



# Revista Científica UNET

República Bolivariana de Venezuela

VOL. N° 21(2):2009

JULIO-DICEMBRE, 2009

DEPÓSITO LEGAL: P.P 87-0343  
REVENCYT: RVR 001

ISSN:1316-869X11C  
LATINDEX CATÁLOGO

FONACIT: REG-2006000001





# Revista Científica UNET

República Bolivariana de Venezuela

VOL. N° 21(2):2009

JULIO-DICIEMBRE, 2009



## UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA AUTORIDADES

### RECTOR

José V. Sánchez F.

### VICERECTOR ACADÉMICO

Carlos Chacón L.

### VICERECTOR ADMINISTRATIVO

Doris Avendaño

### SECRETARIO

Oscar Medina H.

## COMITÉ EDITORIAL REVISTA CIENTÍFICA UNET

### DIRECTOR

José L. Rodríguez Pérez

### EDITOR JEFE

Gustavo Perruolo L.

## MIEMBROS COMITÉ EDITORIAL

José Luis Rodríguez

Delia Madriz

Solvey Romero

Luis Villanueva

Zuleima Valduz

Josefina Balbo

Antonio Bravo

Andrés Chacón Ortiz

## TRADUCCIÓN EN INGLÉS

Belkys Moncada

## DIAGRAMA Y MONTAJE

Warly Fonseca

## DISEÑO DE PORTADA

Adriana Duque

## FOTOGRAFÍA

Ricardo Ramírez

Revista Científica UNET

VOL. N° 21(2) : 2009



DECANATO  
DE INVESTIGACION

## CONSEJO DE DECANATO DE INVESTIGACIÓN

### DECANO DE INVESTIGACIÓN

José L. Rodríguez Pérez

### COORD. DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Ana Mireya Vivas

### COORD. DE INVESTIGACIÓN INDUSTRIAL

Antonio Bravo

### COORD. DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Mario Alayón

### COORD. DE INVESTIGACIÓN SOCIO ECONÓMICO CULTURAL

Jersus Colmenares

### REPRESENTANTE PROFESORAL

Jhon Edgar Amaya

### REPRESENTANTE PROFESORAL

María Elena Zambrano

### REPRESENTANTE PROFESORAL

Zuleima Valduz

### REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

José Vicente García



## CONSEJO EDITORIAL FEUNET

### DIRECTOR

Salvador Villalobos

### REPRESENTANTE DEL DEC. EXTENSIÓN

Alfonso Arellano

### REPRESENTANTE DEL DEC. POSTGRADO

Mary Tahís Mogollón

### REPRESENTANTE DEL DEC. DOCENCIA

Sony Zambrano

### REPRESENTANTE DEL DEC. DE DESARROLLO ESTUDIANTIL

José Andrés Roa

Prohibida la reproducción total o parcial  
del contenido en esta Revista

<http://investigacion.unet.edu.ve>  
Correo Electrónico: [rcunet@UNET.edu.ve](mailto:rcunet@UNET.edu.ve)

Revista Científica UNET  
Depósito legal p.p 87-0343

ISSN: 1316-869X11C  
REVENCYT RVR001  
FONACIT Reg 2006000001  
LATINDEX CATALOGO

# EDITORIAL

## Trabajo a Futuro

Pareciera ser un estándar internacional a nivel de la elaboración de los trabajos de grado, tanto en pregrado, como en maestría, así como en las disertaciones doctorales, finalizar el documento con las *conclusiones y recomendaciones*, previo a la *bibliografía* e inclusión de *anexos*.

Sin embargo, debería ser una práctica común, sugerida en los formatos que definen la estructura de estos documentos, una sección justo después de las recomendaciones, denominada *trabajo a futuro*.

En esta sección se declaran las fronteras hasta donde llegó el trabajo. Se debe explicar allí que objetivos solo se cumplieron parcialmente o simplemente no fueron cubiertos y que aun necesitan ser explorados, se debe especular que queda más allá de la frontera y como se podrían formular nuevos objetivos para resolver esa problemática.

De esta manera se definen nuevas líneas de investigación o se le da sustentabilidad a las ya existentes. Las líneas de investigación en estos documentos científicos formales deben quedar contextualizadas en un continuo del tiempo, el pasado es descrito claramente en el estudio de antecedentes o *estado del arte*, el presente lo constituye los resultados de la investigación presentada en el trabajo en sí y el futuro queda declarado en esta sección, no siempre existente, de *trabajo a futuro*.

La inexistencia de esta sección pudiera crear en la mente del autor novel la idea de que su trabajo debe ser terminal y que todos los objetivos deben ser cubiertos totalmente y que la línea de investigación que se definió en el estado del arte, concluye con el trabajo.

Por el contrario, escribir la sección de trabajo a futuro, cambia completamente la actitud del autor, éste puede, de manera humilde, sincera y honesta, aclarar que objetivos requieren aun ser completados, se propicia la generosidad a nivel científico, pues el autor invita a la comunidad científica a continuar aportando a las líneas de investigación, formulando nuevos objetivos, sugiriendo otras técnicas, otros materiales, otras aplicaciones.

En conclusión, es necesario y conveniente declarar de manera explícita en artículos científicos, trabajos de grado y disertaciones, la sección de *trabajo a futuro* para de esta manera contribuir a la consolidación de las líneas de investigación.

**Dr. JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ PÉREZ**  
*Director*

## MODELADO DEL DESEMPEÑO DE CATALIZADORES DE Mo EN HDS DE TIOFENO EMPLEANDO REDES NEURONALES

(Modelling of Mo catalysts' performance in thiophene's hds using neural networks)

Méndez, P.; Sánchez, N.; Calafat, A.

Laboratorio de Catálisis, Decanato de Investigación,  
Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela  
Correo Electrónico: [acalafat@unet.edu.ve](mailto:acalafat@unet.edu.ve)

### RESUMEN

En este trabajo se ha validado una metodología para predecir la actividad de catalizadores de Mo en la reacción de HDS de tiofeno. Esta consiste en diseñar y entrenar a una red neuronal artificial (RNA) para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , y luego re-entrenarla, con un número limitado de datos, para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3/\text{C}$  y catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ . Se empleó una RNA con tres nodos en la capa de entrada, un nodo en la capa de salida y dos capas ocultas con funciones de activación tangenciales hiperbólicas. El algoritmo iterativo de entrenamiento utilizado fue el método de optimización de Levenberg-Marquardt. El grado de desviación entre la actividad experimental y la actividad predicha fue determinado a partir del coeficiente de correlación de Pearson,  $r$ , y el error cuadrático medio,  $ecm$ . Se encontró que esta metodología mejora la predicción de la actividad catalítica, si se le compara con la validación de la RNA sin conocimiento previo de estos sistemas, es decir, sin re-entrenamiento. Sin embargo, los resultados dependen considerablemente del sistema inicial usado para el entrenamiento. En este sentido, se obtuvieron mejores predicciones de la actividad para catalizadores no soportados de  $\text{Mo}_2\text{N}$ , empleando una RNA entrenada para catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$ , que con aquella inicialmente entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , quedando claro que cuanto más se parecen los sistemas más fácil le resulta a la RNA ajustar los pesos de los nodos durante el proceso de re-entrenamiento.

**Palabras Clave:** Redes neuronales artificiales, catálisis combinatoria, HDS de tiofeno, catalizadores de Mo, actividad catalítica.

### ABSTRACT

In this work a methodology to predict the activity of Mo catalysts in thiophene HDS' reaction has been validated. It consists of designing and training an artificial neural network (ANN) for  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  catalysts, and then retrain it with a limited number of data for  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3/\text{C}$  and unsupported  $\text{MoS}_2$  and  $\text{Mo}_2\text{N}$  catalysts. An ANN with three nodes in the input layer, one node in the output layer and two hidden layers with hyperbolic tangent activation functions were employed. The training iterative algorithm used was the Levenberg-Marquardt optimization method. The degree of deviation between experimental and the predicted activity was determined through the *Pearson correlation coefficient*,  $r$ , and the middle square error,  $ecm$ . It was found that this methodology improves the prediction of catalytic activity if it is compared with the ANN validation without previous knowledge of the system; that is to say, without retraining. However, the results highly depend on the initial system used for the training process. In this way, better activity predictions for unsupported  $\text{MoS}_2$  catalysts were obtained employing an ANN trained for unsupported  $\text{MoS}_2$  catalysts than with that initially trained for  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  catalysts, becoming clear that the more similar the systems are, it is easier for the ANN to adjust the nodes weights during the retraining process.

**Key Words:** Artificial neural networks, combinatorial catalysis, thiophene HDS, Mo catalysts, catalytic activity.

## INTRODUCCIÓN

En catálisis, durante los últimos años, el desarrollo de nuevas técnicas para el rápido procesamiento y correlación de grandes cantidades de datos ha cobrado especial importancia. En este sentido, los esfuerzos han sido dirigidos hacia desarrollo y optimización de técnicas para el modelado en el área de catálisis combinatoria (Weinberg, *et al.* 1998; Mirodatos, 2000; Tompos, *et al.* 2007; Kito y Hattori, 2007). A partir de datos experimentales, estas técnicas permitirían relacionar variables fundamentales de los procesos catalíticos, como la composición del catalizador, las condiciones de preparación y de reacción, con el desempeño de los sólidos durante los procesos, especialmente a lo relacionado con la actividad y selectividad de los catalizadores.

Entre las técnicas desarrolladas, las redes neuronales artificiales (RNAs) han sido empleadas exitosamente en el modelado de sistemas catalíticos (Serra, *et al.* 2003; Watanabe, *et al.* 2004; Corma y Serra, 2005; Corma, *et al.* 2005; Jiménez, *et al.* 2006; Tompos, *et al.* 2008; Arce y Paz, 2009; Omata, *et al.* 2009). Las RNAs, constituidas por un número de neuronas artificiales interconectadas en una red, son herramientas analíticas no lineales de alto desempeño, capaces de establecer relaciones entre datos sin la necesidad de un conocimiento previo acerca de las correlaciones existentes entre las variables de un sistema (Ripley, 1996).

