes.

### LITERATURA CITADA

- (1) (1) Duffuaa, S. y otros. 2000. *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. Limusa. México.
- (2) COVENIN 3049. 1993. *Mantenimiento-definiciones*. Ed. Fondonorma
- (3) Torres L. 2005. *Mantenimiento su implementación y gestión*. SEGUNDA EDICION. Universitas. Argentina.
- (4) González A. 2006. *Planificación Inteligente del mantenimiento de Equipos Médicos*. Tesis presentada en opción al título de Máster en Informática Apli-

- cada. CUJAE. Diciembre.
- (5) MacWin. 2003. Centro de Estudios Innovación y Mantenimiento (CEIM). Ciudad de la Habana. CUBA. Disponible en: [http://ceim3w.cujae.edu.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7:gestion-del-mantenimiento-asistido-por-computadora-sobre-windows&catid=4:productos-y-marcas&Itemid=3](http://ceim3w.cujae.edu.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=7:gestion-del-mantenimiento-asistido-por-computadora-sobre-windows&catid=4:productos-y-marcas&Itemid=3)
  - (6) MP software. 2008. Técnica Aplicada Internacional, S.A. México. Disponible en: <http://www.mpsoftware.com.mx/>
  - (7) Mainsaver Inc. (USA). 2010. Disponible en: <http://www.jbsystems.com/>
  - (8) MS2000. 2006. RQ Consultaría Técnica. Disponible en: <http://www.rqct.com/ms2000p.htm>
  - (9) Peña, José. 2007. Especificaciones Generales y técnicas para el servicio de mantenimiento preventivo de los equipos de aire acondicionado, refrigeración y ventilación formada de los edificios Pawa, Torre Sur, Torre Olimpia, Star Milagro Rampa 4, Instituto de Estudios Energéticos y la Campiña. Trabajo de aplicación profesional para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal.

## **Propuesta técnica y metodológica para el abordaje estructural en la investigación científica y la investigación tecnológica**

Technical and methodological proposal for the structural approach to the scientific and technological research

*Idana Berosca Rincón Soto\**

### **Resumen**

El presente artículo tiene por finalidad explicar las diferencias técnicas y metodológicas que existen entre investigación científica e investigación tecnológica, con el fin de proponer un modelo para la realización de proyectos de investigación, contribuyendo con un aporte en las dimensiones implícitas en tan complejo y amplio tema. La importancia de distinguir entre varios aspectos conceptuales, técnicos y metodológicos es precisar los detalles que debe conllevar a cada tipo de investigación, considerando que ambas deberían asumirse como una “modalidad”. Metodológicamente se abordó con técnicas de análisis reflexivo, estableciendo analogías, comparaciones, bajo un análisis cualitativo permitiendo exponer conclusiones relevantes para la praxis investigativa. Finalmente, se concluyó, que es indispensable lograr una precisa y clara distinción en el abordaje metodológico de ambas modalidades de investigación, ya que en la elaboración y propuestas de proyectos bajo un

Recibido: 31/08/2011 Aceptado: 15/10/2011  
Autor para correspondencia e-mail: beroskars@hotmail.com

\* Economista, Maestría en Gerencia Pública, Especialista en Metodología de la Investigación.

concepto tecnológico, se sigue muchas veces una metodología rígida, inflexible y poco creativa, con patrones sumidos en la investigación científica, centrado en estructuras esquemáticas que rigen la metodología en la Ciencias Sociales. No obstante, consiguiendo definir una estructura metodológica, se incrementarían conocimientos tecnológicos que demanden los sectores públicos y privados, accesibles a todo el sistema social, cimentar ideas e iniciativas que promuevan la creatividad, la invención y la innovación, obteniendo resultados productivos para cada investigación en particular.

**Palabras clave:** Metodología, investigación, ciencia, tecnología, innovación.

### **Abstrac**

This article aims to explain the technical and methodological differences between scientific and technological research in order to propose a methodological model for research projects, contributing to a contribution in the dimensions that underlie complex and broad topic. The importance of distinguishing between various conceptual, technical and methodological is the detail that should lead to each type of investigation, considering that both should be assumed as a "model". Methodologically addressed with techniques of reflective analysis, drawing analogies, comparisons, allowing a qualitative analysis under present conclusions relevant to the research. Finally, he concluded, it is essential to an accurate and clear distinction in the methodological approach of both types of research, as in the development and project proposals under a technological concept, the methodology is often a rigid, inflexible and uncreative with patterns mired in scientific research, focusing on schematic structures that govern the methodology in the social sciences. However, work out a consistent methodological framework, will increase the technological expertise that demand the public and private sectors and accessible to all actors in the social system, in addition to cement ideas and initiatives that promote creativity, invention and innovation, obtaining production results for each particular investigation.

**Keywords:** methodology, research, science, technology and innovation.

## INTRODUCCIÓN

Repetidas veces se alude que "...independientemente del nombre, estamos viviendo la más grande revolución que haya conocido la humanidad hasta el momento... Y más allá de las visiones que muchos analistas tengan sobre la era postmoderna, ciertamente el hombre en la actualidad protagoniza una nueva revolución: La Revolución de la Información" (7). En palabras similares "el verdadero recurso dominante y factor de producción absolutamente decisivo, ya no es el capital, ni la tierra, ni el trabajo, **es el conocimiento**" (1). Los países que aspiran competir en los nuevos espacios económicos tienen que dar atención preferente a la formación de talento humano del más alto nivel, al desarrollo científico, al progreso tecnológico y a la acumulación de información, todo lo cual significa priorizar las políticas e inversiones en educación, ciencia, tecnología e investigación. La tecnología es justamente el medio que ha permitido responder cada vez mejor a las necesidades humanas facilitando y simplificando procesos.

La investigación, en sus ejes más importantes **ciencia-tecnología**, ha configurado toda disciplina y toda condición humana las visiones y percepcio-

nes en cada espacio-tiempo, constituyendo un vínculo evolutivo en la sociedad hacia la innovación. La tecnología es justamente el medio que ha permitido responder cada vez mejor a las necesidades humanas facilitando y simplificando procesos. Al respecto, "...la tecnología es la que precisamente ayuda al progreso de la humanidad [...] Cada revolución tecnológica provoca transformaciones fundamentales que conllevan al mejoramiento de la vida de los seres humanos" (7).

Algunas de las múltiples justificaciones para el abordaje de este tópico, se centra en el impacto que cada vez más tiene la tecnología sobre el desarrollo mundial, en ámbitos económicos, políticos, educativos, militares, médicos, sociales, culturales, entre muchas más. Siendo así, uno de los compromisos fundamentales de las instituciones de educación superior es el desarrollo de las capacidades necesarias de los profesionales que impulsaran día a día la dinámica evolutiva. Todo ello en conjunción, con los sectores industrial, empresarial, estatal, los cuales a través de políticas privadas y públicas de inversión, difusión y promoción garantizarán el efecto positivo de los resultados que surjan de las casas de estudios. Sin embargo, la tarea no es sen-

cilla, la transformación debe ser emprendida desde la educación temprana (hología), con una concepción trascendente en el pensar y el actuar del ser humano, ya que de allí se reafirman valores como la motivación, el interés y la responsabilidad que tiene cada uno como compromiso con la sociedad.

Sin embargo, pese a la relevancia fundamental de este tema, los problemas que persisten en muchos países y en la mayoría de las instituciones educativas, radica en no estar aun preparados, mucho menos consolidados en la experticia para la creación de nuevas tecnologías (12).

Por las razones expuestas, en el presente artículo se parte de la reflexión, sobre las relaciones y sinergias que surgen entre la investigación, la ciencia y la tecnología en aras de la producción e innovación en los países como eje y motor que dinamiza constantemente el crecimiento económico y el desarrollo humano. Sin embargo, se aborda dentro de un proceso centrado en el área de la ingeniería, por ser una disciplina que impacta directamente en los avances mundiales.

La importancia de distinguir entre varios aspectos conceptuales, técnicos y metodológicos, entre otros, es precisar los detalles que debe conllevar a

cada tipo de investigación, considerando que ambas se asumen como una “modalidad” cuyo referente no se ha abordado en profundidad por expertos en la materia, y precisamente se quiere aportar un enfoque para detallar en pro de definir mejor los conocimientos subyacentes en el área metodológica, y contribuir con ello a ir perfeccionando cada vez más el dominio operativo en el momento de desarrollar investigaciones.

### ***Investigación, ciencia, tecnología e innovación***

**La investigación** es un proceso sistemático, organizado y objetivo, cuyo propósito es responder a una pregunta o hipótesis y así aumentar el conocimiento y la información sobre algo desconocido. Todo proceso de investigación es producción de conocimiento y dicha producción ocurre porque existe una situación que no satisface ciertas condiciones y ella, en sí misma, es fuente de información para iniciar un proceso de investigación que la cambie, transforme o modifique (6). De una manera más concreta el investigador lo que busca es la solución a ‘problemas’. Tomando en cuenta la diferenciación entre ‘*problemas pragmáticos*’ y ‘*problemas cognitivos*’ se puede establecer la

relación entre problema y tipo de investigación.

Por su parte, **la ciencia** es un estilo de pensamiento y de acción: precisamente el más reciente, el más universal y el más provechoso de todos los estilos (3). Este modo de pensamiento y de acción configura un campo de actividad que comprende el resultado del esfuerzo de “descubrir las leyes de formación y cambio de los hechos del mundo, en su verificación experimental y en su aplicación o uso para la utilidad humana”. Así definida, la ciencia pone de manifiesto su cualidad de producto del proceso de investigación, a la vez que la mención de su utilidad denota la identificación de esta concepción de ciencia con la visión humanista de la investigación; pero además vincula orgánicamente la ciencia y la tecnología, puesto que la tecnología es el sistema de conocimientos producidos por la investigación científica para controlar y transformar estados de los procesos, instituciones u objetos, y para diseñar, planear, operar y mantener situaciones o artefactos.

En ese sentido, etimológicamente, **tecnología** significa “ley o tratado de la técnica” porque se compone de los términos *techne* (técnica) y *logos* (ley o tratado). Según Mc Anany, la

tecnología es “el resultado de una aplicación racional de principios científicos y de ingeniería a la invención y la manufactura de una herramienta destinada a lograr ciertas tareas específicas” (5). La tecnología es una estructura de instrumentos, técnicas y procedimientos que emplea el conocimiento científico para controlar, transformar o crear determinados objetos o procesos con la finalidad de descripción y producción, tanto de problemas referidos al ámbito y/o a las soluciones orientadas en el mismo orden. La tecnología es un tipo de conocimiento científico aplicado con la intención de mejorar rutinas concretas, sobre todo en áreas pragmáticas como el sector industrial, por ejemplo, dado el caso en la ingeniería como disciplina.

La investigación tecnológica comprende con mayor énfasis la transformación, cuyo fin es obtener conocimiento para lograr modificar la realidad en estudio, persiguiendo un conocimiento práctico (5). “Como resultado de una investigación tecnológica se obtienen conocimientos que establecen con detalle: acciones, requisitos, características, diseño, materiales, costos, responsables, métodos, instrumentos, y demás circunstancias, que describen el qué y el cómo, con lo que se promueve el logro

de los objetivos, generalmente predeterminados en el área de producción” (9).

Puede concebirse entonces **la ciencia-tecnología y la investigación científica-tecnológica** en dos extremos, investigar (ámbito científico) y transformar (ámbito tecnológico), el resultado implica un nuevo estado en el objeto de estudio. No obstante, la investigación tecnológica constituye un conocimiento aplicado y de uso práctico de manera inmediata, concretada en inventos, diseños, innovaciones, generalmente todos negociables para el sector productivo, en ámbitos de extracción y transformación, como los relativos a la prestación de servicios como lo son las universidades, centros de investigación, sectores turísticos, hospitales, entidades financieras, industrias de ingeniería, arquitectura, entre otros.

Desde el punto de vista técnico y metodológico, el quehacer investigativo en la dimensión tecnológica es más instrumental, procedimental y pragmático que en el quehacer científico, cuyo objeto de estudio es más cognoscitivo; “la formulación de un problema, la elaboración de un marco teórico, el diseño de hipótesis, la comunicación de resultados, presentan rasgos distintivos, en los que hay

que referir deben precisarse en mayor detalle, sin embargo, un paso clave para promover este tipo de investigación es generando reflexión” (9).

Aunado a lo anteriormente expuesto, el concepto de innovación, en las ciencias y particularmente desde el área de la ingeniería cuya definición del término alude que (2):

*Repensar la actuación, reflexionar sobre la acción que se hace con la máquina que se observa el trabajo realizado, es pensar en los objetivos que se deberían alcanzar con ese trabajo, es procurar las posibilidades de disponerse al alargamiento de la funcionalidad de la máquina. En la medida en que a una máquina o a un sistema se le agregan nuevos elementos, nuevos componentes; se piensa en obtener de ella nuevas funciones, es decir, su manejo se practica reflexionando sobre ella, se puede decir que se está ante la presencia de un espacio-objeto para la investigación tecnológica (2006:57).*

A estas argumentaciones se agrega que la concepción innovadora en el campo científico y tecnológico, que no partiendo de la reflexión, de la búsqueda por mejorar, de la praxis ensayística previa para plantear una propuesta sólida, sin estos aspectos no se podrían sustentar los proyectos con visión innovadora, con visión tecnológica.

Por su parte, la innovación en el uso de estrategias poco convencionales, es sin duda, un campo del cual podrán obtenerse valiosos resultados para el docente en su rol de investigador, y para el estudiante al obtener el aprendizaje por vías más creativas, vivenciales y significativas (13). En efecto, un análisis de las tendencias innovadoras de la educación superior (17), revela que uno de los elementos claves para reinsertarse favorablemente en una economía mundial abierta radica en el mejoramiento substancial de la competitividad. Evidentemente, que la competitividad implica progreso técnico y no hay avance tecnológico sin desarrollo científico y, a su vez, éste depende de un sistema educativo de alta calidad.

En este sentido, el proceso de innovación tecnológica abarca cuatro fases: la investigación, el desarrollo tecnológico, la aplicación y adopción, y el perfeccionamiento. Así mismo afirma que la investigación, dentro de este proceso tiene dos etapas: la investigación básica y la investigación aplicada (12).

Sabiendo que la investigación es la actividad de búsqueda que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica, que tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas

científicos, filosóficos y empíricos-técnicos desarrollados mediante un proceso; entonces puede decirse que la investigación científica es la búsqueda intencionada de conocimientos o soluciones a problemas de carácter científico; el método científico indica el camino que se ha de transitar en esa indagación y las técnicas precisan la manera de recorrerlo. Existen tres conceptos que actualmente generan ambigüedad, y citando a Facundo (1999:24) atribuye total claridad y sencillez a dichos términos: técnica, ciencia y tecnología. En ese sentido (16), explica que:

*La ciencia y la tecnología suscitan cambios en los métodos de producción, así como en el modo de vida, en el bienestar y en la manera de pensar y de comportarse de las personas, que son aspectos básicos en el desarrollo de una sociedad [...] las técnicas se refieren desde sus orígenes a la producción de cosas a hacer algo, a la habilidad para hacer cosas, que implica un conocimiento empírico de cómo hacerlas.*

No obstante, la habilidad de hacer las cosas es cada vez más compleja con el transcurrir del tiempo; por tal razón, aparece en la academia, en la industria, la figura del llamado “tecnólogo”, el cual se define “como aquella persona que combina dos tipos

de conocimientos”, el científico y el técnico (16). A su vez, “el tecnólogo responde a aquellas personas que no solamente saben el por qué de las cosas en determinadas áreas, sino además saben cómo hacerlas. Es en dicha interrelación que aparece el término “tecnología”, haciendo relación a un grado más avanzado de conocimiento, corresponde al conocimiento de una técnica, de cómo hacer las cosas fundamentado sobre bases científicas.

A su vez, mientras que la ciencia hace referencia exclusiva a la generación de conocimientos nuevos a través de la investigación, la tecnología mediante la aplicación de la técnica buscan nuevos descubrimientos derivado de los conocimientos producto de investigaciones científicas, es decir, la técnica, la ciencia y la tecnología se diferencian por los objetivos que persiguen sobre todo en la forma de hacer las cosas, todas para la satisfacción de las necesidades humanas, mientras la tecnología busca producir bienes y servicios, la ciencia pretende responder y entender la naturaleza y la sociedad, estando ambas estrechamente vinculadas y relacionadas entre sí (16).

Cabe señalar que bajo esas acepciones, la fusión de la ciencia y la tecnología implican el vínculo entre “el saber y el ha-

cer”. Significa ello, que se debe conocer y saber para poder hacer o aplicar el conocimiento, como también se pueden expresar y explicar los procedimientos de lo ya hecho o conocido para generar nuevos conocimientos. Ante tal circunstancia, es relevante afirmar que la base académica está sustentada y subyace en los criterios educativos que subyacen en los currículos en las instituciones de educación superior, en la actualidad la proyección debe hacerse bajo un enfoque de currículo por competencias, donde no sólo se generen conocimientos y se transmitan conocimientos, sino que más allá, se transfieran, se desarrollen las habilidades, destreza cognitivas y procedimentales para poder estimular la actitud creativa, innovadora e investigativa en la comunidad científica que dinamizan las instituciones educativas.

La investigación tecnológica en las disciplinas de la ingeniería presenta un conjunto de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación y la evaluación de la investigación tecnológica pueden ser utilizadas como un instrumento para fomentar la innovación. Como innovación tecnoló-

gica se designa la incorporación del conocimiento científico y tecnológico, propio o ajeno, con el objeto de crear o modificar un proceso productivo, un artefacto, una máquina, para cumplir un fin valioso para la sociedad (10). Generalmente la investigación tecnológica comprende un proceso que se rige por la invención, el diseño y la innovación como resultado.

No obstante, la investigación tecnológica el diseño no es definitivo, en el sentido que no hay, en general, una única solución «correcta» para un problema de diseño que pretenda alcanzar un fin predeterminado (4). Por ello en ingeniería no puede pensarse como una ciencia exacta, rígida, metódica o mecánica, siempre queda la posibilidad de mejorar el diseño, de innovar constantemente, de cambiar, de evolucionar, de perfeccionar (4).

Desde un punto de vista tecnológico las condiciones de realización de un diseño son de dos tipos: material y operacional; por ello, todo proyecto factible (un tipo de investigación utilizado en proyectos y trabajos de ingeniería como estructura metodológica) debe contener como parte de la propuesta y derivado del estudio y de los resultados obtenidos, el análisis de ren-

tabilidad técnica, económica y operativa correspondiente, de manera asegure tanto su factibilidad como su viabilidad, de lo contrario el proyecto factible deja de ser factible y se queda en un simple diseño o propuesta. Con respecto a este tema, también se difieren en muchos aspectos, y que son conducentes a mala praxis en investigación en el campo de la ingeniería, no abarcando en plenitud el abordaje metodológico ni técnico.

Los proyectos factibles, el resultado puede ser la concreción de una invención o la mejora de un diseño. Una invención introduce una novedad técnica que puede afectar a los componentes, al sistema o a la estructura de la técnica. La modificación de técnicas previamente conocidas y su composición en técnicas más complejas es quizá la fuente más importante de novedad en la historia (10). Es por ello que las innovaciones exitosas son una consecuencia de una relación conjunta y fecunda entre las actividades y las capacidades, intelectuales y operativas, aportadas y desarrolladas por la ciencia, la técnica, el sector productivo, el gobierno y la sociedad (15).

La suma de esas actividades genera un sistema global de

innovación que resulta virtuoso sólo si todas sus partes interactúan entre sí para dar un resultado positivo. La orientación de este sistema depende de esos distintos sectores que se expresan en el ámbito social, económico y político. Cuando es exitoso se favorece el desarrollo de una región o de un país y el nuevo saber se integra a la cultura. Por ello, se afirma que hay una relación implícita y directa entre el desarrollo del conocimiento, la ciencia y la cultura, un ciclo virtuoso de trascendencia continua, denominado el Triángulo "C" (14).

La articulación de las nociones de investigación, ciencia y tecnología ha llevado a algunos autores plantear la existencia de niveles diferenciados de investigación: investigación para la producción de teoría e investigación para la producción (o desarrollo) de tecnologías (14). En otras palabras: investigación científica e investigación tecnológica. Esta diferenciación ha producido más de una sofisticada confusión categórica en alusión a los términos y por ello la importancia en connotar las diferencias y proponer un modelo metodológico estructural de abordaje práctico para cada una.

### ***La investigación científica e investigación tecnológica: pilares para la innovación en las instituciones educativas***

La investigación tecnológica, es toda creación que conlleve un abordaje investigativo para mejorar, optimizar los procesos y los procedimientos en las empresas, con el fin último de "maximizar la productividad". Ello determina, que toda investigación de tal naturaleza debe especificar la presentación de la rentabilidad, de los beneficios y los rendimientos económicos y productivos, la factibilidad técnica y operativa, además de la viabilidad de la propuesta en cuestión; no obstante todos estos aspectos deben estar precedidos por un profundo y riguroso estudio de mercado, de lo contrario, el impacto que pueda tener la investigación, se quedaría en una simple propuesta o en un simple diseño.

Una de las características más importantes de la investigación tecnológica que la diferencia de la investigación científica, consiste en especificar cuáles son los aspectos o las dimensiones que pueden ser abordadas en el área tecnológica, que muchas veces por desconocimiento no se aprecian como válidas al momento de presentar una pro-

puesta. En estas afirmaciones se evidencia la importancia de los constantes y continuos cambios y el dinamismo de la innovación, un factor clave y predominante en la tecnología. La tecnología no estaría solamente subordinada y sujeta al funcionamiento de una máquina, sino también subyace implícita en los procesos administrativos, en la vida útil de una fábrica, hasta orientaciones tecnológicas en los planes o programas que las empresas manejan.

En ese sentido, es indispensable que exista la adecuada fusión entre lo técnico y metodológico para que los objetivos planteados en la investigación tecnológica se logren. Al respecto, las reflexiones e indagaciones propias, llevan a referir que en el caso de las ciencias de la ingeniería, ámbito difícil de abordar desde el área metodológica, y en esto estriban las debilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje adelantado en las instituciones educativas, lo cual socava además la producción intelectual y creadora, original por parte de quien investiga, muchas veces los estudiantes por no tener un norte bien definido, y una apropiada “brújula docente”, no se logra estructurar o definir la relación de lo que se investiga con lo que quieren y se debe hacer y cómo lo van y se

debería hacer.

En ese orden de idea, y analizando los últimos enfoques en investigación, revisando además los aspectos más importantes relacionados con el abordaje metodológico, se procede a plantear la propuesta con criterios metodológicos que permiten complementar las investigaciones especialmente la tecnológica (13).

En primer lugar, para formular objetivos de investigación, se debe tener en cuenta que el objetivo general va en función del logro o el alcance último que tiene la investigación, y no el investigador. Siendo ello así, los objetivos específicos deben estar delimitados según los niveles de complejidad que tengan cada uno con respecto a otros, y sobre todo con el objetivo general. Ésta característica de los objetivos son integrativas donde las más complejas requieren e incorporan a las menos complejas. Significa que, para alcanzar un objetivo comparativo, por ejemplo, requiere haber alcanzado un objetivo descriptivo. En ese sentido, el logro de los objetivos más complejos requieren de conocimientos que se alcanzan en los objetivos y niveles anteriores, el conocimiento se alcanza en un objetivo cuando este es el punto de partida para lograr el conocimiento en el ob-

jetivo siguiente (11)

Ahora bien, desde el punto de vista de una investigación tecnológica, se propone que las investigaciones pueden ser de tipo aplicativa, en un nivel evaluativo, proyectivo, o confirmatorio (11), ya que en el nivel más alto de un abordaje investigativo, el impacto de la investigación tecnológica estaría mejor sustentada y apoyada en este estadio investigativo, según el modelo de la espiral holística (Cuadro 2). A su vez, el diseño de la investigación debería ser de campo o experimental, ya que asumiendo que la tecnología implica aplicación o ejecución de técnicas, instrumentos, procedimientos, es indispensable sea en un contexto especial que corresponda a lo que se investiga y se quiera alcanzar.

Por otra parte, las técnicas e instrumentos utilizados en esta modalidad, deben corresponder a aquellos que verdaderamente fueron diseñados y empleados para el desarrollo y ejecución de la propuesta o proyecto y que realmente permitieron obtener los resultados propios de la investigación, así cabe decir que, si se realizó el diseño de una máquina de vapor, es incongruente que el autor o el investigador aplique encuestas o entrevistas, cuando la finalidad o el uso de este tipo de instrumentos no

cubre el alcance de los objetivos.

Se entiende, que, de acuerdo a los objetivos de cada investigación, el diseño metodológico se adapta y es flexible a las exigencias propias de éstos. Con ello no quiere decirse que todas las investigaciones deben ser evaluativas, proyectivas o confirmatorias, sin embargo se considera que por su rango e impacto las investigaciones tecnológicas para la innovación, las industrias y la sociedad, éstas deben estar orientadas en los niveles investigativos y metodológicos conducentes al más alto y complejo grado del conocimiento.

Considerando varios de los alcances abordados precedentemente y otros no considerados, en el Cuadro 1 se presenta una sinopsis comparativa del proceso de investigación en el área científica y en el área tecnológica, en atención a los siguientes elementos: objetivos, teoría, metodología, resultados, conclusiones y soluciones, propuestas. En el primer aspecto, los objetivos, se debe tener claro las diferencias y distinciones en cuanto al alcance de cada modalidad de investigación. La investigación científica, por lo general, contienen los niveles perceptual y aprehensivo –sin decir con ello o limitar que no comprenda los niveles siguientes-. Argumentando el hecho que la investigación

científica supone la parte donde se busca la acumulación de saber, de conocimientos, básicamente los investigadores pasan por tipos de investigación como exploratoria, descriptiva, analítica, comparativa (11).

Las investigaciones tecnológicas, por su parte, básicamente en los niveles de aprehensión e integración, ya que surgen tipos de investigaciones como: explicativa, predictiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa, correspondiéndose con interrogantes tales como: ¿por qué ocurre?, ¿cuáles son las causas?, ¿cómo será en el futuro?, ¿cuáles serán las características de un diseño?, ¿qué cambios pueden producirse durante...?, ¿cuál es la efectividad?, ¿está alcanzando sus objetivos?, ¿funciona óptimamente?.

En el Cuadro 2 se pueden apreciar ejemplos de temas relacionados con cada uno, se puede visualizar y reflejar la clasificación teórica (11), con respecto a los tipos, niveles y objetivos para la investigación, sin embargo, en una comprensión más profunda, para enmarcar la interrelación en la “modalidad” de la investigación, la cual para efectos del artículo se asume como científica y tecnológica, se dimensionan a través de los niveles como ciclo continuo. Sin embargo, con ello no quiere

afirmarse que una investigación tecnológica no pueda estar en su nivel exploratorio, y a su vez una investigación científica pueda estar en el nivel evaluativo, todo lo contrario, puede haber una interconexión e interrelación entre las dimensiones de los aspectos señalados en el Cuadro 2

Ahora bien, partiendo de la hipótesis que la investigación tecnológica significa un nivel de conocimiento pragmático, de aplicación, con niveles más profundos para generar impactos significativos en contextos determinados, se supone debe trascender mucho más allá de los niveles de la investigación científica, y viceversa.

En suma, se puede generar investigación científica evaluando los componentes que estructuran las moléculas del ADN, y a partir de allí, promover la investigación tecnológica exploratoria para desarrollar los instrumentos de manipulación genética.

Explicando en mejor en detalle, los estudios y experimentos científicos que Einstein realizó con respecto a la teoría de la relatividad son fiel cristal de la conjunción entre la ciencia y la técnica en aplicación de la innovación tecnológica. Posterior a tan extraordinarias explicaciones científicas, la ciencia avanzó en profundidad para generar la

**Cuadro 1**  
Sinopsis del proceso investigativo

Componentes	Investigación científica	Investigación tecnológica
Objetivos	Los objetivos están centrados generalmente en el descubrimiento de conceptos, leyes, teorías, modelos. Básicamente los objetivos pasan por los niveles (perceptivo y aprehensivo) de conocimiento, exploración, descripción, comprensión, comparación, análisis,	Los objetivos están orientados a la modificación de lo que ya existe, a la optimización de técnicas, procesos, sistemas. Básicamente pasan por los niveles (comprensivo e integrativo) más altos de aplicación y síntesis, con objetivos como: explicación, predictivos, de proyección, modificación (interacción), confirmación, evaluación.
Teoría	Los antecedentes sustentan las investigaciones previas al objeto de estudio, de manera tal que puedan considerarse premisas o hipótesis con argumentos científicos. Las bases teóricas reflejan las acepciones conceptuales que asume el evento, el objeto o la variable estudiada, de manera tal que el autor define y orienta la operacionalización de la variable en función de una medida teórica-conceptual previamente respaldada por uno o varios autores.	La revisión teórica debe aludir a las evoluciones desde el punto de vista histórico que se ha suscitado en el evento estudiado, debe hacerse una revisión de los aportes innovadores, las transformaciones tecnológicas que ha podido asumir el evento, la variable, la técnica, los procedimientos desde un periodo de tiempo determinado, de manera tal pueda contrastarse el aporte innovador, optimizador de la nueva investigación.
Metodología	La metodología científica alude en primer lugar a la manera de abordar la variable o el evento de estudio. Desde este punto de vista, se considera pertinente enfatizar en el tipo de investigación, el nivel, el diseño, las técnicas e instrumentos utilizados para desarrollar la investigación.	Los métodos utilizados en investigación tecnológica, deben responder al “cómo” se desarrolló y se configuró el procedimiento para el estudio del evento, de las variables. Los métodos, instrumentos, técnicas, deben definir los procedimientos específicos para la innovación, de manera tal que pueden asumirse los componentes metodológicos de la investigación científica, pero trascender de manera mas profunda en los aspectos más “técnicos e instrumentales” que permitan diseñar, generar la propuesta, ejecutarla, aplicarla.