En el marco de la catálisis combinatoria, se han descrito dos aplicaciones para los modelos basados en RNAs: i) modelado de la composición de los catalizadores, el cual relaciona la composición, y otras variables de la síntesis de los catalizadores, con su desempeño (Watanabe, *et al.* 2004; Corma, *et al.* 2005; Tompos, *et al.* 2008); ii) modelos cinéticos, en donde se relacionan las condiciones de reacción con el desempeño de los catalizadores, con el fin de determinar rápidamente las condiciones de reacción necesarias para conseguir actividades, selectividades y estabilidades óptimas, sin la necesidad de analizar empíricamente cada catalizador bajo condiciones de reacción diferentes, lo cual implica un gran número de experimentos y grandes recursos financieros y de tiempo (Serra, *et al.* 2003; Corma y Serra, 2005; Jiménez, *et al.* 2006). Esta última aplicación ha resultado muy interesante ya que puede aplicarse en el escalamiento, control y optimización de procesos catalíticos (Corma y Serra, 2005). La aplicación de

RNAs en este campo ofrece una nueva metodología para el modelado de sistemas catalíticos sin la necesidad de conocimientos cinéticos previos y reduciendo el número de experimentos requeridos (Serra, *et al.* 2003).

El objetivo de este trabajo es el estudio de la viabilidad del uso de RNAs entrenadas en el desempeño de un catalizador dado para una reacción específica, en el modelado de la misma reacción con catalizadores diferentes. La metodología consiste en entrenar a una RNA para un sistema *X*, y luego re-entrenarla, con un número limitado de datos, para un sistema *Y* diferente, el cual tiene un esquema de reacción similar. Debido a su importancia en la refinación de petróleo y por la continua búsqueda de catalizadores más activos, se ha escogido como sistema a ser modelado catalizadores de Mo en la hidrodesulfurización (HDS) de tiofeno. Para este estudio, se diseñó un modelo para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  (sistema *X*). El re-entrenamiento de las RNAs diseñadas se realizó para la misma reacción de HDS de tiofeno, pero catalizada por sólidos con soportes y fases de Mo diferentes (sistemas *Y*), específicamente, catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3/\text{C}$ , y catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ .

## MÉTODO

Para este trabajo se emplearon RNAs para la predicción de la actividad de catalizadores de Mo en la reacción de HDS de tiofeno. Se desarrolló una estructura neuronal de retro-propagación del error con tres neuronas de entrada y una neurona de salida. Las variables de entrada para las predicciones fueron las siguientes: i) temperatura de reacción, entre 250 y 420°C; ii) tiempo de contacto, entre  $4,1 \times 10^{-8}$  y  $1,46 \times 10^{-2}$  mmol de tiofeno  $\cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  cat; iii) contenido de Mo, entre 0,202 y 4252 at Mo  $\cdot \text{nm}^{-2}$ . Nótese que en el contenido de Mo, existe información acerca del área superficial del catalizador, parámetro relacionado con la dispersión de la fase activa, la cual depende tanto del soporte empleado como de la fase inicial de Mo. La variable de salida fue la actividad catalítica (mmol de tiofeno  $\cdot \text{s}^{-1}$ ). Las variables de las neuronas de entrada fueron asociadas a pesos de conexión aleatorios de poca magnitud, que permitió la propagación de la información a la primera capa de neuronas ocultas de procesamiento de datos. La asignación aleatoria de los pesos de inicio de poca magnitud es la técnica normalmente usada cuando no se dispone de

información previa acerca del sistema que se está modelando, ya que impide la temprana saturación de la red por cuanto induce a la ruptura de simetría (Millán y Ostojich, 2006). Así, la entrada neta de la  $j$ -ésima neurona de la capa oculta, puede representarse a través de la ecuación

$$net_{pj}^h = \sum_{i=1}^N w_{ji}^h x_{pi} + \theta_j^h \quad (1)$$

donde  $x_{pi}$  es la entrada que recibe la neurona procedente de la  $i$ -ésima variable de entrada,  $w_{ji}^h$  es el peso de la conexión,  $\theta_j^h$  es el término de tendencia. El índice  $h$  se refiere a magnitudes de la capa oculta y el subíndice  $p$  al  $p$ -ésimo vector de entrenamiento. El establecimiento del número de capas ocultas y el número de neuronas que conforman dichas capas se seleccionó mediante un proceso de ensayo y error (Chen *et al.*, 2001). La salida de las  $j$ -ésimas neuronas de la capa oculta, se transfirió a las neuronas de la capa de salida mediante una función de activación. Dicha salida se representa por la ecuación

$$f_j^h \quad (2)$$

La función de activación empleada fue la tangente hiperbólica

$$f(x) = \frac{1 - e^{-\alpha x}}{1 + e^{-\alpha x}} \quad x \in R, \alpha > 0 \quad (3)$$

Esta función de activación fue también utilizada para las capas de neuronas ocultas. Entonces, la entrada neta a la capa de neuronas de salida, representadas por el número de variables dependientes del sistema, en este caso la actividad catalítica, se representa mediante la ecuación

$$net_{pk}^o = \sum_{j=1}^N w_{kj}^o y_{pj} - \theta_k^o \quad (4)$$

donde el índice  $o$  se refiere a magnitudes de la capa de salida,  $w_{kj}^o$  es el peso de conexión entre la  $j$ -ésima unidad oculta y la  $k$ -ésima neurona de salida, y  $\theta_k^o$  es el término de tendencia asociado a la  $k$ -ésima neurona de salida. Finalmente, la data obtenida de las neuronas de salida se comparó con un vector objetivo constituido por los valores experimentales de actividad catalítica y se generó la siguiente función de error, constituida por la suma de errores cuadráticos,

$$E_{SEC} \quad (5)$$

$$E_{SEC} = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^N (t_{pi} - y_{pi})^2$$

donde  $p$  es el vector de entrenamiento o conjunto de datos experimentales,  $i$  es la salida emitida por las neuronas de salida de la red, y  $t_{pi}$  y  $y_{pi}$  representan los conjunto de valores experimentales esperados y los obtenidos a la salida de la red, respectivamente. El proceso de entrenamiento de la red se basó entonces en la reducción de la función de error anterior, a través de un proceso de actualización de pesos de conexión y términos de tendencia, tal y como se muestra en el esquema de la figura 1. Para todas las redes diseñadas, el algoritmo de entrenamiento utilizado fue el método de optimización de Levenberg-Marquardt. Este algoritmo es una técnica iterativa que localiza el mínimo de una función que es expresada como la suma de cuadrados de funciones no lineales, y puede considerarse como una combinación de los métodos de descenso por gradiente y de Gauss-Newton (Kelley, 1999; Nocedal y Wright, 1999). El grado de desviación entre la actividad experimental y la actividad predicha por las RNAs fue determinado a partir del coeficiente de correlación de Pearson,  $r$ ,

$$(6)$$

$$r = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(t_i - \bar{t})}{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \sum (t_i - \bar{t})^2}} \quad \text{del error cuadrático medio, } ecm.$$

$$(7)$$

$$ecm = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - y_i)^2$$

La figura 1 muestra las diferentes RNAs empleadas en la predicción de la actividad de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  (sistema X) en la reacción de HDS de tiofeno. Las redes diseñadas variaron, principalmente, en el número de neuronas de las capas ocultas, si bien la RNA 6 también se diferenció en el número de estas capas. Estas redes fueron entrenadas y validadas con 20 y 10 juegos de datos experimentales, respectivamente. La figura 3 y la tabla 1 muestran el desempeño de las RNAs de la figura 1 en la predicción de la actividad catalítica, durante los procesos de entrenamiento y de validación. Nótese que la red RNA 1 mostró el mayor coeficiente  $r$  y el menor  $ecm$  durante el proceso de validación (Tabla 1). Esta red es un perceptrón multicapa con cinco nodos en la primera capa oculta y tres nodos en la segunda capa oculta. El modelo para los catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  obtenido con la RNA 1 fue el empleado para el modelado del



resto de los catalizadores en la reacción de HDS de

Cuando los sistemas  $X$  y  $Y$  son muy diferentes, la calidad de las predicciones de una red neuronal puede ser también deficiente. La tabla 2 muestra que los coeficientes  $r$  característicos para la predicción de la actividad de catalizadores no soportado de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ , empleando una red entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , fueron indeterminados, es decir que para diferentes condiciones de entrada el modelo fue incapaz de discriminar, por lo que la red asignó el mismo valor de salida, y, en consecuencia, el término red fue re-entrenada empleando datos de los catalizadores de los sistemas  $Y$ , aún cuando el tamaño de las muestras fue pequeño. La menor calidad de la predicción de la actividad, cuando no se realiza un re-entrenamiento previo, debería estar ocurriendo debido a que la predicción se realiza en una red que tiene conocimiento del proceso sobre catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , pero ninguna experiencia previa en aquellos catalizadores con soportes o fases de Mo diferentes. Cuando la red es re-entrenada con datos de los nuevos sistemas, se obtiene una RNA que ya no es sólo un modelo para los catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , sino también para los nuevos catalizadores (Serra, *et. al* 2003). Esta metodología resultaría particularmente

beneficiosa cuando una red puede ser entrenada con una gran cantidad de datos de un sistema  $X$ , y no se poseen suficientes datos de un sistema  $Y$  (Serra, *et. al* 2003). De esta manera, tomando en cuenta lo largo y costoso que resulta la obtención de nuevos datos experimentales, esta metodología podría ser una herramienta muy útil en la evaluación de catalizadores.

Cuando los sistemas  $X$  y  $Y$  son muy diferentes, la calidad de las predicciones de una red neuronal puede ser también deficiente. La tabla 2 muestra que los coeficientes  $r$  característicos para la predicción de la actividad de catalizadores no soportado de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ , empleando una red entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , fueron indeterminados, es decir que para diferentes condiciones de entrada el modelo fue incapaz de discriminar, por lo que la red asignó el mismo valor de salida, y, en consecuencia, el término  $= 0$  y  $r = 0/0$ . Nótese que, en este caso, el sistema  $Y$  posee una fase de Mo y un soporte diferentes al del sistema  $X$ , a diferencia que para los casos de los catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$  y  $\text{MoO}_3/\text{C}$ , en donde se ha variado únicamente el tipo de soporte.