**Cuadro 1**  
**(Continuación)**

Sinopsis del proceso investigativo

Componentes	Investigación científica	Investigación tecnológica
Resultados/ Conclusiones	Los resultados de la investigación están en función del desarrollo de los objetivos, siendo ello así, los resultados han de reflejar tal proceso, y las conclusiones deben exponerse con base a los criterios más relevantes de cada objetivo.	Los resultados en investigación tecnológica deben responder a la creación, aplicación, ejecución del proyecto como tal. Al considerarse como un proyecto factible, debe incluirse el estudio de factibilidad y viabilidad del proyecto, enmarcado en la propuesta generada por el proyecto.
Soluciones / Propuesta	La investigación científica por lo general hace aportes o propone soluciones teóricas para el problema abordado o la variable estudiada a modo de recomendaciones. Las conclusiones deben reflejar la solución al problema planteado, dando respuesta a la interrogante de la investigación.	La investigación tecnológica está orientada a dar soluciones pragmáticas muy específicas en áreas determinadas, de tal manera que las soluciones son conducentes a propuestas y la propuesta conducente a soluciones efectivas, eficientes y orientadas siempre a la maximización de los beneficios y la productividad en el contexto de aplicación de la propuesta o del proyecto.

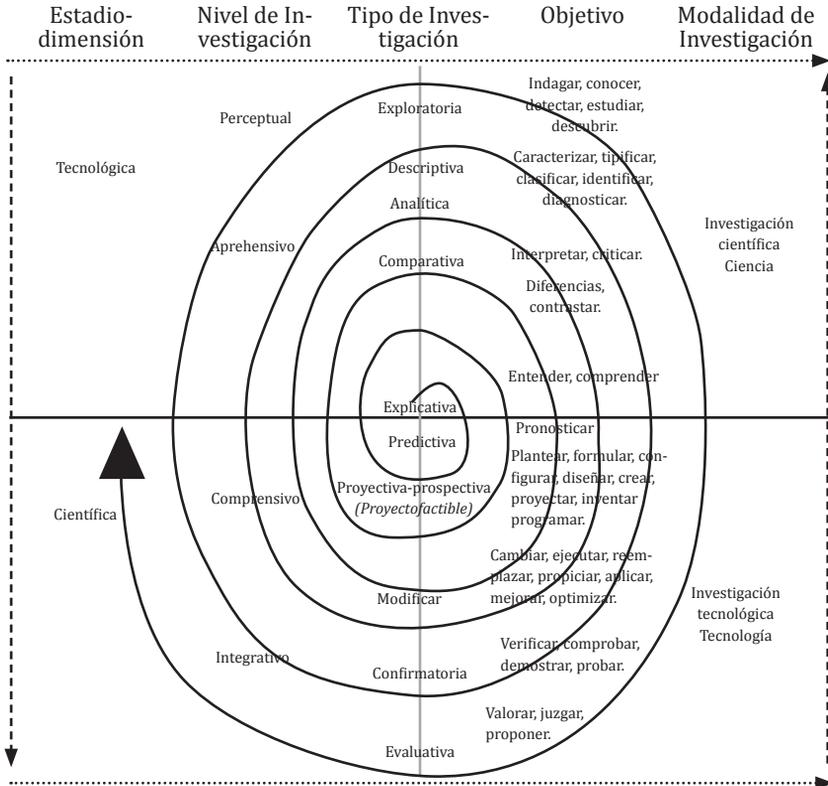
tecnología que posibilitó descubrimientos en función de las teorías derivadas, dando origen por ejemplo al descubrimiento y creación del arma mortal más insólita de la humanidad como es “la bomba atómica”.

De igual manera, en las constantes investigaciones científicas del Dr. Humberto Fernández Morán relacionadas con estudios a nivel neurológicos del cerebro, procedió a investigar y contribuir en profundidad a generar los instrumentos o

mecanismos más idóneos para manipular y poder estudiar con más precisión aspectos tan importantes y tan difíciles como lo son los componentes y la estructura cerebral. En ese sentido, el científico venezolano, contribuyó a partir de investigaciones científicas al desarrollo de la investigación tecnológica, al promover la ingeniería en aras al desarrollo del “bisturí de diamante”, instrumento de alta precisión que es capaz de cortar en siete partes iguales una hebra

**Cuadro 2**

**Interacción metodológica en las modalidades de investigación científica e investigación tecnológica.**



Fuente: Rincón, 2008

de cabello humano. En el ciclo continuo entre ambas modalidades de investigación, se tiene entonces que dicho bisturí, ha permitido evolucionar en investigación científica y crear continuas investigaciones desde la dimensión tecnológica.

Otro modelo extraordinario

de la retroalimentación entre investigación científica y tecnológica, reposa en los profundos estudios ya experimentados de la clonación. Los aportes que en materia se refiere, en primera instancia estuvieron dirigidos en el estudio, comprensión, explicación teórica de las interac-

ciones biológicas, químicas de los elementos que constituyen las moléculas de ADN. Posteriormente a ello, investigaciones que aun tienen infinitas incógnitas y puntos no conectados de interrogantes planteados por la ciencia, se pudieron plantear las hipótesis que postulaban la posibilidad de duplicar el genoma humano, llevando delicados y costosos experimentos en animales. Surgió de años de estudios, el primer proyecto para confirmar lo que generaba dudas, interrogantes y posibilidades, la Oveja Dolly, producto de ensayos e implementaciones de todo un cuerpo multidisciplinario de conocimientos donde conjugaban las disciplinas meramente científicas (biología, física, química, medicina, psicología) y la ingeniería con imponentes aportes tecnológicos para la aplicación y el manejo instrumental que requiere un laboratorio científico de tal magnitud para llevar a cabo dichos descubrimientos.

Sin necesidad de profundizar mucho, están las asombrosas contribuciones de la NASA, organización científica que poseen inversiones cuantiosas para estudiar y comprender todo lo que involucra y concierne al universo, a la vida, y todo lo que está mas allá fuera del planeta, incluso fuera de la com-

prensión de la lógica, la razón y el conocimiento. Los estudios y las investigaciones científicas partieron siempre de comprensiones e hipótesis teóricas, con el avance de las ciencias en todas sus disciplinas, años de estudios y constantes proyectos de inversiones, la tecnología y su poderoso avance innovador ha permitido hasta hoy explorar lugares jamás descubiertos; el caso de la visita a la luna y la exploraciones en el planeta Marte, así como pueden mencionarse muchas otras hazañas que con el apoyo de la ingeniería en el diseño y desarrollo de equipos tecnológicos de punta han hecho posible estar *in situ* lo que en otro momento estaba escrito sobre el papel. Con lo anteriormente expuesto se tiene el perfil de retroalimentación continua que se da entre la investigación científica y la investigación tecnológica y viceversa. Así, en los inicios de la historia, en diferentes edades cronológicas, muchas de las invenciones fueron técnicas que se fueron perfeccionando en sus estudios posteriormente científicos y técnicos, lo que muchos llamarían “descubrimientos por casualidad” (8).

Por otra parte, la metodología como instrumento para hacer investigación, debe ser adaptativa y flexible, ya que debe

responder al “cómo” se realizó o se desarrolló la técnica, los procedimientos, la máquina; y esa información sólo es propia y original de cada “innovador o tecnólogo”, y no debe estar encasillada en las referencias conceptuales de los libros que muchas veces el docente utiliza como guía, debe entonces orientar bajo un dominio y mayor nivel de coherencia las ideas, la creatividad, la originalidad de quien quiere producir algo nuevo o mejorar lo que ya existe, con el conocimiento referencial de los elementos propios de las investigaciones, pero en escenarios infinitos para desplegar las ideas mediante una concepción abierta en una mentalidad holística (flexibilidad de esquemas).

Así, como hay un proceso sistemático en la dimensión científica, definida y precisada por paradigmas epistemológicos, en la dimensión tecnológica debe concebirse un camino para abordar el desarrollo de la misma, un esbozo general sería tener en cuenta los avances científicos en el área de estudio, indagar sobre los avances en técnicas y tecnologías (como concepto, como producto), especificar las partes involucradas en la investigación tecnológica como: el problema, el marco teórico-operativo (conceptual, histórico, situacional, legal), hipótesis, el tiempo,

el costo, los clientes (segmentación de mercado), acceso a la información, el riesgo, la calidad, el cambio (la innovación). En el Cuadro 3 se puede apreciar la propuesta del modelo comprendido mediante un esquema para la conformación de proyectos tecnológico, aunado a las aclaratorias en cuanto a la estructura metodológica para la investigación científica y tecnológica, desde la comprensión y formulación de objetivos, propuestas, problemas, soluciones hasta la integración de ambas modalidades investigativas.

La propuesta final implica centrar y adaptar las necesidades propias para emprender proyectos tecnológicos y que estos erradamente no se ajusten a esquemas metodológicos propios de la investigación científica, como actualmente se desarrollan en las instituciones educativas. Engranando el análisis para la formulación de problemas, objetivos, propuestas ilustradas anteriormente, bajo las premisas lógicas, hermenéuticas, propias de la tecnología ha de hacerse flexible, mas holística la investigación tecnológica, e ir ajustando bajo el “esquema” propuesto los aspectos que según la recolección de criterios se pueden integrar en este último. Sin embargo, no implica que deba seguir un patrón rígido,

### **Cuadro 3**

Estructura técnica y metodológica para proyectos tecnológicos

#### **Propuesta esquemática metodológica para proyectos de Investigación Tecnológica**

Resumen  
Preámbulo  
Introducción

#### **Contextualización y problemática**

Situación inicial – dimensión deseada – situación final. Objetivos.  
Justificación: Científica, técnica, pragmática, social, cultural y educativo.

#### **Teoría histórica, técnica y operativa.**

Sustentaciones teóricas histórico-evolutivas  
Sustentaciones científicas, técnicas – tecnológicas  
Sustentaciones empíricas.  
Bases legales.  
Síntesis de variables: Operacionalización para el diseño

#### **Metodología investigativa**

Descripción del proceso de invención, innovación u optimización  
Explicación del diseño (invención, diseño, innovación)  
Procesos para la creación del diseño  
Recursos: instrumentos, herramientas, materiales, inversiones (análisis de costos)  
Estudio de mercado: población, muestra, segmentación, necesidades, empresas, industrias (descripción de aplicación de instrumentos de recolección de datos, estadísticas de análisis).

#### **Análisis y resultados**

Explicación de objetivos: Experimentos, ensayos, pruebas, evaluaciones, seguimientos, estadísticas.

#### **Prototipo**

Propuesta, modelo  
Estudio de rentabilidad, factibilidad y viabilidad.  
Evaluación del prototipo  
Proyecciones y perspectivas de la innovación (mejoras, optimización, transformación)

#### **Conclusiones**

**Aportes y recomendaciones**

**Referencias bibliográficas**

simplemente comprende una orientación, no un lineamiento, expresando que todo se adapta según las circunstancias, el contexto, las necesidades.

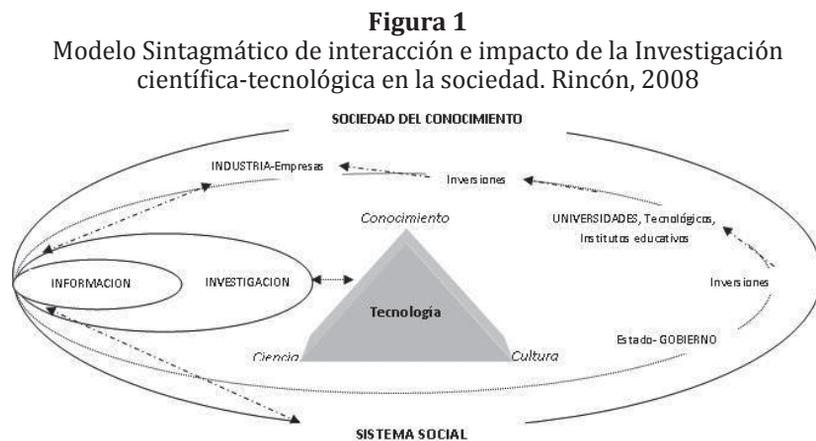
Por último, en la Figura 1 se ilustra, cómo en el sistema social dinamiza, conviven actores y organismos sociales (privados y públicos-gubernamentales) como las empresa, las universidades, la industria, el Estado, los cuales desde un eje superior son quienes intervienen, mediante las inversiones, en las dimensiones evolutivas de la praxis en dichas entidades sociales mediante la operacionalización y creación del conocimiento, la generación y difusión de información, para finalmente nutrir el sistema con los aportes trascendentes de impacto político,

económico, social, cultural que generan la investigación científica y la investigación tecnológica (investigación-ciencia-tecnología= macroproyectos de ingeniería).

La ciencia es, cada vez con mayor frecuencia, el antecedente directo de muchas, sino de todas, las nuevas tecnologías. Por lo tanto, debería tener un valor esencial la evaluación científica respecto a sus implicaciones cuando a partir de ella se desarrolla tecnologías. La evaluación científica llevaría a ser más conscientes de los caminos y trayectorias que llevan a un desarrollo científico a su puesta en práctica.

## CONCLUSIONES

Se puede decir, que la rela-



Fuente: Rincón, 2008

ción, conocimiento=ciencia surge la modalidad de “investigación científica” bajo una metodología cognitiva con procedimientos propios de las ciencias. A su vez, la relación tecnología=innovación corresponde a la modalidad de “investigación tecnológica”, lo que permite el desarrollo de la técnica y abre el paso a los tecnólogos. La interacción de ambas modalidades puede derivar un producto final llamado y utilizado actualmente en las instituciones educativas como los son los llamados “proyecto factible”, la cual puede responder a una continuidad investigativa desde los planteamientos y abordajes teóricos hasta la solución práctica y aplicativa de dichos modelos.

Mediante una síntesis reflexiva del artículo, la investigación científica implica “conocer” las características, aspectos, dimensiones de un evento o fenómeno, mientras que la investigación tecnológica implica “hacer” de todo el conocimiento conocido la parte material, física, aplicada de la investigación científica (técnica-tecnología). La investigación científica conlleva inicialmente al desarrollo de investigación tecnológica y viceversa, constituyendo esto un ciclo dinámico-evolutivo, de interacción infinita.

No obstante, la investigación

tecnológica, debe hacerse con la finalidad de descubrir un problema y permitir confirmar la existencia de un problema, diagnosticar, demostrar, verificar, comprobar una situación, tanto para solucionarlos como para satisfacer necesidades, mejorándolo, optimizándolo o reemplazándolo. Por ello, la investigación tecnológica difícilmente se podrá desarrollar con el esquema metodológico de una investigación científica, donde muchas veces se plantean mal los enunciados del problema, se formulan de manera errónea objetivos de investigación, no existen definiciones precisas de tipos y niveles de investigación, no apropiadas para el caso, puesto que no se precisa correctamente el diseño más apropiado, o aplicando instrumentos incongruentes al objeto de estudio, lo que finalmente conduce a investigaciones sin coherencia, sin resultados sin conclusiones y aportes determinantes y mucho más, sin productos innovadores con trascendencia social.

Por ello, es indispensable lograr una precisa y clara distinción en el abordaje metodológico en ambas modalidades de investigación, ya que en la elaboración de propuestas de proyectos bajo un perfil tecnológico, siguiendo una metodología rígida, inflexible y poco creativa,

con patrones sumidos propios de la investigación científica, no se logra canalizar el fin último de las políticas propuestas en materia de investigación-ciencia y tecnología en las instituciones educativas.