Para comprobar el efecto de la escogencia del sistema  $X$  en el modelado de la actividad catalítica, se diseñó una nueva red para la predicción de la actividad

**Tabla 1. Coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) y errores cuadráticos medio ( $ecm$ ) obtenidos en la predicción de la actividad de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , durante el entrenamiento y la validación de las redes neuronales artificiales (RNA) de la figura 1.**

RNA	Sistema X			
	Entrenamiento <sup>a</sup>		Validación <sup>a</sup>	
	$r$	$ecm$	$r$	$ecm$
1	1,0000	$3,10 \times 10^{-9}$	0,9054	$4,97 \times 10^{-7}$
2	1,0000	$4,29 \times 10^{-9}$	-0,3712	$2,68 \times 10^{-2}$
3	1,0000	$3,10 \times 10^{-9}$	-0,0031	$1,69 \times 10^{-3}$
4	1,0000	$3,10 \times 10^{-9}$	-0,1986	$4,60 \times 10^{-5}$
5	1,0000	$1,27 \times 10^{-8}$	-0,8932	$2,06 \times 10^{-3}$
6	1,0000	$3,10 \times 10^{-9}$	0,8982	$1,65 \times 10^{-5}$

**Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) y errores cuadráticos medio ( $ecm$ ) obtenidos en la predicción de la actividad de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3/\text{C}$ ,  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ , con y sin re-entrenamiento de una red neuronal artificial validada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ .**

Modelado	Catalizador							
	$\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$		$\text{MoO}_3/\text{C}$		$\text{MoS}_2$		$\text{Mo}_2\text{N}$	
	$r$	$ecm$	$r$	$ecm$	$r$	$ecm$	$r$	$ecm$
Sin re-entrenamiento	0,7964	$1,86 \times 10^{-4}$	-0,3256	$2,53 \times 10^{-7}$	indt. <sup>b</sup>	$2,67 \times 10^{-5}$	indt.	$2,54 \times 10^{-5}$
Con re-entrenamiento <sup>a</sup>	0,9966	$3,44 \times 10^{-7}$	0,8061	$9,25 \times 10^{-7}$	indt.	$5,62 \times 10^{-10}$	indt.	$2,44 \times 10^{-9}$

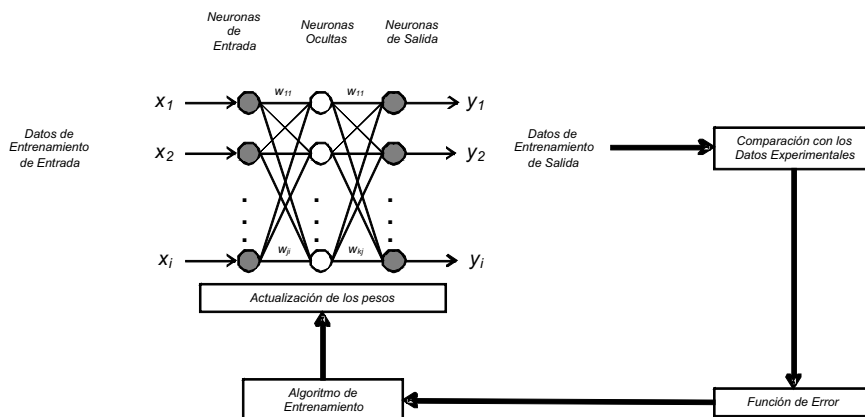


Figura 1. Diagrama de entrenamiento de la arquitectura neuronal

de catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$ . Esta RNA es también un perceptrón multicapa con las mismas características de la red RNA 1 (Figura 2), entrenada con 13 muestras y validada con 10 muestras diferentes a las primeras.

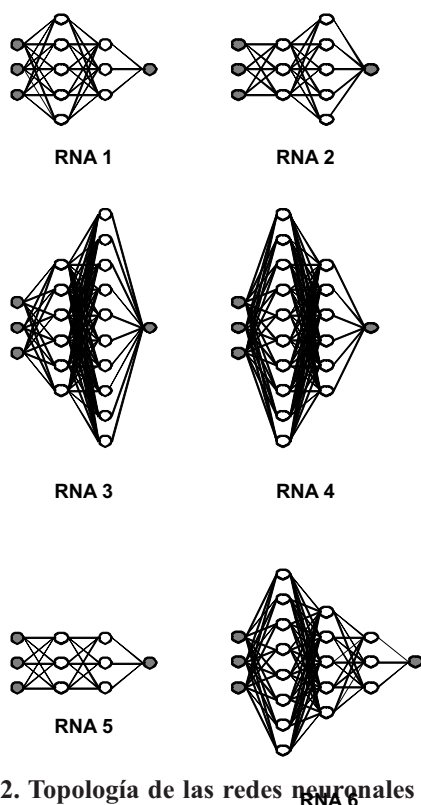


Figura 2. Topología de las redes neuronales artificiales (RNA) probadas para el modelado de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  en la reacción de HDS de tiofeno, todas con tres nodos de entrada (temperatura, tiempo, de contacto y contenido de Mo) y un nodo de salida (actividad catalítica).

El coeficiente  $r$  y el  $ecm$  característicos para la

predicción de la actividad catalítica fueron de 0,9565 y  $9,33 \times 10^{-11}$  para el entrenamiento, y 0,9887 y  $8,04 \times 10^{-11}$  para su validación, respectivamente.

Posteriormente, la nueva RNA fue re-entrenada con datos experimentales de catalizadores no soportados de  $\text{Mo}_2\text{N}$  (8 muestras).

La tabla 3 muestra que la predicción mejoró considerablemente cuando para el modelado de los catalizadores no soportados de  $\text{Mo}_2\text{N}$  se empleó la red neuronal obtenida para catalizadores de  $\text{MoS}_2$ , en lugar de utilizar la red entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Esto indica que los resultados obtenidos con esta metodología de re-entrenamiento dependen considerablemente del sistema escogido para el entrenamiento inicial.

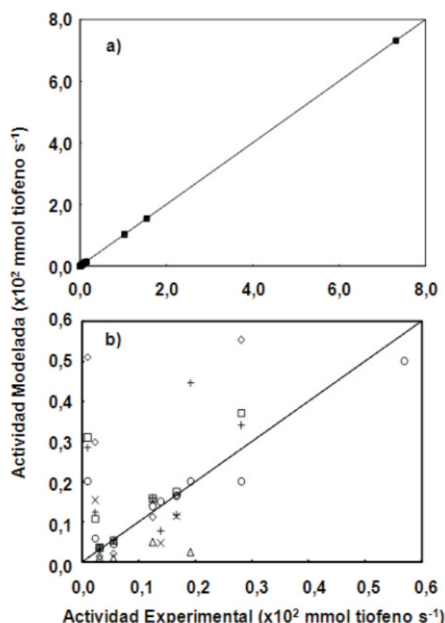
Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) y errores cuadráticos medio ( $ecm$ ) obtenidos en la predicción de la actividad de catalizadores de  $\text{Mo}_2\text{N}$ , con y sin re-entrenamiento de redes neuronales artificiales validadas para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{MoS}_2$  (sistemas X).

Modelado	Sistema X			
	$\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{MoS}_2$	
	$r$	$ecm$	$r$	$ecm$
Sin re-entrenamiento	indt. <sup>b</sup>	$2,54 \times 10^{-5}$	0,6978	$3,27 \times 10^{-6}$
Con re-entrenamiento <sup>a</sup>	indt.	$2,44 \times 10^{-9}$	0,8028	$2,00 \times 10^{-8}$

<sup>a</sup> Re-entrenamiento con 8 muestras. Predicción de la actividad catalítica con 10 muestras.

<sup>b</sup> indeterminado:  $r = 0/0$ .





**Figura 3. Modelado de la actividad de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  empleando las redes neuronales artificiales de la figura 2: a) entrenamiento y b) validación. Entrenamiento con 20 muestras. Validación con 10 muestras.  $\circ$  RNA 1;  $\Delta$  RNA 2;  $\diamond$  RNA 3;  $\square$  RNA 4;  $\times$  RNA 5;  $+$  RNA 6.**

Queda claro que para sistemas bastantes similares, resulta fácil ajustar los pesos de los nodos de la RNA durante el proceso de re-entrenamiento, mientras que para sistemas diferentes sería necesario utilizar un número mucho mayor de datos en el entrenamiento o, incluso, modificar la topología de la RNA.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha validado una metodología para la predicción de la actividad catalítica de catalizadores de Mo en la reacción de HDS de tiofeno. La metodología consiste en diseñar y entrenar a una RNA para un sistema *X*, y luego re-entrenarla, con un número limitado de datos, para un sistema *Y* diferente, el cual tiene un esquema de reacción similar. Una buena predicción de la actividad se obtuvo cuando la red entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  (sistema *X*) fue re-entrenada con datos obtenidos de los catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$  y  $\text{MoO}_3/\text{C}$  (sistemas *Y*). Cuando la simulación de los sistemas *Y* fue realizada sin conocimiento previo de los mismos, la calidad de la predicción desmejoró sensiblemente. La metodología empleada en este trabajo pudiera resultar de mucha

utilidad cuando no se tiene suficiente data experimental para un sistema en particular.

Sin embargo, cuando los sistemas *X* y *Y* fueron muy diferentes, la calidad de las predicciones de la red neuronal resultó ser muy baja. Pobres predicciones de la actividad catalítica se obtuvieron empleando una RNA entrenada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , y luego validada para catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ , los cuales presentan diferencias tanto en la fase de Mo como en el soporte. La situación mejoró considerablemente cuando para el modelado de los catalizadores no soportados de  $\text{Mo}_2\text{N}$  se empleó una red neuronal entrenada para catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$ . Se concluye, entonces, que los resultados obtenidos con esta metodología de re-entrenamiento dependen considerablemente del sistema escogido para el entrenamiento inicial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, H.; CHEUNG, T. BELL, A. The activity of transition metal nitrides for hydrotreating quinoline and thiophene. *Catal. Lett.* 21:11-18. 1993.
- ARCE-MEDINA, E.; PAZ-PAREDES, J. Artificial neural network modeling techniques applied to the hydrodesulfurization process. *Math. Comp. Modelling.* 49:207-214. 2009.
- CHEN, C.R.; RAMASWAMY, H.S.; ALLI, I. Prediction of quality changes during osmoconvective drying of blueberries using neural network models for process optimization. *Drying Technol.* 19:507-523. 2001.
- CORMA, A.; SERRA, J.M. Heterogeneous combinatorial catalysis applied to oil refining, petrochemistry and fine chemistry. *Catal. Today.* 107-108, 3-11. 2005.
- CORMA, A.; SERRA, J.; SERNA, P.; MOLINER, M. Integrating high-throughput characterization into combinatorial heterogeneous catalysis: unsupervised construction of quantitative structure/property relationship models. *J. Catal.* 232: 335-341. 2005.
- DAMAYANOVA, S.; PETROV, L.; CENTENO, M.; GRANGE, P. Characterization of molybdenum hydrodesulfurization catalysts supported on  $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2$  carriers. *Appl. Catal. A: General.* 224:271-284. 2002.
- DUNGEY, K.; CURTIS, M.; PENDER, J. Behavior of  $\text{MoS}_2$  intercalation compounds in HDS catalysis. *J. Catal.* 175, 129-134. 1998.
- JIMÉNEZ, F.; KAFAROV, V.; NUÑEZ, M. Computer-aided forecast of catalytic activity in an

- hydrotreating industrial process using artificial neural network, fuzzy logic and statistics tools. *Comp. Aided Chem. Eng.* 21:545-550. 2006.
- KELLEY, C. Iterative methods for optimization. SIAM Press, Philadelphia. 1999.
- KITO, S.; HATTORI, T. Analysis of catalytic performance by partial differentiation of neural network pattern. *Chem. Eng. Sci.* 62: 5575-5578. 2007.
- KOGAN, V.; THI DUNG, N.; YAKERSON, V. Comparative study of sulfide Ni-Mo catalysts supported on  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  and activated carbon by using radioisotope  $^{35}\text{S}$ . *Bull. Soc. Chem. Belg.* p. 104. 1995.
- LAINE, J.; PRATT, K.; TRIMM, D. The effect of composition and pretreatment on the activity of nickel-molybdenum based hydrodesulfurization catalysts. *Ind. Eng. Chem. Proc. Res. Dev.* p. 18. 1979.
- LAINE, J.; BRITO, J.; GALLARDO, J.; SEVERINO, F. The role of nickel in the initial transformations of hydrodesulfurization catalysts. *J. Catal.* 91: 64-68. 1985.
- LAINE, J.; BRITO, J.; SEVERINO, F. Structure and activity of NiCo-Mo/ $\text{SiO}_2$  hydrodesulfurization catalysts. *J. Catal.* 131: 385-393. 1991.
- LAINE, J.; SEVERINO, F.; LABADY, M. Optimum Ni composition in sulfided Ni-Mo hydrodesulfurization catalysts: effect of the support. *J. Catal.* 147: 355-357. 1994.
- LEWIS, J.; KYDD, R.; BOORMAN, P. A study of fluorided Ni-Mo/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  catalyst in cumene conversion and thiophene HDS reactions. *J. Catal.* 120: 413-420. 1989.
- LEWIS, J.; KYDD, R. The  $\text{MoO}_3$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  interaction: Influence of phosphorus on  $\text{MoO}_3$  impregnation and reactivity in thiophene HDS. *J. Catal.* 136: 478-486. 1992.
- LINDNER, J.; SACHDER, A.; SCHWANK, J.; VILLA, M. Characterization and hydrodesulfurization activity studies of unpromoted molybdenum sulfides prepared by elemental solid state reaction. *J. Catal.* 137:333-345. 1992.
- MARKEL, E.; SCHRADER, G.; SABER, N.; ANGELICE, R. Thiophene, 2,3 and 2,5-dihydrothiophene and tetrahydrothiophene hydrodesulfurization on Mo and Re/g- $\text{Al}_2\text{O}_3$  catalysts. *J. Catal.* 116: 11-22. 1989.
- MARKEL, E.; VAN ZEE, J. Catalytic hydrodesulfurization by molybdenum nitride. *J. Catal.* 126: 643-657. 1990.
- MILLÁN, F.; OSTOJICH, Z. Predicción mediante redes neuronales artificiales de la transferencia de masa en frutas osmóticamente deshidratadas. *INCI.* 31:206-210. 2006.
- MIRODATOS, C. Combinatorial approaches for speeding up heterogeneous catalyst discovery, optimisation and scaling-up. *Stud. Surf. Sci. & Catal.* 143: 89-91. 2000.
- NOCEDAL, J.; WRIGHT, S. Numerical Optimization. Springer, New York. 1999.
- OMATA, K.; MASUDA, A.; ISHII, H.; SUZUKI, H.; YAMADA, M. Artificial neural network aided screening for membrane disc catalysts for oxidative reforming of methane. *Appl. Catal. A: General.* 362:14-19. 2009.
- OKAMOTO, Y.; MAEZAWA, A.; IMANAKA, T. Active sites of molybdenum sulfide catalysts supported on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{TiO}_2$  for hydrodesulfurization and hydrogenation. *J. Catal.* 120:29-45. 1989.
- PEDRAZA, F.; FUENTES, S.; VRINAT, M.; LACROIX, M. Deactivation of  $\text{MoS}_2$  catalysts during the HDS of thiophene. *Catal. Lett.* 62:121-126. 1999.
- RIPLEY, B. Pattern recognition and neural networks. Oxford, Clarendon Press. 1996.
- SERRA, J.; CORMA, A.; ARGENTE, E.; VALERO, S.; BOTTI, V. Neural networks for modelling of kinetic reaction data applicable to catalyst scale up and process control and optimisation in the frame of combinatorial catalysis. *Appl. Catal. A: General.* 254:133-145. 2003.
- SCHEFFER, B.; ARNOLDO, P.; MOULIJN, J. Sulfidability and hydrodesulfurization activity of Mo catalysts supported on alumina, silica and carbon. *J. Catal.* 112, 516-527. 1988.
- SOLAR, J.; DERBYSHIRE, F.; DE BEER, V.; RADOVIC, L. Effects of surface and structure properties of carbons on the behavior of carbon-supported molybdenum catalysts. *J. Catal.* 129, 330-342. 1991.
- TOMPOS, A.; MARGITFALVI, J.L.; TFIRST, E.; HÉBERGER K. Predictive performance of "highly complex" artificial neural networks. *Appl. Catal. A: General.* 324: 90-93. 2007.
- TOMPOS, A.; HEGEDŰS, M.; MARGITFALVI, J.; SZABÓ, E.; VÉGVÁRI, L. Multicomponent

- Au/MgO catalysts designed for selective oxidation of carbon monoxide: Application of a combinatorial approach. *Appl. Catal. A: General*. 334: 348-356. 2008.
- VILLA, M.; LINDNER, J.; SACHDEV, A.; SCHWANK, J. Solid state synthesis and characterization of model hydrodesulfurization catalyst. *J. Catal.* 119: 388-399. 1989.
- WATANABE, Y.; UMEGAKI, T.; HASHIMOTO, M.; OMATA, K.; YAMADA, M. Optimization of Cu oxide catalysts for methanol synthesis by combinatorial tools using 96 well microplates, artificial neural network and genetic algorithm. *Catal. Today*. 89: 455-464. 2004
- WEINBERG, W.; JANDELEIT, B.; SELF, K.; TURNER, H. Combinatorial methods in homogeneous and heterogeneous catalysis. *Current Op. Sol. State & Mat. Sci.* 3:104-110. 1998.

tiofeno sobre catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$  (Scheffer, *et al* 1988; Kogan, *et al*. 1995; Damayanova, *et al*. 2002),  $\text{MoO}_3/\text{C}$  (Scheffer, *et al*. 1988; Solar, *et al*. 1991; Laine, *et al*. 1994) y sobre catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$  (Villa, *et al*. 1989; Lindner, *et al*. 1992; Dungey, *et al*. 1998; Pedraza, *et al*. 1999) y  $\text{Mo}_2\text{N}$  (Markel y Zee, 1990; Abe, *et al*. 1993). Todos los cálculos para este trabajo fueron realizados en un microprocesador Pentium 1,4 GHz, empleando el programa MatLab 6.5, licenciado para la Universidad Nacional Experimental del Táchira, con el cual se diseñó un programa con entorno gráfico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 resume los coeficientes  $r$  y los  $ecm$  obtenidos en la predicción de la actividad de catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{MoO}_3/\text{C}$ ,  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$  (sistemas  $Y$ ), con y sin re-entrenamiento de una red neuronal artificial validada para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  (sistema  $X$ ). Cuando la validación de la red se hizo sin re-entrenamiento, esto es, simulando los datos de los sistemas  $Y$  en la red entrenada únicamente para catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , la predicción de la actividad catalítica fue muy pobre. Sin embargo, excepto para los catalizadores no soportados de  $\text{MoS}_2$  y  $\text{Mo}_2\text{N}$ , la predicción mejoró sensiblemente cuando la red fue re-entrenada empleando datos de los catalizadores de los sistemas  $Y$ , aún cuando el tamaño de las muestras fue pequeño. La menor calidad de la

predicción de la actividad, cuando no se realiza un re-entrenamiento previo, debería estar ocurriendo debido a que la predicción se realiza en una red que tiene conocimiento del proceso sobre catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , pero ninguna experiencia previa en aquellos catalizadores con soportes o fases de Mo diferentes. Cuando la red es re-entrenada con datos de los nuevos sistemas, se obtiene una RNA que ya no es sólo un modelo para los catalizadores de  $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ , sino también para los nuevos catalizadores (Serra, *et al* 2003). Esta metodología resultaría particularmente beneficiosa cuando una red puede ser entrenada con una gran cantidad de datos de un sistema  $X$ , y no se poseen suficientes datos de un sistema  $Y$  (Serra, *et al* 2003). De esta manera, tomando en cuenta lo largo y costoso que resulta la obtención de nuevos datos experimentales, esta metodología podría ser una herramienta muy útil en la evaluación de catalizadores.



# COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Lippia micromera* SCHAUER QUE CRECE SILVESTRE EN EL ESTADO TÁCHIRA. VENEZUELA

(Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from *Lippia micromera* Shauer growing wild at Táchira State. Venezuela)

González de C. N.<sup>1</sup>; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usubillafa, A.

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitoquímica, Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira.

<sup>2</sup>Postgrado interdisciplinario en Química Aplicada.

<sup>3</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología.

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Facultad de Farmacia y Bioanálisis.

Universidad de los Andes, Mérida, Estado Mérida.

Correo electrónico: nelida\_c@yahoo.com

## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el estudio de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las hojas de *Lippia micromera* Shauer, planta que crece silvestre en el Estado Táchira (Venezuela). El aceite fue obtenido por hidrodestilación usando una trampa de Clevenger y analizado por CG y CG-MS. Se logró identificar 18 compuestos que representan el 99.98% del total del contenido volátil. Los compuestos encontrados más abundantes fueron: timol (30, 80%), timil metil éter (17,85%),  $\gamma$ -terpineno (17,72%) y p-cimeno (10,35%). Se evaluó por primera vez la actividad antibacteriana *in vitro* del aceite por el método de difusión en agar con discos contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). El aceite de *L. micromera* mostró actividad contra la mayoría de los microorganismos ensayados, con valores de concentración inhibitoria mínima (CIM) de 30 a 50  $\mu\text{g/ml}$ , este hallazgo es una opción que ofrece la medicina natural contra bacterias que representan un problema de salud importante.

**Palabras Clave:** *Lippia micromera*, aceite esencial, timol, actividad antibacteriana.

## ABSTRACT

The chemical composition and antibacterial activity of leaf essential oil of wild-growing *Lippia micromera* Shauer from Táchira State (Venezuela) have been studied. The oil was obtained by hydrodistillation using a Clevenger type apparatus and analyzed by GC and GC/MS respectively. Eighteen compounds, representing 99.98% of the total volatile oil, were identified. The major compounds found were: tymol (30, 80%), tymil methyl ether (17,85%),  $\gamma$ -terpinene (17,72%) and p-cymene (10,35%). The *in vitro* antibacterial activity of the oil was evaluated by first time using Disc diffusion method against *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). This activity was shown to be strong against most of the tested microorganisms, especially *S. aureus* and *E. coli*. The MIC was also measured and *E. coli* resulted to be the most sensitive microorganism with a MIC value of 30  $\mu\text{g/ml}$ . The antibacterial activity of the essential oil of *L. micromera* at low concentrations (MIC of 30 to 50  $\mu\text{g/ml}$ ), is an option that natural medicine offers to fight bacterial strains that are an important public health problem.

**Key Words:** *Lippia micromera*, essential oil, tymol, antibacterial activity.

## INTRODUCCIÓN

*Lippia micromera* Shauer (Verbenaceae) es un arbusto de unos 60 cm de alto, fragante, con ramas tetragonales y vilosas. Hojas pequeñas, opuestas y levemente pecioladas viloso-pubescentes en el envés. Flores en capítulos hemisféricos axilares, la corola blanca con garganta amarillenta (Schnee, 1973).

El género *Lippia* incluye aproximadamente 200 especies de hierbas, arbustos y árboles pequeños. Siete especies se han reportado en Venezuela: *L. alba*, *L. origanoides*, *L. americana*, *L. hirsute* var *moritzii*, *L. micromera*, *L. schillimii* var *glabrescens* (López-Palacios, 1987). *L. micromera* es conocida en Venezuela con el nombre común de “orégano” por la similitud con *Origanum vulgare*; se usa en gastronomía, como remedio en trastornos gastrointestinales, afecciones respiratorias y como diurético (Pittier, 1978). Las especies están distribuidas principalmente en sur y centro América y en África Tropical (Terblanché y Kornelius, 1996). Crece silvestre en regiones de clima seco y caliente (Schnee, 1973) como el que caracteriza al Municipio Independencia del Estado Táchira, Venezuela.

Las hojas de la mayoría de estas especies son tradicionalmente utilizadas como remedios gastrointestinales, respiratorios y como sazónadores en la preparación de alimentos (Morton, 1981; Bermúdez y Velásquez, 2002; Beyra *et al.*, 2004). Algunas especies de *Lippia* han mostrado efecto antimalárico (Gasquet *et al.*, 1993) actividad antioxidante (Valentao *et al.*, 2002) y actividad antibacteriana (Pélissier *et al.*, 1994; Salgueiro *et al.*, 2003; Bassole *et al.*, 2005; Velasco *et al.*, 2007).

Existen múltiples referencias sobre los constituyentes y actividad biológica de otras especies de *Lippia* pero ninguna que estudie simultáneamente la composición y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *L. micromera*.

Al respecto, Neves *et al.* (2008) encontraron carvacrol (41,0%) y timol (37,4%) en *L. gracilis*; Coronel *et al.* (2006) reportaron para la *L. integrifolia* los siguientes: african-5-en-1 $\alpha$ -ol (14,0%), lippifoli-1-(6)-en-5-one (21,0%) como los compuestos mas abundantes, trazas de carvona y ausencia de timol; Kasali *et al.* (2004) publicaron que los principales componentes de *L. adoensis* son: linalool (26,1%), geraniol (19,0%) y 1,8-cineol (17,4%); Fischer *et al.* (2004) encontraron dos citral quimiotipos de *L. alba* cuyos compuestos predominantes son: 1,8-cineol (20,3% y 25,4%), geranial (24,7% y 27,0%) y neral (17,6% y 18,9%); Pascual *et al.* (2001) en la revisión

sobre los usos tradicionales, química y farmacología de 52 especies de *Lippia* reportan que los compuestos mas frecuentes de sus aceites esenciales son limoneno,  $\beta$ -cariofileno, p-cimeno, canfor, linaool,  $\alpha$ -pineno y timol. Algunas especies mostraron composición variable que las separa en varios quimiotipos: Menut *et al.* (1995a), reportaron mirtenol (27,1%), linaool (11,9%) y 1,8-cineol (11,6%) para *L. multiflora* de África Occidental, mientras que el aceite de la misma especie colectada en África Central mostró 70 % del monoterpeno 6,7-epoximirceno (Menut *et al.*, 1995b). Zygadlo *et al.* (1995) y Velasco-Negueruela *et al.* (1993) estudiaron el aceite esencial de las flores de varias especies de *Lippia* colectadas en Argentina y todos ellos se caracterizaron por la abundancia de cetonas tales como  $\alpha$ -tujona, mircenona, pulegona y carvona.

Las plantas que se han utilizado durante años como medicina tradicional, representan una elección obvia para realizar estudios y determinar si su uso tradicional tiene un soporte científico; en tal sentido, el propósito de este trabajo es dar a conocer la composición química y la actividad antibacteriana del aceite esencial de *L. micromera* Shauer contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, por el método de difusión en agar con discos.

## MÉTODO

### Material botánico

Las muestras de *L. micromera* se colectaron en la aldea Lomas Altas situada a 20 km de la ciudad de Capacho, Municipio Independencia, Estado Táchira a 1270 msnm, temperatura promedio 20 °C, predominando el clima seco de Sabana (Dossier Municipal del Estado Táchira, 2006). El material botánico fue autenticado por el Profesor Anibal Vera y una muestra testigo (número de registro BM2) se depositó en el Herbario de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

### Extracción del aceite esencial

Las hojas (1000g) de *L. micromera* se hidrodestilaron por 4 horas usando trampa de Clevenger. El rendimiento del aceite fue medido en base a materia húmeda. El aceite se secó con sulfato de sodio anhidro y se conservó a 4°C.

### Cromatografía de gases

El análisis cromatográfico se realizó en un equipo Perkin Elmer modelo AutoSystem equipado con un detector de ionización a llama (FID). Se utilizó una

columna capilar de 5% fenil-95% metil polisiloxano AT-5 de 60 m de largo, 0,25 mm de diámetro y 0,25µm de espesor de película. La temperatura del horno se programó desde 60°C hasta 200°C a razón de 4°C/min. La temperatura del inyector se estableció a 200°C y la del detector a 250°C. Se utilizó helio como gas portador con un flujo de 0.8 mL/min. Se inyectó una muestra de 1.0 µL usando una relación de reparto de 1:100. Bajo estas condiciones se calcularon los índices de retención relativos a n-alcenos desde C<sub>8</sub> hasta C<sub>24</sub>. La concentración porcentual del aceite se calculó mediante el método de normalización de las áreas de los picos cromatográficos.

### **Espectrometría de masas (CG-EM)**

Los análisis CG-EM se llevaron a cabo en un cromatógrafo Hewlett Packard Modelo 5973, equipado con detector de masas, inyector automático y una columna capilar HP-5MS de 30m x 0,25 mm x 0,25 µm de espesor de la película. Temperatura de la fuente 230°C; temperatura del cuadrupolo 150°C; gas portador helio ajustado a una velocidad lineal de 34cm/s; energía de ionización 70 eV; amplitud del scan 40-500 amu; 3.9 scans/s. El volumen inyectado fue de 1.0 µL de una solución al 2 % de aceite en n-heptano, con relación de reparto de 1:100. La identificación de los componentes del aceite se realizó mediante comparación computarizada de los espectros de masas de los componentes del aceite con los espectros de la librería Wiley (6ta edición). Además, se comprobó que los índices de retención (IR) calculados para los componentes del aceite coinciden con los reportados en la literatura (Davies, 1990; Adams, 2001).

### **Análisis microbiológico**

La actividad antimicrobiana se evaluó por el método de difusión en agar con discos descrito por Rondón *et al.* (2005), contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). Los inóculos de cada bacteria fueron incubados en caldo Mueller-Hinton a 37°C durante 18 horas, el cual se diluyó con solución salina estéril (0,85%) para obtener una turbidez visualmente comparable al patrón McFarland N° 0,5 (10<sup>6-8</sup> UFC/ml). Cada inóculo fue esparcido con un hisopo sobre la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton y luego se colocó sobre la superficie un disco de papel de filtro (6mm diámetro) impregnado con el aceite esencial (10 µL). Las placas se mantuvieron durante 30 minutos a temperatura

ambiente y luego se incubaron a 37°C durante 24 horas.