Es de suma importancia acotar, que la propuesta es una manifestación tanto de heurística, hermenéutica, análisis, así como experiencia con el abordaje de investigaciones, lo que permitió detectar estas debilidades y la necesidad de asomar posibles modificaciones que permita a otros autores e investigadores ahondar y profundizar más en el tema, de manera tal que poco a poco se puedan ir introduciendo los cambios más significativos que verdaderamente se ajusten a las necesidades de la sociedad desde el quehacer investigativo en las instituciones educativas.

Se deben entonces emprender estudios para definir y diseñar un sintagma metodológico que permita no solo promover la creatividad y la innovación, sino lograr resultados originales que afiancen la cultura investigativa. No obstante, consiguiendo definir una coherente estructura metodológica, se incrementarían los conocimientos tecnológicos que demanden los sectores públicos y privados y accesibles a todos los actores del sistema social, ya que desde el punto de

vista económico el conocimiento es un factor de suma importancia que crea valor por medio de la productividad, en los distintos sectores beneficiados con la innovación y la optimización de procesos ya existentes, favoreciendo el desarrollo de una región o de un país.

Desde ese punto de inicio, las instituciones educativas deben contribuir con el sector público y privado a promover la investigación científica y tecnológica en función de innovar en materia de: investigación para obtener producción de energía de alta densidad de flujo energético (plasmas y fusión termonuclear controlada); investigación para aprovechar esas formas de energía en la operación de medios de producción que maximicen la eficiencia del trabajo; investigación para desarrollar los nuevos rumbos del descubrimiento biológico en el mejoramiento creciente de la calidad de vida de la población; investigación para formular estrategias orientadas a conseguir la consolidación de corporaciones agro-industriales de producción y productividad creciente; investigación para el reordenamiento racional del territorio y sus recursos productivos; investigación para desarrollar tecnologías y sistemas de información adecuados a la gestión eficiente y eficaz de la es-

estructura productiva; investigación para transformar el sistema educativo; investigación para generar estrategias de fortalecimiento de la economía nacional y del estado como organización política nacional, para enfrentar con éxito las debilidades de la globalización, por ejemplo.

Sin embargo, se están desarrollando tendencias amplias para realizar investigaciones que son, en el mismo proceso, científicas y tecnológicas, lo que, en perspectiva, decreta la inutilidad de uno de los extremos: o las investigaciones son científicas (incluyendo en su extremo productos tecnológicos), o las investigaciones son tecnológicas (presuponiendo la construcción de una base científica propia), y para ello, el esquema metodológico, el abordaje técnico debe plantearse y formularse

en las universidades de manera muy precisa y diferenciando los aspectos epistemológicos y pragmáticos en ambos casos.

El desarrollo del conocimiento científico es la condición necesaria para el progreso tecnológico y la innovación, pero para avanzar en esta dirección, se necesita establecer nuevas formas de organización tanto de las empresas como en las instituciones educativas, y por otra parte, estimular las relaciones entre la “academia” y el sector productivo, que son aún muy limitadas. Significa entonces ir más allá, el Estado debe ser garante de estimular el empleo y las inversiones en el sector privado para que en ambas partes pueda haber reciprocidad con las instituciones educativas y el beneficio sea un juego de “suma cero”.

#### LITERATURA CITADA

- (1) Druker, P (2000). **El gran poder de las pequeñas ideas**. México: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- (2) Bello, Freddy (2006). “**La investigación tecnológica: O cuando la solución es el problema**”. Caracas, Venezuela: *Revista FACES. Universidad de Carabobo*.
- (3) Bunge, Mario (1969). **La investigación científica**. Barcelona: Ed. Ariel.
- (4) Bustos Coral, Holman Darío (2006). **Proyectos Factibles o Proyectos Viables**. Disponible en [*on line*]: [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)
- (5) Canga Larequí, Jesús (1988). **La Prensa y las Nuevas Tecnologías**. Madrid, España. Manual de la Redacción Electrónica: Ediciones Deusto S.A.
- (6) Hacín y Padrón, (1996). **Investigación-Docencia. Temas para Seminario**. Caracas, Venezuela: USR.

- (7) Cordeiro, José Luis (1998). **Benesuela Vs. Venezuela. El Combate Educativo del Siglo.** Caracas, Venezuela: Ediciones CEDICE.
- (8) Flores Meyer, Guillermo (1989). **Es la contabilidad una ciencia o una técnica?**”. Citado por López Elizando: **La Investigación Contable.** Caracas, Venezuela: Facultad de Contadurías y Administración. UNAM.
- (9) García Córdoba, Fernando. (2009). **La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales.** México: Editorial Limusa.
- (10) Hernández Rojas Acacia (2007). **El concepto de proyecto factible en la investigación educativa.** Línea-i, Programa Doctoral. Venezuela: USR.
- (11) Hurtado De Barrera, Jacqueline (2007). **Metodología de la investigación. Una comprensión holística.** Caracas, Venezuela: Ediciones Quirón - Sypal.
- (12) Lara, R. (1998). **Tecnología: Conceptos, problema y perspectivas.** Madrid, España: Editorial Siglo XXXI.
- (13) Marchetto, M. (2006). **Modelo teórico interpretativo del proceso de investigación desde un enfoque innovador en el IUETAEB.** Tesis doctoral. Caracas, Venezuela: USM.
- (14) Rincón, Idana. (2008). El triángulo C. Venezuela. *Revista CITEIN*, Año 1, Vol.1.
- (15) Rodríguez Sosa, Miguel Ángel (2006). Una visión ideológica de la vinculación entre la investigación, la ciencia y la tecnología. Disponible em [online]: <http://www.monografias.com/investigacion-ciencia-tecnologia/shtml>
- (16) Tamayo, Mario (2007). **El proceso de investigación científica.** (4ta Edic.). México. Limusa.
- (17) Tunnermann B., C. (1998). **La Educación Superior en el umbral del siglo XXI.** Caracas, Venezuela: Colección Respuestas. Ediciones CRESALC/UNESCO.

## **Estudio preliminar de macroinvertebrados bentónicos del Golfo de Venezuela**

Preliminary study of benthic macroinvertebrates in the Gulf of Venezuela

**Edison Pascal<sup>1</sup>, Henry Briceño<sup>2</sup>, Helimar Vásquez<sup>3</sup>,  
Lucía Cavallaro<sup>4</sup>**

### ***Resumen***

El término zoobentos se refiere a la fauna de invertebrados que habita los sustratos sumergidos de los medios acuáticos. En el zoobentos se distinguen dos grupos según su tamaño: Macroinvertebrados y Microinvertebrados. Las comunidades bentónicas de fondos blandos están constituidas por casi todos los phyla representados en el reino animal. Los organismos habitantes de este tipo de sustrato muestran una amplia diversidad de tamaños, alimentación, comportamiento y en especial una amplia respuesta a los factores ambientales. Este trabajo sirvió de estudio de impacto ambiental para el proyecto "Interconexión Gasífera Colombia-Vene-

Recibido: 14/10/2011 aceptado: 14/02/2012

- 1 Lcdo. en Biología, cursante de la Maestría Docencia para la Educación Superior de la Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt". Profesor de Zoología e Invertebrados del Programa Educación mención Biología y Química de la UNERMB. Mail: edisonpascalbello@hotmail.com
- 2 Lcdo. En Biología, Maestría en Ciencias Ambientales, Dr. en Ciencias de la Educación, investigador del Centro de Estudios del Lago de la UNERMB.
- 3 Ingeniero Pesquero de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Docente de la Universidad Bolivariana de Venezuela, Misión Sucre.
- 4 Lcda. En Biología, Gerente General del Laboratorio Ambiental OCCILAB de Maracaibo, Estado Zulia.

zuela en el Golfo de Venezuela”, realizado en un buque oceanográfico. La colección de moluscos macrobénticos (gasterópodos, bivalvos) se realizaron con una Draga Van Veen, en cuatro estaciones del Golfo. Los parámetros fisicoquímicos en las cuatro estaciones fueron similares. La fauna bentónica estuvo compuesta en su mayoría por moluscos bivalvos (72%), siendo *Trigoniocardia antillarum* el organismo con mayor abundancia (23,5 individuos/m<sup>2</sup>). El segundo fue para el grupo de los moluscos gasterópodos con un porcentaje de abundancia del 25%, siendo el *más abundante Latirus brevicaudatus* (6,5 individuos/m<sup>2</sup>), los menores organismos correspondieron a los anélidos y crustáceos.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados, Bentos, parámetros, Golfo de Venezuela.

### **Abstract**

The term zoobenthos refers to the invertebrate fauna that inhabits the substrates submerged aquatic environments. In the zoobenthos are divided into two groups according to their size: macroinvertebrates and microinvertebrados. The benthic communities of soft bottoms are constituted by almost all phyla represented in the animal kingdom. The agencies inhabitants of this type of substrate show a wide range of sizes, feeding, behavior, and in particular a wide response to environmental factors. This work served as an environmental impact study for the project “interconnection gas Colombia/Venezuela in the Gulf of Venezuela”, in an oceanographic vessel. The collection of molluscs macrobenticos (gastropods, bivalves) are performed with a dredger van Veen, in four stations of the Gulf. The physico-chemical parameters in the four seasons were similar. The benthic fauna consisted mostly of bivalve molluscs (72 %), being *Trigoniocardia antillarum* the agency with greater abundance (23.5 Ind/m<sup>2</sup>). The second was for the group of gastropod molluscs with a percentage of abundance of 25 %, being the most abundant *Latirus brevicaudatus* (6.5 Ind/m<sup>2</sup>), and the minor agencies corresponded to the annelids and crustaceans.

**Key Words:** Macroinvertebrates, benthos, parameters, Gulf of Venezuela.

## **INTRODUCCIÓN**

El término zoobentos se refiere a la fauna de invertebrados que habita los sustratos sumergidos de los medios acuáticos. En el zoobentos se distinguen dos grupos según su tamaño: Macroinvertebrados y Microinvertebrados (1)

Las comunidades bentónicas de fondos blandos están constituidas por casi todos los phyla representados en el reino animal. Los organismos habitantes de este tipo de sustrato muestran una amplia diversidad de tamaños, alimentación, comportamiento y en especial una amplia respuesta a los factores ambientales (3, 4, 11).

La diversidad de la comunidad biológica es función del número de taxones y de abundancia proporcional de las especies. La diversidad suele disminuir en ambientes alterados como resultado de la disminución del número de taxones y la diferente distribución de la abundancia (unos pocos taxones muy abundantes). Existen diferentes expresiones para medir la diversidad de los organismos, una de las más utilizadas es el índice de Shannon-Weaver (1963), otro índice de interés es el de Margalef (8).

Los programas de seguimien-

to de evaluaciones sobre contaminación marina, son especialmente efectivos debido a que se reflejan los efectos de los agentes contaminantes antes que los cambios más drásticos sobre un ambiente particular puedan ocurrir. Estos pueden ser detectados como cambios en la dinámica poblacional en una escala de tiempo de semanas o años, que a su vez sirven como indicadores. Otras de las ventajas del seguimiento de bentos, a diferencia de otros componentes de la biota marina, es que por lo general sus poblaciones residen en un área en particular todo el año, son abundantes y diversos y la mayoría no son capturados, o manejados intencionalmente por el hombre (7). Los invertebrados bentónicos son utilizados como bioindicadores de contaminación y posible degradación de algún ecosistema acuático específico, siendo esto referencia fundamental en algunos trabajos e informes técnicos para evaluaciones de impacto ambiental (4, 9).

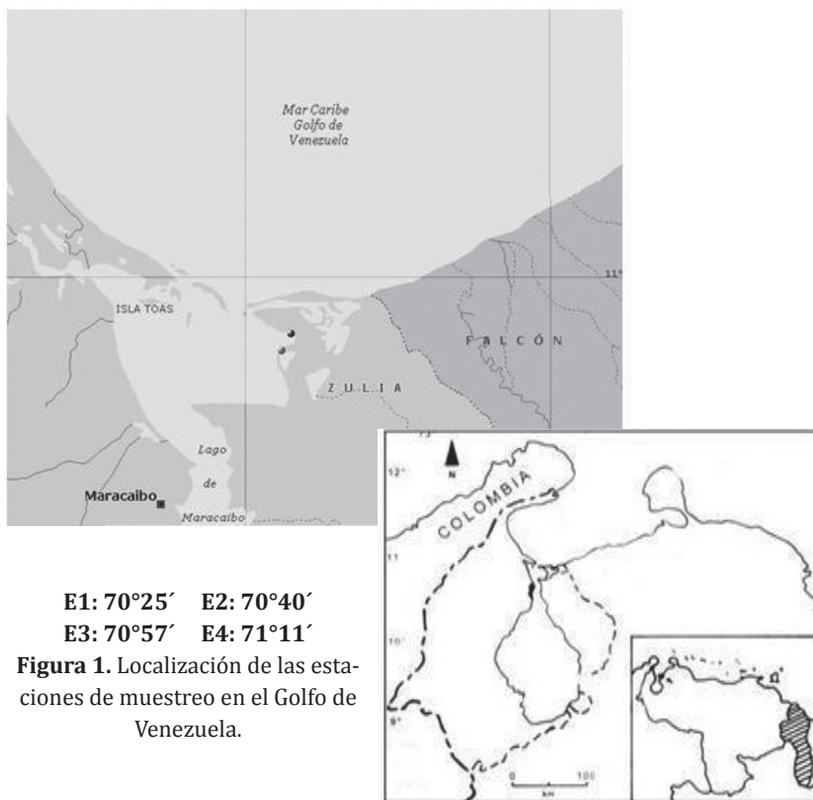
El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de algunas especies presentes en el área de estudio, con el fin de facilitar resultados que sirvan de base a futuras investigaciones.

## Materiales y Métodos

### Área de Estudio

El sistema de Maracaibo está formado por tres cuerpos de agua distintos, pero íntimamente relacionados entre sí: El Lago de Maracaibo, estrecho de Maracaibo junto a la Bahía El Tablazo y el Golfo de Venezuela. El golfo de Venezuela se encuentra en la porción exterior de la depresión. Su forma es aproximadamen-

te rectangular, con el eje mayor en el sentido noreste-sureste. El límite exterior del Golfo con las aguas del Mar Caribe, sobre el lado norte, está dado por una línea entre Punta Espada y Punta Macolla (Figura 1). La distancia entre ambas puntas es de 97,5 Km. La longitud del Golfo (sobre el eje mayor) es aproximadamente 160 km y su anchura (sobre el eje menor) es aproximadamente 80 km (11,12).



La recolección de muestras de sedimento del Golfo de Venezuela sirvió como estudio de impacto ambiental de la "Interconexión Gasífera Colombia-Venezuela realizado desde el 31 de Julio hasta el 01 de Agosto del 2007, cubriendo la ruta Centro Refinador Paraguaná (CRP), iniciando en Paraguaná, estado Falcón hasta Castilletes, estado Zulia. Este estudio se llevó a cabo con el apoyo de las empresas Geohidra (Consultora Ambiental) y Occidental Lab., C. A. (Laboratorio ambiental), conjuntamente con la Armada Bolivariana de Venezuela. La Navegación se efectuó en el Buque Oceanográfico BO-11 "ARVB Punta Brava" de la Armada Bolivariana Venezolana, navegando un total de 642 millas náuticas para un total de 92 horas de operación. Dicho buque cuenta con laboratorios oceanográficos

y materiales de muestreo como es el caso de la Draga Van Veen, la cual tiene la capacidad de obtener 0,16 m<sup>2</sup> de sedimento.

Para el muestreo de sedimento se seleccionaron cuatro estaciones (Figura 1), estación 1, coordenadas N 11°36'9"- W 70°25'9", a una profundidad de cuarenta y dos (42) metros; la estación 2, coordenadas N 11°39'1 W 70°40'0, a treinta y siete (37) metros de profundidad. Estas estaciones estaban cercanas a la Península de Paraguaná. La estación 3 coordenadas N 11°41'6"- W 70°57'1", profundidad de veinte y seis (26) metros y la estación 4, coordenadas N 11°43'7"- W 71°11'4, con una profundidad de veinte y nueve (29) metros. Las estaciones tres y cuatro estaban cercanas a la región de Castilletes Estado Zulia (Cuadro 1).

### Cuadro 1

Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en el Golfo de Venezuela.

Estación	Coordenadas	Profundidad (m)
1	N 11°36'9"- W 70°25'9"	42
2	N 11°39'1 W 70°40'0	37
3	N 11°41'6"- W 70°57'1"	26
4	N 11°43'7"- W 71°11'4	29

Se realizaron dos dragados por estación con una Draga tipo Van Veen, el material fue coloca-

do inmediatamente en recipientes de plástico y trasladados al laboratorio del buque. Una vez

en el laboratorio, el material colectado fue tamizado, narcotizado en hielo por tres horas y luego fijado con formalina al 10 % y luego se etiquetaron para su posterior manejo e identificación. Los individuos recolectados fueron identificados hasta especie utilizando bibliografía taxonómica (1, 2, 5, 10, 15). Los parámetros fisicoquímicos del agua se midieron "in situ" utilizando un equipo medidor multiparámetros de tipo YSI. (Cuadro 2).

### Resultados y Discusión

El cuadro 2 muestra los parámetros fisicoquímicos en cada estación. La salinidad y el pH del agua tuvieron poca variación en

las cuatro estaciones, así como las condiciones fisicoquímicas en general, solo se observó poca variación en las transparencias en las estaciones tres y cuatro, en las cuales este parámetro fue menor en comparación con las estaciones uno y dos. Las estaciones tres y cuatro fueron de menor profundidad. La temperatura es relativamente constante. Los máximos alcanzan los 28,11 °C en la estación 4 y las mínimas 25,77 °C, en la estación 1 a 44 metros de profundidad. Los valores de oxígeno disuelto fueron mayores en la estación 4 con 6,5 mg/L a 29 metros de profundidad y los mínimos con 5,21 mg/L en la estación 3 a 26 metros de profundidad.

**Cuadro 2**  
Parámetros Fisicoquímicos por estación

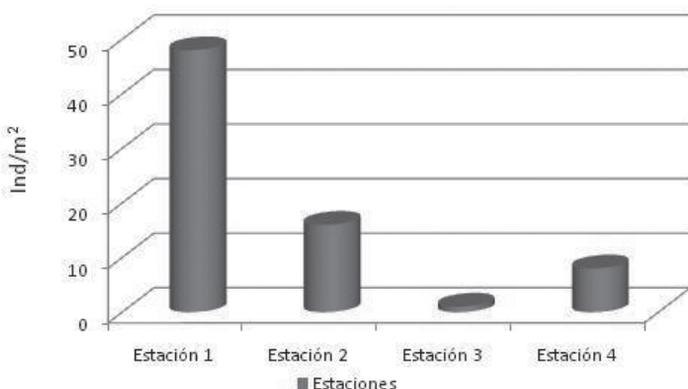
Parámetros	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Profundidad, mts	44,00	37,00	26,00	29,00
Transparencia, mts	9,00	9,00	6,00	4,00
pH	7,55	7,78	7,73	7,74
Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$	56,84	57,21	56,46	54,03
Oxígeno Disuelto, mg/L	5,32	5,66	5,21	6,50
Salinidad, gr/Kg	41,09	41,16	40,16	38,33
Temperatura, ° C	25,77	26,17	27,69	28,11

El cuadro 3 muestra las poblaciones de invertebrados bentónicos. La mayor abundancia y diversidad se observó en la estación 1 con (47,5 individuos/m<sup>2</sup>), siendo *Trigoniocardia antillarum* la especie con mayor abundancia (Figura 2 y 3).

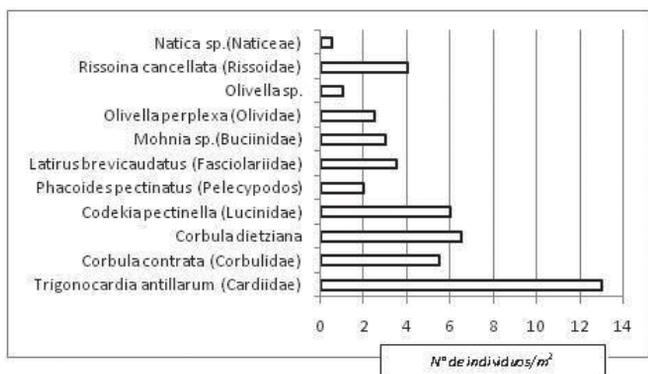
**Cuadro 3**  
Abundancia de Macroinvertebrados Bentónicos, Estación 1

Grupo	Organismo	Abundancia en m <sup>2</sup>
MOLUSCOS (Bivalvos)	<i>Trigoniocardia antillarum</i> (Cardiidae)	13,0
	<i>Corbula contrata</i> (Corbulidae)	5,5
	<i>Corbula dietziana</i>	6,5
	<i>Codekia pectinella</i> (Lucinidae)	6,0
	<i>Phacoides pectinatus</i> (Pelecypodos)	2,0
MOLUSCOS (Gasterópodos)	<i>Latirus brevicaudatus</i> (Fascioliariidae)	3,5
	<i>Mohnia sp.</i> (Buciniidae)	3,0
	<i>Olivella perplexa</i> (Olividae)	2,5
	<i>Olivella sp.</i>	1,0
	<i>Rissoina cancellata</i> (Rissoidae)	4,0
	<i>Natica sp.</i> (Naticaeae)	0,5
		Total: 47.5 Ind/ m <sup>2</sup>

La abundancia en la estación 2 representó el segundo lugar con 16 individuos/m<sup>2</sup> (cuadro 4, Figura 2 y 4), estación 4 (6,5 individuos/m<sup>2</sup>) y por último la estación 3 (1 individuos/m<sup>2</sup>). Algunos restos de moluscos (conchas) encontrados en la estación 1 son de aguas someras (15) (*Trigoniocardia antillarum* y *Latirus brevicaudatus*, por ejemplo) sin embargo, la mayoría de los especímenes encontrados fueron conchas, las cuales presentaron cierto nivel de erosión, pudiendo indicar esto arrastre del material calcáreo desde zonas menos profundas. Los moluscos *Trigoniocardia antillarum* y *Latirus brevicaudatus*



**Figura 2.** Abundancia individuos/m<sup>2</sup> vs Número de Estaciones.



**Figura 3.** Abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) en la estación 1.

fueron los organismos con mayor abundancia con un total de 23,5 individuos/m<sup>2</sup> (Fig. 3, 4 y 6). Se encontró restos de esqueletos de Equinodermos Echinoideos (Erizos) en la estación 4, siendo factible por la cercanía a las costas de la Guajira en este

punto, pudiendo estos restos ser arrastrados desde zonas de aguas más someras. Algunas discontinuidades en el ámbito de distribución de ciertas especies pueden indicar limitaciones relacionadas con el muestreo. La recolecta de especies con dragas

y redes de arrastre operadas desde una embarcación puede ser una fuente de error debido a que los instrumentos de muestreo usualmente difieren en su eficiencia dependiendo del tipo

**Cuadro 4**  
Abundancia de macroinvertebrados bentónicos, Estación 2

Grupo	Organismo	Abundancia en m <sup>2</sup>
MOLUSCOS (Bivalvos)	<i>Trigoniocardia antillarum</i> (Cardiidae)	8,5
	<i>Corbula contrata</i> (Corbulariidae)	2,0
	<i>Pitar sp.</i> (Venerideae)	0,5
	<i>Dentalium texasianum</i> (Denteliidae)	2,0
MOLUSCOS (Gasterópodos)	<i>Latirus brevicaudatus</i> (Fascioliariidae)	1,5
CRUSTÁCEOS (Decápodos)	<i>Myrthax</i> (Mitracidos)	0,5
ANÉLIDA	<i>Nereis</i> (Poliquetos)	1,0
		Total 16 Ind/ m <sup>2</sup>

**Cuadro 5**  
Abundancia de macroinvertebrados bentónicos, Estación 3

Grupo	Organismo	Abundancia en m <sup>2</sup>
MOLUSCOS (Bivalvos)	<i>Pitar sp.</i> (Venerideae)	0,5
ANÉLIDA	(Galería de poliqueto)	0,5
		Total: 1 Ind/ m <sup>2</sup>

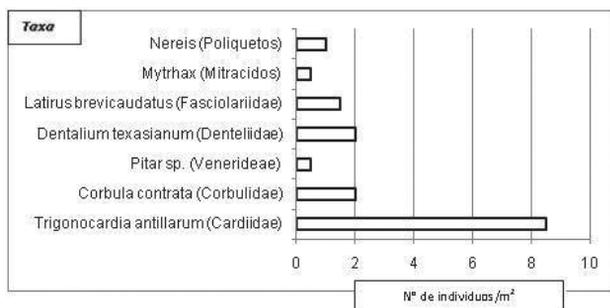
de sustrato encontrado en el área muestreada (13, 14).

La figura 7 muestra los porcentajes de abundancia en los diferentes grupos de los macroinvertebrados. El grupo con mayor número de especies correspondió a los moluscos bivalvos, con el 72% de abundancia, seguido de los moluscos gaste-

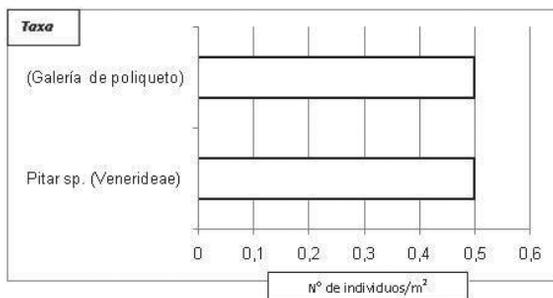
**Cuadro 6**

Abundancia de macroinvertebrados bentónicos, Estación 4

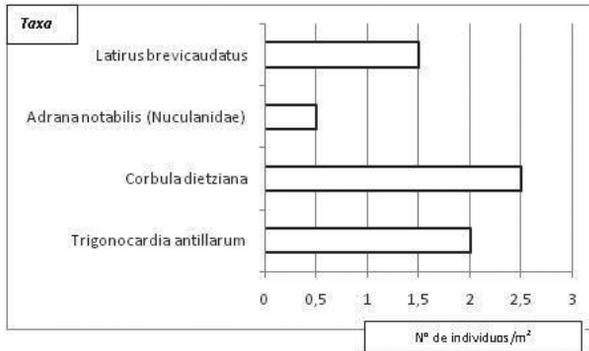
Grupo	Organismo	Abundancia en m <sup>2</sup>
MOLUSCOS (Bivalvos)	<i>Trigoniocardia antillarum</i>	2,0
	<i>Corbula dietziana</i>	2,5
	<i>Adrana notabilis</i> (Nuculanidae)	0,5
MOLUSCOS (Gasterópodos)	<i>Latirus brevicaudatus</i>	1,5
		Total: 6,5 Ind/m <sup>2</sup>



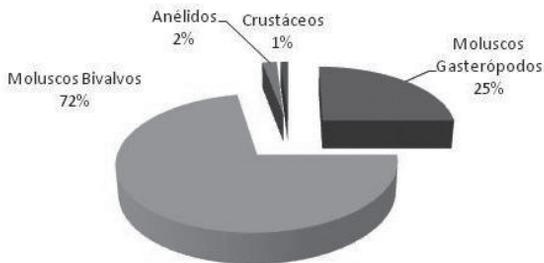
**Figura 4.** Abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) en la estación 2.



**Figura 5.** Abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) en la estación 3.



**Figura 6.** Abundancia (individuos/m<sup>2</sup>) en la estación 4.



**Figura 7.** Porcentajes de abundancia de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio.

rópodos con 25%, los menores organismos fueron los anélidos con el 2% y los crustáceos (1%). Estudios realizados al sur del Golfo de Paria, encontraron que los mayores valores de riqueza específica fueron para el filo Molusca, con más del 60% de la abundancia de especies (3).

Estudios realizados por Reyes (10) encontraron en algunas playas de la alta Guajira Venezolana mayor diversidad de mo-

luscus, incluyendo nuevos registros, en esta investigación citada los gasterópodos representaron el grupo mayoritario (63,3 %), estableciendo esto una posible diferencia en las dinámicas poblacionales en zonas más profundas del golfo donde los bivalvos poseen mayor abundancia (72 %). De igual manera investigaciones realizadas en las costas del estado Falcón establecieron mayor abundancia de gasteró-

podos (56, 4%) que de bivalvos (43,6 %). (2)

En las zonas cercanas a las costas de la península de Paraguaná del estado Falcón, se registró mayor abundancia (Fig. 3 y 4). Según (2) obtuvieron 305 especies, teniendo los gasterópodos el mayor porcentaje (56,4 %) pudiendo esto explicar la mayor abundancia en las estaciones cercanas a las costas falconianas. No obstante, en las costas de la Guajira se registraron 180 especies (10) esto puede indicar el descenso de la abundancia en las estaciones cercanas a las costas de la península de la Guajira (Fig. 5 y 6).

La mayor abundancia y riqueza de especies de moluscos macrobentónicos en sustratos duros y blandos es bien conocida en los ecosistemas marinos, las playas rocosas y las comunidades coralinas, representan hábitats de gran heterogeneidad que ofrecen protección, alimentos y cier-

tas condiciones para la reproducción y desarrollo de estos invertebrados, además de ser accesibles para el hombre, por lo que son ambientes que deben ser estudiados.

## CONCLUSIONES

Los organismos encontrados en el presente estudio indican la importancia de los moluscos bivalvos en las comunidades bentónicas del Golfo de Venezuela. Los bivalvos representaron el taxón más abundante y diverso de los moluscos. Ambos, gasterópodos y bivalvos forman un grupo dominado por un pequeño número de especies. Las especies *Trigoniocardia* y *Latirus* constituyen la mayoría de los individuos.

La abundancia de los organismos no muestra relación con los parámetros fisicoquímicos. Los organismos dominantes son los moluscos bivalvos (72 %), luego los gasterópodos (25%), anélidos (2%) y crustáceos (1%).