La zona de inhibición alrededor del disco se midió y se expresó en mm. Se empleó un control positivo para comprobar la sensibilidad de los microorganismo con los siguientes antibióticos: Ampicilina-Sulbactam® (10 µg/10 µg), Vancomicina® (30 µg), Aztreonam® (30 µg), Netilmicina® (30 µg), y Cefoperazona® (75 µg). La concentración inhibitoria mínima (CIM) se determinó solamente con los microorganismos que mostraron zonas de inhibición. La CIM se realizó diluyendo el aceite esencial en dimetil sulfóxido (DMSO) con un rango de concentración entre 10 y 100 µg/ml, de cada dilución se tomaron 10 µl y se impregnaron los discos. La CIM fue definida como la concentración más baja que inhibió el crecimiento visible de bacterias (CLSI, 2008). También se incluyó un control negativo que consistió en un disco de papel de filtro impregnado con DMSO (solvente del aceite esencial). Los ensayos se realizaron por duplicado.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis cromatográfico**

Las partes aéreas frescas de *L. micromera* rindieron 0.5% (v/p) de aceite esencial incoloro. El análisis cromatográfico con detector de masas mostró la presencia de 18 compuestos que representan el 99.98% de la totalidad de los componentes del aceite, entre los cuales los mas abundantes son: el fenol timol (30,80%), timil metil éter (17,85%), -terpineno (17,72%), p-cimeno (10,35%), β-cariofileno (5,39%) y 1.8-cineole (3,93%), (Tabla 1). Estos resultados comparados con los descritos en la literatura permiten aseverar semejanza con el aceite esencial de *L. micromera* investigado en Colombia por Castañeda *et al.* (2007) cuyos principales componentes resultaron: timol (29.20%), timil metil éter (14.90%), p-cimeno (13.10%) y γ-terpineno (12,5%). En contraste, el aceite esencial objeto del presente trabajo no contiene carvacrol como lo reportan Tucker y Marciarello (1993) para el aceite de *L. micromera* de Saint Thomas, y Pino *et al.* (1998) para el originario de Cuba. Hay que destacar que el aceite esencial de *L. micromera* de Táchira-Venezuela, difiere completamente del analizado por Lawrence (1984) cuyos principales componentes son los aldehídos neral y geranial. Se ha investigado que las condiciones ambientales donde se desarrollan las especies pueden influir en su variabilidad genética y promover nuevos quimiotipos (Neves *et al.*, 2008; Coronel *et al.*, 2006; Fisher *et al.*, 2004).



**Tabla 1. Constituyentes del aceite esencial de *Lippia micromera* Shauer que crece silvestre en el Municipio Independencia, Estado Táchira. Venezuela**

Compuestos	Área (%)	IR*
$\alpha$ -tujeno	2.06	930
$\alpha$ -pineno	0.52	939
sabineno	0.40	975
$\beta$ -mirceno	2.25	991
1- felandreno	0.29	1003
$\alpha$ -terpineno	3.59	1017
p-cimeno	10.35	1025
limoneno	0.91	1029
1,8-cineol	3.93	1031
$\gamma$ -terpineno	17.72	1060
terpineol-4-ol	0.93	1177
timil metil éter	17.85	1235
timol	30.80	1290
timil acetato	0.63	1352
$\beta$ -cariofileno	5.39	1419
$\alpha$ -humuleno	0.58	1455
germacreno D	1.16	1485
biciclogermacr eno	0.62	1500
Total	99.98	

IR: Índice de retención

\*: CG-EM para completar identificación de los compuestos

## Actividad antimicrobiana

La Tabla 2 resume la actividad antibacteriana del aceite esencial de *L. micromera*, el cual mostró interesante actividad *in vitro* contra agentes patógenos Gram positivos (*S. aureus* y *E. faecalis*) y Gram negativos (*K. pneumoniae* y *E. coli*), con halos de inhibición de 13-34 mm de diámetro y con un rango de CIM de 30-50  $\mu\text{g/ml}$ ; sin embargo, fue inactivo frente a *P. aeruginosa*.

Estos resultados se correlacionan con la actividad antibacteriana reportada en otras especies del género *Lippia*, así los aceites esenciales de *L. sidoides* y *L. multiflora* inhibieron el desarrollo de *Escherichia*, *Staphylococcus* y *Streptococcus* (Pélissier *et al.*, 1994; Oliveira *et al.*, 2006; Botelho *et al.*, 2007). Al respecto, Bassole *et al.* (2005) señalan actividad del aceite esencial de *L. chevalieri* contra *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *Shigella*, *Salmonella* entre otras. Por otra parte, Viljoen *et al.* (2005) en un estudio realizado en África observaron el efecto bacteriostático que ejerce el aceite esencial de *L. javanica* contra *K. pneumoniae*. De igual manera se ha reportado actividad antibacteriana de *L. alba*, *L. oreganoides* y *L. graveolens* (Salgueiro *et al.*, 2003; Vera *et al.*, 2007; Velasco *et al.*, 2007).

La actividad antibacteriana observada del aceite esencial de *L. micromera* en esta investigación contra bacterias grampositivas y gramnegativas, podría

**Tabla 2. Actividad antibacteriana del aceite esencial de *L. micromera* Shauer que crece silvestre en el Municipio Independencia. Estado Táchira. Venezuela**

MICROORGANISMO	Zona de inhibición (mm)*						CIM (µg/ml)
	Aceite esencial	Control positivo					
		SAM (10/10 µg)	VA (30 µg)	AZT (30 µg)	NET (30 µg)	CAZ (75 µg)	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	34*	35*	-	-	-	-	40
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	23*	-	23*	-	-	-	50
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 23357	13*	-	-	46*	-	-	40
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	25*	-	-	-	30*	-	30
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	NA	-	-	-	-	30*	NP

SAM: Ampicilina-Sulbactam, VA: Vancomicina, AZT: Aztreonam, NET: Netilmicina, CAZ: Cefoperazona. \*: Zona de inhibición expresada en mm, diámetro de discos 6 mm, promedio de dos ensayos consecutivos. CIM: Concentración inhibitoria mínima, rango de concentración 10-100g/ml. NA: No activo. NP: No probado.

atribuirse a la presencia de timol, compuesto mayoritario (30,80%), y que diversas investigaciones lo señalan como un potente bactericida. (Didry *et al.*, 1993, 1994; Trombetta *et al.*, 2005)

Existe controversia en relación a la actividad contra *P. aeruginosa*, en tal sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio se relacionan con los obtenidos por Velasco *et al.* (2007), quienes señalan actividad antibacteriana del aceite esencial de *L. oreganoides* contra cepas de referencia y de origen nosocomial, sin embargo, el mismo fue inactivo contra *P. aeruginosa*. Por otra, difiere de los resultados de Prudent *et al.* (1995); Baratta *et al.* (1998) y Bozin *et al.* (2006), los cuales refieren que el aceite esencial de *Origanum vulgare* con alto contenido de timol y carvacrol inhibió efectivamente a *P. aeruginosa*. La variación en la composición química de un aceite puede contribuir en menor o mayor grado con su actividad antibacteriana, la cual puede ser considerada por una parte como una suma compleja de efectos antagonistas o sinergistas de sus componentes, y por la otra al efecto lipofílico del aceite para penetrar la estructura celular de los microorganismos e inhibirlos (Burt, 2004).

### CONCLUSIONES

Para nuestro conocimiento esta es la primera publicación sobre la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *L. micromera* especie aromática silvestre que crece en el Municipio Independencia Estado Táchira. El aceite esencial resultó activo contra patógenos humanos tales como *S. aureus* y *E. faecalis*, y frente a *K. pneumoniae* y *E. coli*, agentes etiológicos de infecciones intrahospitalarias con una elevada tasa de resistencia a los antimicrobianos sintéticos (Picazo *et al.*, 2006; Cornejo-Juárez *et al.*, 2007; Andreu y Planells, 2008; Cuevas *et al.*, 2008).

El creciente interés por el estudio de productos naturales como alternativa para el tratamiento de enfermedades infecciosas y con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se ha revelado el potencial antibacteriano del aceite esencial de *L. micromera* que motivan a profundizar sobre esta propiedad y a ser considerado por la industria farmacéutica para la elaboración de un antimicrobiano de amplio espectro.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo del Decanato de Investigación de la

Universidad Nacional Experimental del Táchira por el financiamiento y apoyo académico a la línea de investigación sobre plantas aromáticas y sus aceites esenciales.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. Identification of essential oil components by gas chromatography quadropole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Strem, Illinois. 2001.
- ANDREU, A. y PLANELLS, I. Etiología de la infección urinaria baja adquirida en la comunidad y resistencia de *Escherichia coli* a los antimicrobianos de primera línea. Estudio nacional multicéntrico. Med. Clin. (Barc). 130(13): 481-486. 2008.
- BARATTA, M.; DORMAN, H.; DEANS, S.; BIONDI, D. y RUBERTO, G. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. J. Essent Oil Res. 10:618-627. 1998.
- BASSOLE, I.; NEBIE, R.; SAVADOGO, A.; OUATTARA, C.; BARRO, N. y TRAORE, S. Composition and antimicrobial activities of the leaf and flower essential oils of *Lippia chevalieri* and *Ocimum canun* from Burkina Faso. African Journal of Biotechnology. 4: 1156-1160. 2005.
- BERMÚDEZ, A. y VELÁZQUEZ, D. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. Revista de la Facultad de Farmacia 44: 2-6, 2002.
- BEYRA, Á.; LEÓN, M. DEL C.; IGLESIAS, E.; FERRÁNDIZ, D.; HERRERA, R.; GODÍNEZ, D.; GUIMARAIS, M. y ÁLVAREZ, R. Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey (Cuba). Anales del Jardín Botánico de Madrid 61(2): 185-204. 2004.
- BOTELHO, M.; NOGUEIRA, N.; BASTOS, G.; FONSECA S.; LEMOS, T.; MATOS F.; MONTENEGRO, D.; HEUKELBACH, J.; RAO, V. S.; y BRITO, G. Antimicrobial activity of the essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against oral pathogens. Braz. J. Med. Biol. Res. 40(3): 349-356. 2007.
- BOZIN, B.; MIMICA-DUKIC, N.; SIMIN, N. y ANAKOV, C. Characterization of the volatile composition of essential oils of some Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. J. Agric. Food Chem.,

54:1822-1828. 2006.

- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Internat. J. Food Microbiol.* 94:223-253. 2004.
- CASTAÑEDA, L.; MUÑOZ, A.; MARTINEZ, J. y STASHENKO, E. Estudio de la composición química y la actividad biológica de los aceites esenciales de diez plantas aromáticas Colombianas. *Scientia et Technica.* 13(339): 165-166. 2007.
- CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; eighteenth informational supplement. CLSI document M100-S18 [ISBN 1-56238-653-0]. Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania. USA. 19087-1898. 2008.
- CORNEJO-JUÁREZ, P.; VELÁSQUEZ-ACOSTA, C.; SANDOVAL, S.; GORDILLO, P. y VOLKOW-FERNÁNDEZ, P. Patrones de resistencia bacteriana en urocultivos en un hospital oncológico. *Salud Publica Mex.* 49: 330-336. 2007.
- CORONEL, A.; CERDA-GARCÍA-ROJAS, C-M.; JOSEPH-NATHAN, P. y CATALÁN, C. Chemical composition, seasonal variation and a new alcohol from essential oil of *Lippia integrifolia*. *Flav. And Fragr. J.*, 21:839-847. 2006.
- CUEVAS, O.; CERCENADO, E.; GOYANES, M.J.; VINDEL, A.; TRINCADO, P.; BOQUETE, T.; MARIN, M. y BOUZA, E. *Staphylococcus* spp. En España: situación actual y evolución de la resistencia a antimicrobianos (1986-2006). *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 26(5): 269-77. 2008.
- DAVIES, N. Gas chromatographic retention index of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. *J. Chromatogr.* 503:1-24. 1990.
- DIDRY, N.; DUBREUIL, L. y PINKAS, M. Antibacterial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde alone or in combination. *Pharmazie.* 48(4): 301-304. 1993.
- DIDRY, N.; DUBREUIL, L. y PINKAS, M. Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria. *Pharmaceutical Acta Helvetica*, 69(1): 25-8. 1994.
- FISCHER, U.; LÓPEZ, R.; PÖLL, E.; VETTER, S.; NOVAK, J. y FRANZ, CH. M. Two chemotypes within *Lippia alba* population in Guatemala. *Flav. And Fragr. J.* 19: 333-335. 2004.
- GASQUET, M.; DELMAS, F.; TIMÓN-DAVID, P.; KEITA, A.; GUINDO, N.; KOITA, N.; DIALLO, D. y DOUMBO, O. Evaluation *in vitro* and *in vivo* of a traditional antimalarial, "Malarial-5". *Fitoterapia.*, 64:423-426. 1993.
- KASALI, A. A.; EKUNDAYO, O.; WINTERHALTER, P.; KOENING, W. A. y ESHILOKUN, A. O. Chemical constituents of the essential oil of *Lippia adoensis* Hochst. *Ex Walp. Flav. And Fragr. J.*, 19:210-212. 2004.
- LAWRENCE, B. M. The botanical and chemical aspects of oregano. *Perfum and flavorist*, 9(5): 41-51. 1984.
- LÓPEZ-PALACIOS, S. Flora de Venezuela. Verbenaceae. 3º Ed. Mérida. Venezuela pp. 416-449, 1987.
- MENUT, CH.; LAMATY, G.; SOHOUN LOUE, K.; DONGOU, J. y BESSIÉRE, J. Aromatic plants of Tropical West Africa. III. Chemical composition of leaf essential oil of *Lippia multiflora* Moldenke from Benin. *J. Essent. Oil Res.* 7:331-333. 1995a.
- MENUT, CH.; LAMATY, G.; BESSIÉRE, J.; KOUDOU, J. y MAIDOU, J. Aromatic plants of Tropical Central Africa. Epoxymyrcene, the major unusual constituents of *Lippia multiflora*. 10:75-77. 1995b.
- MORTON. Atlas of medicinal plants of Middle America, Vol. I. Springfield, Illinois, USA. pp. 745-750. 1981.
- NEVES, I.; de OLIVEIRA, J.; da CAMARA, C. y SCHWART, M. Chemical composition of the leaf oils of *Lippia gracilis* Shauer from two localities of Pernambuco. *J. Essent. Oil Res.* 20:157-160. 2008.
- OLIVEIRA, F.; LIMA, E.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.; SOUZA, E.; CAVALCANTE SANTOS, B.; BARRETO, H. Effectiveness of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) essential oil in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical material. *Revista Brasileira de Farmacognosia.* 16(4):510-516, 2006.
- PASCUAL, M.; SLOWING, K.; CARRETERO, A.; SÁNCHEZ-MATA, D. y VILLAR, A. *Lippia*: Traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *J. of Ethnopharm.* 76:201-214. 2001.
- PÉLISSIER, Y.; MARION, C.; CASADEBAIG, J. y MILHAM, M. Chemical, bacteriological, toxicological and clinical study of the essential oil of *Lippia multiflora* Mold. (Verbenaceae). *J. Essent. Oil Res.*, 6: 623-630. 1994.
- PICAZO, J.; BETRIU, C.; RODRÍGUEZ-AVIAL, I.; CULEBRAS, E.; GÓMEZ, M. y LÓPEZ, F. Grupo VIRA Vigilancia de resistencias a los antimicrobianos: estudio VIRA. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 24: 617-628. 2006.
- PINO, J. A.; ROSADO, A. y MENÉNDEZ, R. Leaf Oil of *Lippia micromera* Shauer in DC from Cuba. J.



Essent. Oil Res.10:189-190.1998.

- PITTIER, H. Manual de las plantas usuales de Venezuela. Ediciones Fundación Eugenio Mendoza. Caracas, Venezuela. P.314.1978.
- PRUDENT, D.; PERINEAU, F.; BESSIERE, J.; MICHEL, G. y BACCON, J. Analysis of the essential oil of wild oregano from Martinique (*Coleus Aromaticus* Benth.) – Evaluation of its bacteriostatic and fungistatic properties. J. Essent. Oil Res. 7: 165-173. 1995.
- RONDÓN, M.; VELASCO, J.; MORALES, A.; ROJAS, J.; CARMONA, J.; GUALTIERI, M. y HERNÁNDEZ, V. Composition and antibacterial activity of the essential oil of *Salvia leucantha* Cav. Cultived in Venezuela Andes . Rev Latinamer. Quim. 33:40-44. 2005.
- SALGUEIRO, L.; CAVALEIRO, C.; GONÇALVES, M. y PROENÇA, A. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Lippia graveolens* from Guatemala. Planta Medica, 69: 80-83. 2003.
- SCHNEE, L. Plantas Comunes de Venezuela. Ediciones Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. P.515.1973.
- TERBLANCHÉ, F. y KORNELIUS, G. Essential oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae). A literature review. J. Essent. Oil Res. 8:471-485.1996.
- TROMBETTA, D.; CASTELLI, F.; SARPIETRO, M.; VENUTI, V.; CRISTANI, M. y DANIELE, C. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 49 (6): 2474-2478. 2005.
- TUCKER, A. y MARCIARELLO, M. The Essential Oil of *Lippia micromera* Shauer in DC (Verbenaceae). J. Essent. Oil Res., 5:683-685. 1993.
- VALENTÃO, P.; FERNÁNDEZ, E.; CARVALHO, F.; ANDRADE, P.; SEABRA, R. y BASTOS, M. DE L. Studies on the antioxidant activity of *Lippia citriodora* infusion: Scavenging effect on superoxide radical, hydroxyl radical and hypochlorous acid. Biol. Pharm. Bull., 25(10): 1324-1327. 2002.
- VELASCO, J.; ROJAS, J.; SALAZAR, P.; RODRÍGUEZ, M.; DÍAZ, T.; MORALES, A. y RONDÓN, M. Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Lippia oreganoides* Against Multiresistant Bacterial Strains of Nosocomial Origin. Natural Product Communications. 2 (1): 85-88.2007.
- VELASCO-NEGUERUELA, A.; PÉREZ-ALONSO, M.; GUZMÁN, C. y ZYGADLO, J.; ARIZA-ESPIANAR, E.; SANZ, J. y GARCÍA-VALLEJO, M. Volatile constituents of four *Lippia* species from Córdoba (Argentina). J. Essent. Oil Res., 5:513-524. 1993.
- VERA, J.; PASTRAN, P.; FERNÁNDEZ, K. y VIÑA, A. Actividad antimicrobiana *in vitro* de volátiles y no volátiles de *Lippia alba* y extractos orgánicos y acuoso de *Justicia pectorales* cultivadas en diferentes pisos térmicos del departamento del Tolima. Scientia et Técnica, 33: 345-348. 2007.
- VILJOEN, A.; SUBRAMONEY, S.; VAN VUUREN, S.; BASER, K. y DEMEIRCI, B. The composition, geographical and antimicrobial activity of *Lippia javanica* (Verbenaceae) leaf essential oils. J. Ethnopharmacol. 96: 271-277. 2005.
- ZYGADLO, J.; LAMARQUE, A. ; GUZMÁN, C. y GROSSO, N. Composition of the Flower Oils of Some *Lippia* and *Aloysia* Species from Argentina. J. Essent. Oil Res. 7:593-595.1995

## ASPECTOS TÉCNICOS EN LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE PIEZAS DE FUNDICIÓN GRIS DEL ESTADO TÁCHIRA

(Technical aspects in the manufacturing industry of gray iron parts in the Táchira)

Peña, M.<sup>1</sup>; Fuentes, J.<sup>1</sup>; Gallardo, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Materiales.

Universidad Nacional Experimental del Táchira. Estado Táchira. Venezuela,

<sup>2</sup>Grupo de Metalúrgica e Ingeniero de los Materiales.