## Literatura citada

- (1) Alba, J. Pardo, I. Prat, N. Pujante, A. (2005). Protocolos de Análisis y muestreo para Invertebrados Bentónicos. Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio del Ambiente. España.
- (2) Bitter, S. Martínez, R. (2001). Inventario de los moluscos marinos en las costas del estado Falcón, Venezuela. Acta Biológica Venezolana. 21 (1): 21-41.
- (3) Capelo, J. Gutiérrez, J. Rada, M. Buitriago, J. Narváez, J. (2007). Biodiversidad de las comunidades de bentos del sur del golfo de Paria, Venezuela. Memoria de Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Vol. 67. N° 168.
- (4) Casler, C. García, L. Sangronis, C. (2011). El Cangrejo Azul en el Sistema de

- Maracaibo. Centro de Estudios del Lago. UNERMB.
- (5) Espinoza, N. Morales, F. (2008). Macroinvertebrados Bentónicos de la Laguna Las Peonías, Estado Zulia, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Vol. 42. N° 3. L.U.Z.
  - (6) Espinoza, N. Guerrero, N. Barrios, H. Morales, F. (2011). Parámetros poblacionales de la almeja estuarina *Rangia sp.* (Bivalvia: Mactridae) en la playa Curarire, estado Zulia, Venezuela. Revista de La Universidad del Zulia. Ciencias Exactas Naturales y de la Salud. Año 2, N° 3.
  - (7) Gray, J. S., A. D. McIntyre y J. Stirn (1992). Manual of methods in aquatic environment research. Part 11. Biological assessment of marine pollution with particular reference to benthos. FAO Fisheries Technical Papers 324: 1-49.
  - (8) Margalef R., (1974). Ecología. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. España.
  - (9) Pascal, E. (2011). Invertebrados Bentónicos como Indicadores de Impacto Ambiental. Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt". Ponencia del I Ciclo de Conferencias del Departamento de Ciencias Naturales de la UNERMB "Llevando los Saberes a la Comunidad". Cabimas, Estado Zulia.
  - (10) Reyes, J. Flores, A. Carruyo, J. Casler, C. Narciso, S. Nava, M. Guerra, A. (2007). Moluscos gasterópodos y bivalvos de la alta Guajira, estado Zulia, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Vol. 41, N° 3, LUZ.
  - (11) Rodríguez, G. (1972). Las comunidades bentónicas. Pp. 563-600. *En*: Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Ed.), Ecología marina. Editorial Dossat S.A., Caracas
  - (12) Rodríguez, G. (2000). El Sistema de Maracaibo. Biología y Ambiente. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Departamento de Ecología.
  - (13) Sanders H.L, Hessler R.R (1969) Ecology of the deep-sea benthos. Science 163: 1419-1424
  - (14) Sangronis, C. García-Pinto, L. Buonocore, R. Briceño, H. (1998). Presencia de postlarvas y juveniles del camarón blanco (*Penaeus schmitti*), en la Ciénaga de Los Olivitos. Estuario de Maracaibo y su relación con factores físico-químicos. Revista Investigaciones Científicas de la UNERMB. Vol. 4, N° 1.
  - (15) Warmke, G. Abbott, R. (1975). Caribbean Seashells. Dover Publications, Inc. New York, N. Y.

## Resumen del libro:

# SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ANÁLISIS Y MODELADO

*Alí José Carrillo Paz*

*Ingeniero Electricista, Lic. En Educación mención Matemática y Física, Master en Telemática, Dr. en Ciencias de la Educación. Docente adscrito al Programa Ingeniería y Tecnología de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Email: alicarrillo@cantv.net*

## RESUMEN

En las últimas décadas la sociedad industrializada hace un uso extenso de los sistemas automatizados. Tanto en la vida cotidiana, como en la industria, se destacan sistemas de control que regulan magnitudes de temperatura, presión, flujo, seguridad, electrónica y la robótica en lo concierne al desarrollo de microcontroladores y los sistemas inalámbricos; hoy en día todo es controlado, con el objeto de optimizar y mejorar el desempeño de los procesos dentro de los sistemas automatizados manteniéndolos dentro de parámetros preestablecidos en los requerimientos del cliente (Sociedad industrial). Por ello es necesario un adecuado estudio de los sistemas a controlar así como también un buen nivel de conocimientos referente al análisis y diseño de los sistemas de Control.

El notable desarrollo de la informática y la electrónica, han permitido la incorporación de nuevas técnicas y procedimientos que para un determinado proceso, resuelven problemas de teoría clásica de control, por su puesto basándose en los métodos clásicos de diseño im-

plantados a mediados del siglo pasado; por ello es primordial el estudio preeliminar de la teoría clásica de control de sistemas, a partir de la relación de entrada-salida.

Por esta causa la ingeniería de sistemas de control forma parte del plan de estudios de nume-

rosas escuelas de Ingeniería así como en facultades de ciencias. En la actualidad existen numerosas obras de prestigiosos autores que brindan al estudiante y al profesional un medio adecuado para la comprensión de las técnicas clásicas de control de los sistemas. Sin embargo, tanto profesores como estudiantes de estas asignaturas han demandado la falta de textos que se adapten de manera organizada a los programas vigentes en diferentes Universidades, de ello que no se escapan los cursos de sistemas de control clásico (teoría de control clásico) que imparto, lo cual requiero de la recomendación de varias obras para abordar el contenido programático de dicha asignatura. Aunado a esto, los problemas de traducción que presentan muchas de estas obras, hacen que dificulten la comprensión de los contenidos de la materia.

Este libro **Sistemas Automáticos de Control**, Fundamentos Básicos de Análisis y Modelado está escrito de acuerdo al contenido usual de un primer curso de sistemas de control (Teoría Clásica de Control y sus fundamentos); los capítulos se han estructurado adaptándolos al desarrollo del mencionado curso, desarrollándose en ellos los conceptos fundamentales para el análisis y modelado de con-

trol de sistemas.

El libro se ha estructurado en seis capítulos, el primer capítulo dedica a la introducción de los sistemas de control; el segundo capítulo incluye las bases matemáticas fundamentales (Transformada de Laplace y su aplicación); el tercer capítulo se dedica la teoría de diagramas de bloque, gráficos de flujo de señal y las aplicaciones a las ecuaciones diferenciales o sistemas de ecuaciones diferenciales, también se incorpora la construcción de las ecuaciones de estado (Variable de Estado), partiendo de una o de un sistema de ecuaciones diferenciales; el cuarto capítulo estudia el modelado de los sistemas físicos, específicamente eléctricos, mecánicos y electromecánicos donde se destaca su representación mediante variables de estado y los métodos de solución para obtener las variables de estado, incorporando la los conceptos de observabilidad y controlabilidad de los sistemas; el quinto capítulo realiza un análisis detallado de las respuestas en el tiempo, los errores de estado permanente y los controladores en los sistemas., el capítulos seis y siete trata de los métodos de estudio de la estabilidad de los sistemas de control y el estudio del comportamiento de los sistemas usando el método de

lugar geométrico de raíces.

La elaboración de este libro esta orientado a los cursos de sistemas de control clásico y espero que sea de gran utilidad a estudiantes y profesores de las cátedras en el proceso de aprendizaje de la asignatura; también estoy abierto a la crítica constructiva para la mejora de esta obra.

## **INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL**

### **1.1 Introducción**

El control automático ha desempeñado un papel muy importante en el avance de la ingeniería y la ciencia. Además de su aporte en la construcción de los vehículos espaciales, misiles teledirigidos y la robótica. Como los avances en la teoría y la práctica del control automático ofrecen los fundamentos necesarios para obtener un comportamiento óptimo de los sistemas dinámicos, mejorar u optimizar los procesos con el objeto de obtener mejores resultados y simplificar el trabajo de muchas operaciones manuales rutinarias, así como otras actividades, la ingeniería trata de comprender y controlar las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad. La Ingeniería de Con-

trol se basa en los fundamentos de la teoría de realimentación y análisis de sistemas lineales, integrando la teoría de redes y de comunicación; por esta razón, la teoría de control no está limitada a un área específica de la ingeniería, sino que es aplicable a las ingenierías aeronáutica, civil, química, mecánica y eléctrica. Por tanto analiza la dinámica de todo tipo de sistemas e incrementa el control de los mismos.

### **1.2 introducción a los sistemas de control**

La pregunta que nos hacemos comúnmente al iniciar el estudio de la teoría de control es la siguiente: ¿Qué es un Sistema de Control? Existen muchas definiciones, sin embargo, el concepto que usaremos está basado en los objetivos que se persiguen al tratar de controlar un sistema, para que opere bajo parámetros definidos previamente; definimos un *sistema de control* como el conjunto de elementos que funcionan de manera concatenada para proporcionar una salida o respuesta deseada.

Los componentes básicos de un sistema de control pueden ser descritos por:

- a) Objetivos de Control
- b) Componentes del sistema de control
- c) Resultados o salida

La relación básica entre estos tres componentes se muestra en la Fig. 1; los objetivos de control pueden ser identificados como entradas o señales entrantes, los resultados son considerados las

salidas o las variables controladas; en general, el objetivo del sistema de control es controlar la salida de manera ordenada actuando los elementos de control sobre la señal de entrada.

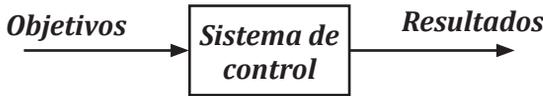


Fig. 1. Componentes básicos de un sistema de control.

### 1.3 Ejemplos de Sistemas de Control

#### 1.3.1 Sistema de Control de Velocidad

En el sistema de control de

velocidad mostrado en la Fig. 2, desarrollado por James Watt, la cantidad de combustible que admite la máquina se ajusta de acuerdo con la diferencia de velocidad establecida como parámetro de operación (*Objetivo de*

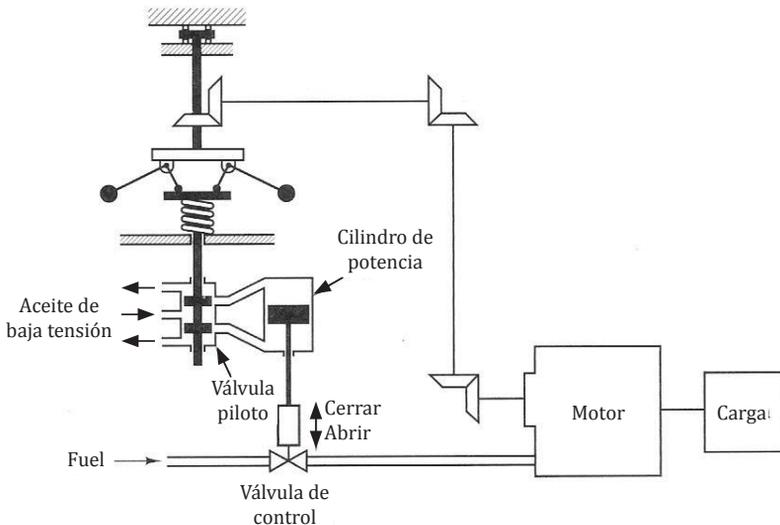


Fig. 2. Sistema de control de velocidad.

Control) y la velocidad real de la maquina; el funcionamiento se describe así: el regulador de velocidad se ajusta de manera que al alcanzar la velocidad deseada, no fluya aceite a presión a ningún lado del cilindro de potencia; si la velocidad real cae por debajo de la velocidad deseada debido a una perturbación, la disminución de la fuerza centrífuga del regulador de velocidad hace que la válvula de control se mueva hacia abajo, aportando mas combustible y la velocidad del motor aumenta hasta alcanzar el valor deseado, así mismo, si la velocidad del motor aumenta por encima del valor deseado, el incremento de la fuerza centrífuga hace que la válvula de control se mueva hacia arriba, esto disminuye la entrega de combustible y la velocidad del motor disminuye hasta alcanzar el valor deseado. En este sistema la variable controlada (sali-

da) es la velocidad del motor y el sistema de control es la máquina, y la entrada es el combustible (gasolina).

### 1.3.2 Sistemas de Control de Temperatura

En la Fig. 3 se muestra la arquitectura del sistema de control de temperatura de un horno eléctrico; la temperatura se mide con un termómetro, el cual es un dispositivo analógico; esta medición se convierte en datos digitales mediante un convertidor analógico - digital (convertidor A/D), este dato digital se introduce en el controlador a través de una interfaz, se compara con la temperatura programada o deseada y si hay una diferencia el controlador (computador) envía una señal al calefactor a través de una interfaz, amplificador y relé para que la temperatura disminuya o

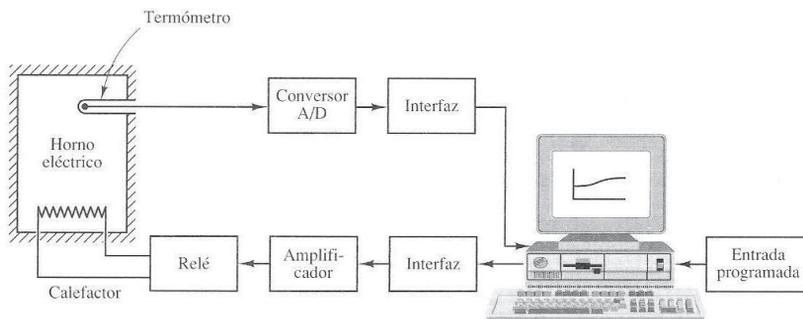


Fig. 3. Sistema de control de temperatura.

aumente según sea el caso, a la temperatura deseada. La salida del sistema es la temperatura y el controlador es el computador, y la entrada es la señal del termómetro.

### 1.3.3 Sistema de Control de Nivel

Durante las horas de sol en el

día la celda solar produce electricidad haciendo que opere el motor, éste hace que la bomba succione el agua desde el pozo para llevarla hasta el reservorio ubicado en la montaña y durante las primeras horas de la mañana, el agua es entregada por medio de un sistema de irrigación a la comunidad (véase la Fig. 4).

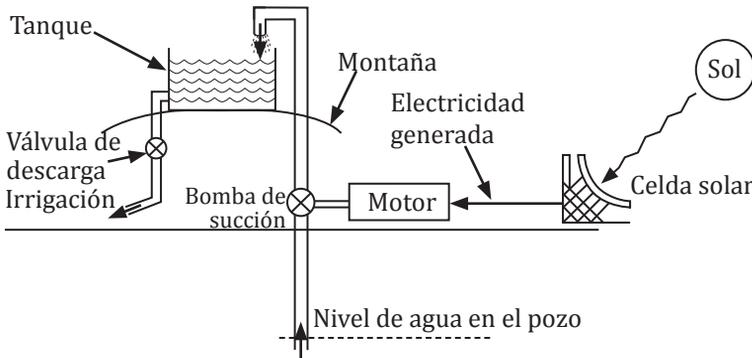


Fig. 4. Sistema de seguimiento solar para el suministro de agua.

## 1.4 Conceptos Básicos de Teoría de Control

**1.4.1 Planta:** Se designa como planta a cualquier objeto físico que ha de ser controlado (como horno, reactor químico o un vehículo espacial). En forma más general, la planta es la instalación de un sistema destinada a realizar un proceso determinado.

**1.4.2 Proceso:** Es una operación progresivamente continua,

caracterizada por una serie de cambios graduales con tendencia a producir un resultado final de un objetivo determinado. En adelante, se entenderá por proceso cualquier operación que se vaya a controlar.

**1.4.3 Sistema:** Es el conjunto de elementos interconectados y organizados en iteración dinámica operando con un objetivo determinado.

**1.4.4 Entrada:** se entiende como entrada o estímulo una

señal de excitación que se aplica a un sistema de control. Las hay de referencia y perturbadoras. La referencia es aquella que se aplica a voluntad del usuario con el fin de encontrar una respuesta deseada. La perturbadora es una entrada no deseada y no previsible que afecta adversamente el valor de la salida del sistema; éstas pueden tener origen interno (generada por la misma planta) o externo.

**1.4.5 Salida:** Se define como salida la respuesta de un sistema a un estímulo dado (variable controlada).

**1.4.6 Control:** Desde el punto de vista de ingeniería se define como la regulación en forma predeterminada de la energía suministrada al sistema, buscando un comportamiento deseado del mismo.

**1.4.7 Tipos de Sistemas de Control:** los tipos de sistemas de control más comunes son los sistemas de control a lazo abierto y los sistemas de control a lazo cerrado

**1.4.8 Sistema de control a lazo abierto:** es aquel sistema

de control en el que la salida no es afectada por la señal de entrada. La salida no se realimenta para compararla con la entrada. Los elementos de un sistema a lazo abierto usualmente están divididos en dos partes, el controlador y el proceso controlado, véase la Fig. 5. Un ejemplo práctico es una lavadora automática; el remojo, el centrifugado y el lavado operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, la limpieza de la ropa. Otro ejemplo es el control de tráfico, éste está basado para operar sobre un tiempo fijado, pero no mide su respuesta que es tráfico.

**1.4.9 Sistema de control a lazo cerrado (Control Realimentado):** En el sistema de control a lazo cerrado, el controlador se alimenta de la señal de error de desempeño, la cual representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El termino lazo cerrado siempre indica una acción de con-

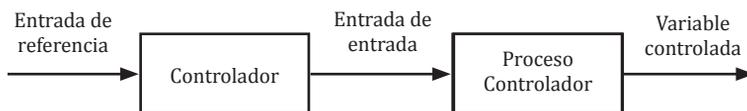


Fig. 5. Elementos de sistema de control a lazo abierto.

trol realimentado para reducir el error del sistema, Fig. 6. Una de las ventajas importantes que presenta este tipo de sistema de control es que se hace insensible a las perturbaciones y mantiene su exactitud; de la comparación de la señal realimentada y la señal de entrada resulta la señal de error, la que es minimizada con la acción de control. Sus principios son aplicables a siste-

mas que presentan perturbaciones o variaciones imprevisibles en los componentes del sistema.

**1.4.10 Servomecanismo:** Es un sistema de control mecánico realimentado (lazo cerrado) que involucra partes en movimiento accionadas por un motor y cuya función es controlar posición, velocidad o aceleración mecánica.

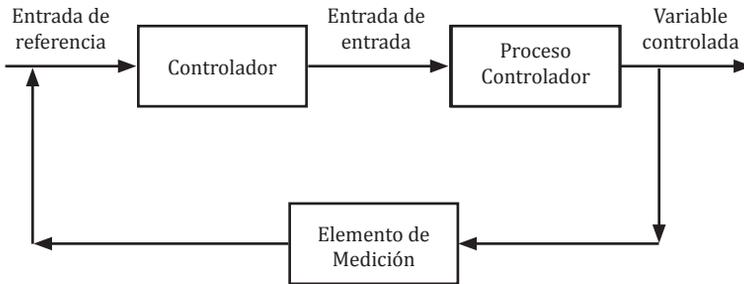


Fig. 6. Sistema de control a lazo cerrado.

## 1.5 análisis de la realimentación

### La Realimentación Simple:

En un sistema realimentado, se caracteriza por el hecho que la variable controlada sea temperatura, la velocidad o presión, entre otras variables son medidas por un sensor y esta información medida es regresada al controlador que influye sobre la variable controlada, el principio es fácilmente ilustrado en un muy común sistema de calef-

ción casero, controlado por un termostato. Los componentes de este sistema y sus conexiones son ilustrados en la Fig. 7, la figura identifica la mayor parte del sistema y muestra la dirección del flujo de información de un componente a otro. Se Realiza muy fácilmente un análisis cualitativo de la operación de este sistema. Supóngase que la temperatura de la casa donde esta ubicado el termostato y la temperatura exterior esta muy por debajo de la temperatu-

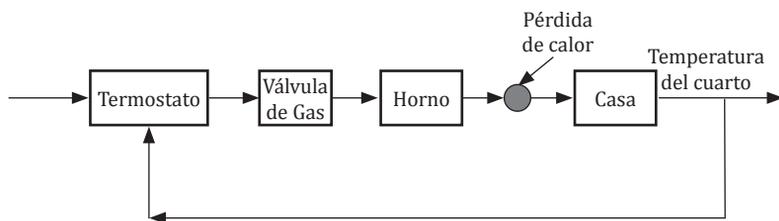


Fig. 7. Sistema de control de temperatura de horno casero.

ra deseada, cuando se aplica la energía. El termostato estará en activo, transmitiendo energía a la válvula gas del horno o caldera, que se abrirá, haciendo que se encienda el horno o caldera, que funcione el ventilador para que entre calor a la casa, Si el calentador (horno o Caldera) esta bien diseñado, la cantidad de calor en la entrada será mucho mayor que las perdidas de calor y la temperatura del cuarto aumentara hasta exceder el punto de operación del termostato en una pequeña cantidad. En este

momento se apagara el horno o caldera, y la temperatura del cuarto tendra a tomar el valor externo. Cuando esta baja un grado o más por debajo del punto de operación del termostato, éste se activa de nuevo y el ciclo se repite manteniendo el cuarto dentro de un rango de temperatura deseada. A partir de este ejemplo se pueden identificar los componentes genéricos de un sistema de control realimentado elemental, el cual se ilustra en la fig. 7.1.

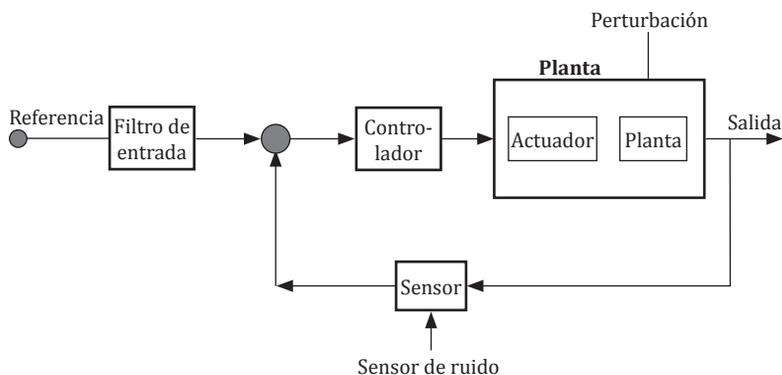


Fig. 7.1. Diagrama de bloque de un sistema de control realimentado simple.

El componente central es el proceso o planta, cuya variable será controlada. En nuestro ejemplo ilustrativo, la planta es el cuarto. La señal de salida es la temperatura en el cuarto y la señal de perturbación es el flujo de calor del cuarto debido a la conducción a través de las paredes a la temperatura exterior mas baja.(El flujo de calor depende del viento y las puertas abiertas etc.) El actuador es el dispositivo que puede influir en el proceso, en nuestro caso es la caldera a gas.

En realidad el horno o caldera tiene una luz piloto, la cual implica usualmente retroalimentación, una válvula de gas, que también implica retroalimentación y un ventilador que con varios controles para el ciclo de operación de encendido y apagado sin realimentación, basado en el hecho de la operación eficiente del sistema. Estos detalles se mencionan para ilustrar que muchos sistemas realimentados contienen componentes que forman ellos mismos otros sistemas realimentados. El componente que designamos termostato en la fig. 7 se ha dividido en tres partes en la fig. 7.1 son la referencia, sensores de salida y comparador (Símbolo de adición). Para propósitos de control, hay que medir la variable de salida (Temperatura del

cuarto), medir la variable de referencia (Temperatura deseada) y compararlas.

El valor de la realimentación puede ser demostrada fácilmente por un análisis cuantitativo de un modelo simplificado de un sistema, el control de la velocidad crucero de un automóvil mostrado en la fig. 7.2. El estudio de esta situación analíticamente necesita un modelo matemático de nuestro sistema en forma de un conjunto de relaciones cuantitativas también de variables.

En este ejemplo ignoramos la respuesta dinámica del automóvil y solo consideramos el comportamiento. Además asumimos el rango de velocidad que será usado por el sistema, podemos considerarlo una relación lineal, luego de medir la velocidad del vehículo en un camino nivelado a 65 MPH, encontramos que el cambio de un 1 grado en el ángulo de apertura (Nuestro de control de Variable) causa un cambio de 10 MPH en la velocidad. Las observaciones realizadas mientras manejaba en la subida y bajada de una montaña, estas arrojaron que cuando el grado de inclinación cambia en 1%, medimos un cambio de velocidad de 5 MPH. El medidor de velocidad opero con una exactitud de una fracción 1MPH el cual era considerado muy exacto.

Para concluir quiero aclarar que

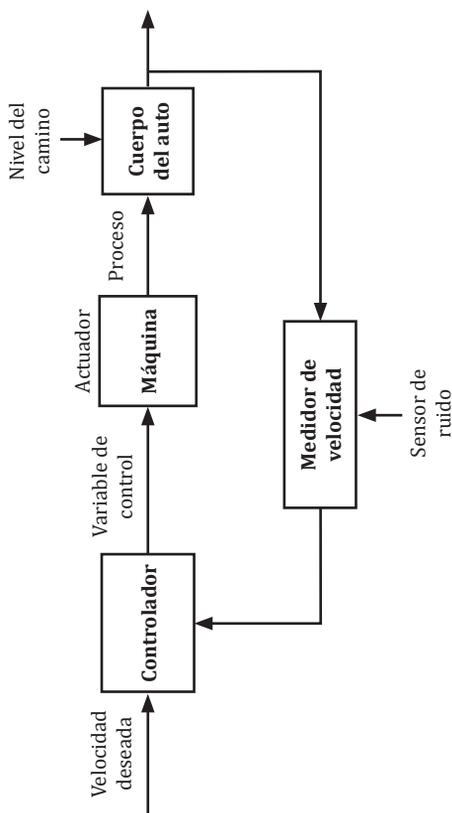


Fig. 7.2. Sistema de control de velocidad crucero en un automóvil.

algunos autores utilizan la palabra retroalimentado y algunos otros la palabra realimentado, como esta palabra viene de la

traducción en inglés feedback, en ambos casos significan lo mismo.

## REFERENCIAS

1. D'azzo, John and Houpis, Constantine: Linear Control System Analysis and Desing: Mcgraw-Hill 4 Ed. New York 1995.
2. Dorf, Richard and Bishop, Robert: Sistemas de Control Moderno, Pearson 10ma Ed. España 2006.
3. Dorsey, John: Sistemas de Control Continuos y Discretos, Mcgraw-Hill 1era Ed. Mexico 2003

4. *Kuo, Benjamin and Golnaraghi, Farid: Automatic Control System: Wyle and Sons. 8va Ed. New York 2003.*
5. *Ogata, Katsuhito: Ingeniería de Control Moderna, Pearson 4ta Ed. España 2002.*
6. *Phillips, Charles and Harbor, Royce: Feedback Control Systems: Prentice Hall 3era Ed. 1996.*
7. *Valencia, Hernán: Sistemas Automáticos de Control, Serie Nabra Delta, Universidad Pontificia Bolivariana.1997*
8. *Fongiel M.: Automatic Control System/Robotics, Research and Education Association 1er Ed.*



## ***POLÍTICA EDITORIAL***

---

### **Objetivos y Alcances**

La Revista Investigaciones Científicas de la UNERMB, es una publicación periódica de carácter científico y tecnológico al servicio de la comunidad universitaria venezolana, así como del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación implementado por el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología. Es editada semestralmente por el Programa Investigación de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, teniendo circulación nacional e internacional. Está dirigida a investigadores, profesionales, profesores y estudiantes de las ciencias aplicadas, agroalimentaria, ingeniería, veterinaria, ciencias de la salud, matemática, biología, química, ecología, extensionistas y a quienes trabajan en diversos campos del conocimiento aplicado.

La Revista tiene por objeto divulgar artículos originales e inéditos derivados de la investigación y experimentación en las diferentes áreas de las ciencias mencionadas. Publica artículos científicos (investigaciones originales), artículos tecnológicos (aplicaciones de la ciencia), artículos de revisión, comentarios científicos, resúmenes de tesis de pre y post-grado, doctorado, así como notas y avances de investigación que aporten soluciones y nuevas perspectivas a la ciencia. También acepta ensayos (artículos de reflexión) que estimulen el debate acerca de aspectos científicos o tecnológicos relevantes, desarrollados bajo una óptica crítica, proactiva y prospectiva. Lo anterior enmarcado en altos estándares de rigor científico y calidad editorial.

El Comité Editorial se reserva el derecho de rechazar o aceptar los materiales enviados para su publicación. Todos los artículos enviados son revisados y analizados por dos (2) evaluadores o árbitros: uno interno y otro externo a la universidad, de alto nivel científico, seleccionados por el Comité Editorial y el Director de la revista. Si los artículos son aceptados para publicación, los autores deberán corregirlos según las observaciones de los pares de evaluación y en el período de tiempo otorgado para ello por el Editor; si dos árbitros consideran que el material no tiene el nivel para poder publicarse, éste será rechazado. Los autores de los artículos deberán ajustarse a las normas establecidas por el Comité Editorial en la sección "Instrucciones a los autores". Los materiales de texto e ilustración deben ser enviados al Director de la revista por triplicado. Aquellos artículos que no se ajusten a estas pautas serán devueltos antes de ser considerados para su evaluación.



## ***INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES***

---

### **1. General.**

La Revista Investigaciones Científicas de la UNERMB, publica artículos científicos, notas técnicas, comunicaciones rápidas y artículos invitados (revisiones) originales e inéditos de autores interesados en los campos de Ingeniería, Biología, Química, Ciencias de la Salud, Ciencias Ambientales, Ciencias Agrícolas, Veterinaria y Ciencias aplicadas en general.

Los manuscritos remitidos para publicación y las comunicaciones relacionadas con asuntos editoriales deben ser remitidas al Director de la Revista Investigaciones Científicas de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB). Av. Intercomunal, sector Bello Monte, Quinta Ghirlandina, Cabimas, Estado Zulia, Código Postal 4013, Email: revivcienc@gmail.com, cesartimaure@yahoo.com Telef. /fax (0264) 241-41-87, 0416-3606469.

Los manuscritos deben estar escrito en idioma castellano con un resumen en castellano, e inglés.

Los manuscritos deben ser remitidos por triplicado, incluyendo una copia del archivo original en digital (CD). El documento no debe exceder las 20 cuartillas (10 para notas técnicas), incluyendo cuadros y gráficos. El artículo debe ser consignado acompañado de una autorización de publicación firmada por todos los coautores, cuyo modelo se anexa.

Todos los manuscritos serán enviados a dos árbitros para su revisión. En este sentido, los autores deberán enviar en una comunicación anexa, una lista de cinco (5), posibles árbitros, nacionales y/o extranjeros, con sus respectivas direcciones postales completas, teléfonos y correos electrónicos.

### **2. Presentación.**

- 2.1 Los manuscritos deben ser transcritos en un procesador de palabras MS-WORD versión actualizada, con el tipo de letra Arial, tamaño 12.
- 2.2 El diseño de la página debe incluir los siguientes parámetros papel tamaño carta (8,5" x 11" o 21,59 cm. x 27,94 cm.) impreso en un solo lado del papel, dejando márgenes amplios (2,5 cm.) con

la numeración de páginas debajo y centrada, y utilizando un espacio interlineal doble.

- 2.3 Los trabajos deben estar divididos en secciones en el orden siguiente: Título en español, Título en inglés, Autores dirección postal institucional precisa (incluir Email), Resumen, Palabras claves, Abstract, key words, Introducción (incluye la revisión de literatura), Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Literatura citada. Los cuadros y figuras deben ir en el texto.
- 2.4 Las subvenciones y autor al cual debe enviarse la correspondencia deben incluirse como nota al pie de la página.
- 2.5 No deben utilizarse letras mayúsculas, excepto para incluir títulos, subtítulos, párrafos después de punto y aparte o punto y seguido y nombres propios.
- 2.6 Las citas en el texto se deben indicar por el número entre paréntesis correspondiente a la literatura citada. No se deben utilizar referencias en el resumen ni en el Abstract.

### 3. Resumen y Abstract.

No deben exceder las 200 palabras, incluyendo: justificación, objetivos materiales y métodos, resultados y conclusiones en forma breve. Deben estar escritos en un solo párrafo, con espacio sencillo y en hojas separadas. Al final del resumen deben colocarse de tres a seis palabras claves que indiquen el contenido del artículo científico o de la nota técnica.

### 4. Introducción

Incluir justificación, breve revisión de la literatura actualizada del tópico en estudio y finalizar con los objetivos de la investigación.

### 5. Materiales y métodos.

Se deben especificar los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación, incluyendo marcas registradas (de ser el caso). En lo posible se deben especificar los métodos y técnicas empleados mediante referencias, a menos que se trate de métodos poco usuales o novedosos. Los métodos de análisis estadísticos empleados en la investigación, deben ser especificados al igual que los programas empleados (software). En esta sección el arreglo debe ser en forma cronológica, de tal manera que cualquier investigador pueda repetir dichas técnicas. Se puede hacer referencia a cuadros, figuras y diagramas. Los números decimales se señalan con

comas.

## 6. Resultados y discusión.

Los resultados deben ser analizados en base a lo obtenido en investigaciones previas y relacionadas con mecanismo y procesos científicos, destacando los hallazgos relevantes de la investigación. Es importante finalizar esta sección con un párrafo donde se reflejen las implicaciones prácticas o teóricas de la investigación.

Se puede colocar, en caso de ser necesario, un aparte de Agradecimientos, señalando a personas, instituciones, becas, que hayan realizado un aporte importante al trabajo de investigación.

## 7. Literatura citada.

7.1 La literatura citada debe ser de fácil acceso para cualquier lector, deben evitarse las citas de tesis de grado, resúmenes de eventos científicos, mimeografías. La literatura debe estar ordenadas alfabéticamente y numeradas.

7.2 Se deben realizar las abreviaturas convencionales internacionalmente aceptadas para los nombres de las revistas y publicaciones periódicas (referirse al World List Of Scientific Periodicals).

7.3 Artículos de revistas arbitradas.

Angulo, F., M. Molero, F. Escalona, J. Muñoz, Z. Mármol y R. Ramírez. 2007. Prevalencia y dinámica de HPG mensual de Fasciola hepática y otros helmintos en un rebaño bovino de una zona inundable tropical. *Rev. Cientif. FCV-LUZ*. Vol. XVII, Nº 2, 111-116.

7.4 Libros.

Romero, R. y L. Zúñica. 2005. *Métodos Estadísticos en Ingeniería*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

7.5 Capítulos dentro de libros.

Faria-Mármol J., González B. 2008. Nuevas especies de gramíneas forrajeras para el desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos de Doble Propósito. En: *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. C. González-Stagnaro, N. Madrid Bury, E. Soto Belloso (Eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo-Venezuela. Cap. XXIX: 363-371

7.6 Reportes técnicos.

Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. *Atlas Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo*. Tecnicolor S. A. Caracas. Venezuela.

7.7 Publicaciones gubernamentales.

Morales, D., E. Fuenmayor, J. Colina, A. Sánchez y L. Arias. 1982. Diagnostico agroecológico de la región zuliana. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Serie C N° 1-05. FONAIAP Ed. Maracaibo, Venezuela.

7.8 Programas y Software.

SAS Institute, Inc. 1985. SAS user's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

7.9 No se aceptan referencias electrónicas, a menos que sean trabajos arbitrados, boletines o comunicaciones respaldadas por instituciones científicas. Evite el uso excesivo de estas referencias electrónicas. En caso de ser necesario, la referencia debe incluir: título, autores, lugar de origen e institución que la respalda, cita de la búsqueda y fecha. Ejemplo: Fernández, M. Manejo de la calidad de la dieta. La Mañana. Suplemento Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina (en línea). <http://www.lamañana.com.ar/01/12/02.notainta5.html>

8. Cuadros, figuras y diagramas.

8.1 Los cuadros deberán estar en el texto, en el mismo documento (archivo). Las figuras y diagramas deberán ser hechos con líneas negras sobre fondo blanco, utilizando para ello los programas graficadores actualizados. También podrá utilizarse formatos JPG, GIF, TIF o BMP. Preferiblemente deberán enviarse impresiones láser o inyección de tinta de la mayor calidad posible, sobre papel blanco y remitidos por separado.

8.2 Los cuadros, figuras, diagramas y fotos deberán identificarse con números arábigos, (sin usar el símbolo N°) y en orden consecutiva.

8.3 El lugar de ubicación de los cuadros, figuras, fotos y diagramas debe corresponder adecuadamente con la redacción del texto.

8.4 Los cuadros se titularán en la parte superior. Las figuras y diagramas se titularán en la parte inferior.

8.5 Las reproducciones de fotografías se harán en blanco y negro. La calidad de las fotografías debe ser muy buena, copiadas en papel brillante.

9. Nomenclatura.

9.1 Química y bioquímica. Los nombres de compuestos químicos deben citarse de acuerdo a Chemical abstracts (Chemical Abstracts Service, Ohio State University, Columbus) y sus índices.

9.2 La terminología bioquímica, incluyendo abreviaciones y símbolos se debe hacer de acuerdo a la Comisión de Nomenclatura Bioquímica (Comisión of Biochemical Nomenclature, SUPAC-IUB).

- 9.3 La actividad enzimática se expresará en las unidades sugeridas por: Enzyme Nomenclature (Academic Press, 1979).
  - 9.4 Puede consultar resúmenes de abreviaciones más comúnmente usadas en: Journal of Animal Science, Journal of Biological Chemistry, Archives of Biochemistry and Biophysics and the Handbook of Biochemistry (H.A. Sober, Chemical Rubber Company, Cleveland, también en [www.fao.org](http://www.fao.org) abreviaturas, siglas y equivalencias).
  - 9.5 Taxonómica. Se debe utilizar la nomenclatura binaria; nombres y géneros y categorías mayores deben ser usados solos.
  - 9.6 Genética. La aplicación de los términos fenotipo y genotipo deben usarse de acuerdo a Demerec et al. (Genetics, 54:61-74).
  - 9.7 Abreviaciones y unidades. Solo deben ser usadas unidades y abreviaciones del Sistema Internacional (SI). Las abreviaciones contempladas en el SI y/o las no estándar, deben ser explicadas cuando aparecen por primera vez en el texto. No deben usarse puntos en las abreviaturas.
10. Disposiciones finales.
- 10.1 Una vez recibidas las observaciones de los árbitros el (los) autor (es) deberá (n) regresar las correcciones en un lapso no mayor de dos (2) semanas. Cuando el trabajo sea aceptado, el (los) autor (es) será (n) informado (s) del tiempo aproximado de publicación.
  - 10.2 Cuando un trabajo es rechazado por los árbitros el mismo no será publicado.
  - 10.3 El (los) autor (es) recibirá (n) el ejemplar completo de la revista sin costo alguno.



## **MODELO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

---

Ciudad, fecha

Sr. Director

Revista Investigaciones Científicas de la UNERMB

Su Despacho.

Leídas atentamente las Instrucciones a los Autores y analizada la cobertura de la Revista Investigaciones Científicas, considero que la publicación que usted dirige es la adecuada para la difusión de nuestro trabajo, por lo que le ruego someta a la consideración de su posible publicación en la sección correspondiente, el manuscrito que, adjunto le remito titulado:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ cuyos autores son: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, de los cuales, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ será el encargado de correspondencia.

Los autores certifican que este trabajo no ha sido publicado ni en todo ni en parte por cualquier otro medio, ni está en vías de consideración para publicación en otra revista.

Los autores se responsabilizan de su contenido y de haber contribuido a la concepción, diseño y realización del trabajo, análisis e interpretación de datos, y de haber participando en la redacción del texto y sus revisiones, así como en la aprobación de la versión que finalmente se remite.

Así mismo, aceptamos la introducción de cambios en el contenido si hubiere lugar tras la revisión y de cambios en el estilo del manuscrito por parte de la redacción de la revista.

### **CESIÓN DE DERECHOS Y DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores abajo firmantes transfieren los derechos de propiedad (Copyright) del presente trabajo a la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, como organización editora y patrocinadora de la Revista.

Declaramos además estar libres de cualquier asociación personal o comercial que pueda suponer un conflicto de intereses en conexión con el artículo remitido, así como el haber respetado los principios éticos de investigación.

Firmas:

Roberto A. XXXX-XXXXX; Luis A. de XXXXXXXX; José XXXXX-XXXXXXX



## ***INSTRUCCIONES PARA LOS ÁRBITROS***

---

Lea cuidadosamente el formato “Planilla para arbitraje de artículos” anexo. Coloque fecha de recibido y cuando se realizó el arbitraje. Evalúe los siguientes aspectos:

1. **Título:** verificar si se ajusta al contenido del trabajo. Evitar las siglas y acrónimos. La extensión máxima será de 15 palabras.
2. **Resumen:** debe ajustarse a las normas establecidas por la Revista Investigaciones Científicas, las cuales aparecen en la sección “Instrucciones para los autores”.
3. **Palabras clave:** deben reflejar el contenido principal del trabajo y ser referencia para los lectores sobre la temática, a objeto de facilitar la consulta electrónica.
4. **Coherencia interna del trabajo:** examinar la relación existente entre la introducción, materiales, métodos, resultados, discusión y conclusiones.
5. **Claridad y coherencia del discurso:** comprobar que la redacción sea apropiada en términos de sintaxis y sindéresis.
6. **Organización de secciones y subsecciones:** verificar que los títulos de las secciones y subsecciones guarden relación con el contenido y la secuencia lógica del trabajo. Los encabezamientos de cada sección se escribirán a la izquierda en minúsculas y negritas.
7. **Literatura citada:** pertinente y actualizada, cumpliendo con las pautas que se especifican en las normas para los colaboradores. En las referencias solo debe aparecer la literatura citada.
8. **Aportes al conocimiento:** los resultados deben contribuir a superar el estado actual del conocimiento sobre el objeto, evidenciándose el aporte del autor.
9. **Contribución a futuras investigaciones:** las propuestas temáticas se convierten en oportunidades para explorar otros contextos o áreas de investigación.
10. **Conclusiones:** verificar que sean pertinentes, precisas y vincula-

- das con los aspectos desarrollados en el cuerpo del trabajo.
11. Tablas, cuadros y gráficos: verificar que sean de elaboración propia y estén adecuadamente referidos en el texto e identificados secuencialmente. En caso de no ser de elaboración propia, sino tomado de otro autor, se debe considerar la pertinencia e importancia de la misma en la discusión presentada. Deben indicar el título y en caso de adaptación, indicar claramente la fuente.
  12. Apreciación general: se sugiere que al concluir la evaluación se redacte una síntesis donde se presenten las correcciones específicas y otras observaciones surgidas en el proceso de arbitraje.
  13. En el formato anexo “Planilla para arbitraje de artículos”, indicar la valoración definitiva utilizando las opciones: excelente, bueno, regular y defectuoso. De igual modo, el cuadro de la decisión de publicarse o no.
  14. Para las observaciones o recomendaciones que se consideren pertinentes, utilice hojas adicionales.
  15. Finalmente, indicar los datos del árbitro en la planilla anexa.



**PLANILLA PARA ARBITRAJE DE ARTÍCULOS**

**I. Datos del Trabajo**

Título:
Fecha de recepción en RIC: / / Fecha de envío al árbitro: / /
Fecha recibido por el árbitro: / / Fecha de evaluación: / /

**II. Arbitraje**

Ítems a evaluar	Exc.	Bue.	Reg.	Def.	Justificación
Título:					
Resumen:					
Claridad y coherencia del discurso:					
Organización interna del trabajo:					
Bibliografía utilizada:					
Aportes al conocimiento del objeto tratado:					
Interpretación y conclusiones:					
Contribución a la investigación científica:					
Apreciación general:					

**III. Decisión**

**Observaciones**

Publicarse sin modificaciones	
Publicarse con ligeras modificaciones	
Publicarse con modificaciones sustanciales.	
No publicable.	

Nota: de requerir modificaciones, favor anexar hoja aparte donde se indiquen las mismas.

**IV. Datos sobre el árbitro**

Nombre:	
Institución de adscripción:	
Título del último trabajo publicado:	
Revista u otro medio:	
Fecha de publicación:	
Dirección postal, teléfono y E-mail:	

\_\_\_\_\_  
 Firma

*Ciencia y Tecnología al servicio de las comunidades*



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
 RAFAEL MARÍA BARALT  
 REVISTA INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 PUBLICACIÓN SEMESTRAL DEL  
 PROGRAMA INVESTIGACIÓN – CDCHT



**Suscripción**

2 números al año. Edición en papel

Venezuela (Precio por año)  
 Bs.F. 30

Versión CD-ROM Bs.F. 20

Número sencillo o suelto: Bs.F. 15

Número sencillo en CD-ROM: Bs.F. 10

**Subscription**

2 numbers Publisher two times a year.  
 Single Edition

Latin America and Caribbean: price one  
 year \$12

USA, Europe and Asia: \$ 12

CD-ROM: \$ 10

One single edition: \$ 10

One single CD-ROM: \$ 8

***Las solicitudes de canje y suscripción deben enviarse a:  
 (The subscription and exchange requests must be sent to)***

Revista Investigaciones Científicas. Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt”. Programa Investigación, Quinta Ghirladina, Av. Intercomunal con calle José María Vargas. N° 1. Sector Bello Monte, teléfonos 0264-2414187. Código postal 4013. Apartado postal 28, Cabimas, Estado Zulia. Venezuela.  
 www.ricunermb@com.ve Correo electrónico: contacto@ricunermb.com.ve, revivcien@gmail.com, cesartimaure@yahoo.com

Ficha de suscripción  
 Subscription form

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_  
 Name

Dirección: \_\_\_\_\_  
 Address

Teléfonos: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Apartado: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_  
 P.O Box City, zip code

Estado: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
 State: Country

La Revista Investigaciones Científicas UNERMB (NE)  
Vol. 2, N° 1 y N° 2, Enero-Diciembre, se terminó de imprimir en el  
mes de diciembre de 2011, con un tiraje de 500 ejemplares, en los  
talleres en la Imprenta Grafifor, C.A, bajo la responsabilidad del  
Fondo Editorial UNERMB. Se utilizó fuente Cambria, papel bond  
20, portada glasse 200.