E.T.S. de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

Correo Electrónico: [empena@unet.edu.ve](mailto:empena@unet.edu.ve), [jfuentes@unet.edu.ve](mailto:jfuentes@unet.edu.ve), [josemar@us.es](mailto:josemar@us.es)

### RESUMEN

El presente trabajo se ha orientado a conocer diversos aspectos técnicos de las empresas productoras de piezas de fundición gris, ubicadas en el estado Táchira, Venezuela. La investigación se inició en una fase exploratoria que permitió ubicar a las empresas. A continuación, se diseñó y validó una encuesta. El objeto de dicho instrumento fue obtener datos de las empresas en cuanto a materias primas, equipos, moldeo, producción, procedimientos de control de calidad, productos y otros. En la fase de campo, se visitó a cada una de las empresas, con el propósito de aplicar la encuesta y observar sus líneas de producción. La información obtenida puso de manifiesto que la producción de estas empresas está destinada a diversos sectores de la industria regional y nacional como automotriz, artesanal, agrícola, alfarero, y otros. Asimismo, las empresas de la región, en su mayor parte, carecen de un soporte técnico apropiado en su tecnología de producción y no contemplan metodologías para la evaluación de la calidad de sus productos.

**Palabras Clave:** Aspectos técnicos, fundición gris, control de calidad

### ABSTRACT

This study was oriented to know different technical aspects in the manufacturing industry of gray iron parts in the Táchira state, Venezuela. The research began in an exploratory phase that allowed to find the companies. Next, a survey was designed and validated. The objective of this instrument was to collect data in relation to raw materials, equipment, molding, production, quality control procedures, products and others. In the field phase, it was visited each one of the companies in order to apply the survey and to observe its lines of production. The obtained data showed that the production of these companies is destined to diverse sectors of the regional and national industry like automotive, handcrafted, agricultural, pottery and others. Also, the local companies, mostly, showed lack of an appropriate technical support in their production technology and they do not contemplate typical quality control procedures.

**Key Words:** Technical aspects, gray iron, quality control

## INTRODUCCIÓN

En el Estado Táchira existe un grupo importante de empresas que se dedican a la fabricación de piezas de fundición gris. La fundición gris, F G, es un material estructural que tiene una amplia aceptación en la industria debido a una combinación sobresaliente de colabilidad, maquinabilidad, propiedades mecánicas y precios (ASM Handbook, 1988). El término fundición gris hace referencia a una clase amplia de aleaciones férreas, que en esencia son aleaciones de hierro, carbono y silicio. La cantidad de estos elementos y otros –menores– presentes en las composiciones comerciales varía en un amplio rango. Su microestructura consiste básicamente de partículas de grafito en forma de hojuelas en una matriz ferrosa. Por otra parte, las propiedades mecánicas dependen de la morfología, tamaño y distribución de las hojuelas de grafito y del tipo de matriz, que son consecuencia de la composición química y de los parámetros de procesado (Foseco, Foundryman's Handbook, 1994).

Los requisitos técnicos que deben reunir las piezas de fundición gris normalmente están basados en especificaciones elaboradas por institutos profesionales, como la Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, en Venezuela o la American Society for Testing and Materials, ASTM, en los Estados Unidos. Pero, las especificaciones pueden no ser garantizadas por empresas que no disponen de una tecnología de producción e información adecuada. El propósito de este trabajo ha sido realizar un estudio en las empresas productoras de F G, ubicadas en el Estado Táchira, centrado en algunos aspectos técnicos como materias primas, procesado, mercado y, en particular, procedimientos de control de calidad.

## MÉTODO

En la fase inicial –exploratoria– de la investigación se identificaron quince empresas fabricantes de piezas de fundición gris establecidas en el Estado Táchira. De éstas, dos pudieron hallarse en los registros existentes en las cámaras de industria y comercio de la región y a través del Instituto Nacional de Estadística, censo año 2000. Las otras trece fueron identificadas por referencias obtenidas entre personas relacionadas con este sector. La investigación se desarrolló en once de las empresas, en las que se pudo tener acceso.

En la siguiente fase del trabajo se diseñó una encuesta que fue validada conforme al método de Ruiz (2002), por expertos en el área de investigación e

industria. Dicha encuesta se estructuró en seis renglones.

El primer renglón contempla el tipo de materias primas, procedencia, cantidad y métodos de selección. El segundo se enfoca en aspectos relacionados con la tecnología de producción, como el tipo de horno de fundición, capacidad y control de temperatura. Por su lado, el tercer renglón de la encuesta abarca diversos aspectos de la operación del equipo de fusión, a saber: secuencia de carga, cantidad de metal fundido por colada, número de coladas por día, frecuencia de fusión y otros. En el cuarto renglón se investigan aspectos del moldeo, como materiales del molde y métodos de preparación. Por su parte, el quinto renglón apunta a diversos aspectos del control de calidad, tales como, balance de carga o materiales a fundir, composición química, control de temperaturas, ensayos mecánicos, ensayos no destructivos, cualificación del personal y otros. El último renglón trata del mercado para conocer productos, proveedores de materias primas y planes de expansión.

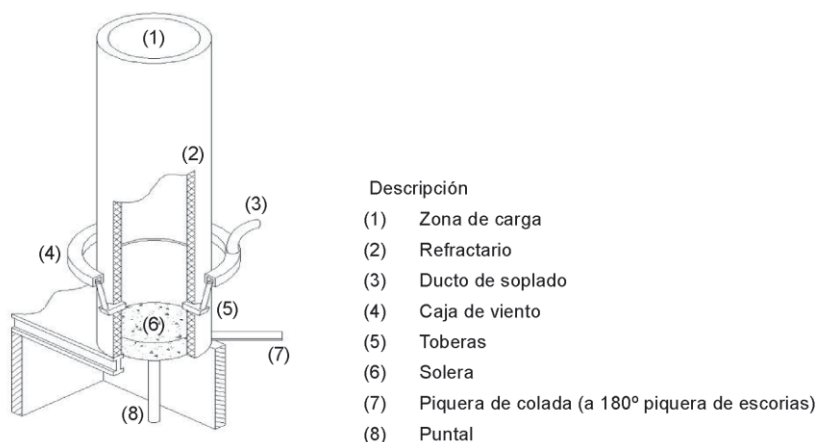
Posteriormente, se visitó cada una de las empresas para aplicar la encuesta directamente a los propietarios o, en su caso, al personal de más antigüedad. Asimismo, se realizaron observaciones de sus líneas de producción, se intercambió información con el personal de planta, se documentó los procesos mediante fotografías, se recogieron diversos datos relacionados con la producción y se recogieron muestras de piezas de fundición gris para realizar posteriores estudios de laboratorio en la Universidad, que serán presentados en otro trabajo. Lo anterior permitió elaborar una base de información actualizada sobre la situación técnica de las empresas, en particular, el control de calidad de sus productos.

## RESULTADOS

En la figura 1 se muestra un mapa político del Estado Táchira, dividido en veintinueve municipios, sobre el que se han representado círculos en negro para señalar la ubicación de las once empresas productoras de fundición gris investigadas. La distribución en el mapa es la siguiente: Cinco empresas se localizan en el Municipio Torbes; dos empresas en Junín y un tanto igual en Pedro María Ureña; una empresa existe en Andrés Bello y otra en San Cristóbal. Se tiene conocimiento que existen cuatro empresas ubicadas en zonas rurales del Municipio Torbes, que son relativamente pequeñas.



REVISTA CIENTÍFICA UNET/ VOL.21(2):2009.76-80.



**Figura 5. Esquema del horno de cubilote**

En cuanto a la frecuencia de producción, el 36% de las empresas funden una día por semana, el 36% lo hace dos días, el 18% tres días y el 9% cinco días. Todas las empresas emplean el método de molde manual. En la composición del molde se usa como material base la arena sílice, disponible en grandes cantidades en la región andina (Rodríguez, 1980). Esta arena se mezcla con bentonita y agua en ocho de las empresas o greda y agua en otras dos empresas o silicato de sodio y  $\text{CO}_2$  en sólo una empresa. La bentonita y greda, también, se procesan y comercializan en el país (Rodríguez, 1980).

En lo referente al control de calidad del producto, una de las empresas clasificada como mediana industria superior realiza regularmente el ensayo de dureza Brinell, análisis químico, estudios metalográficos y ultrasonidos –defectología–. Otra de las empresas clasificada como mediana industria inferior realiza también el ensayo de dureza, análisis químico y diversos ensayos para determinar propiedades del material del molde como humedad, compactación y porcentaje de finos.

En ambas empresas se llevan a cabo, en planta, mediciones de la temperatura del metal líquido en el horno y en el momento de la colada, que influyen en la calidad del material. Vale mencionar, que estas empresas cuentan con ingenieros o técnicos superiores para tales propósitos. Por último, todas las empresas mostraron interés en mejorar la calidad de sus productos.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las empresas fabricantes de piezas de F G se concentran en torno del eje fronterizo Cúcuta-San

Cristóbal, figura 1, donde existe un flujo comercial binacional de gran importancia y zonas industriales bien denotadas, como aparece descrito en el Plan Nacional de Desarrollo Regional 2001-2007 (2001). La mayor parte de estas empresas (64%) son del estrato pequeña industria, como se explicó en el apartado anterior. En este sector existe un panorama prometedor como se refleja en la figura 3, ya que, en el estado Táchira existen muchos consumidores potenciales de productos de F G como establecimientos industriales de ensamblaje de vehículos con componentes estructurales nacionales, otros a la fabricación de cocinas industriales e implementos agrícolas, los de la industria tradicional artesanal y otros que se mencionan en Táchira Exporta (2003).

Una parte importante de los insumos requeridos en la producción de fundición gris, vale decir, material de reciclaje, fundentes y materiales de molde, son de origen local o nacional. Esto les confiere a los fabricantes de F G ciertas ventajas competitivas como bajos costos, disponibilidad y fechas de entrega.

Los materiales que se cargan al horno –coque, piedra caliza, chatarra– determinan la composición química de la fundición gris. En ello, la selección de

Por otra parte, las temperaturas de fusión y colada son monitoreadas por dos de las empresas, que también seleccionan la chatarra, inoculan el material, realizan ensayos de control de calidad, cuentan con personal calificado y pertenecen a un estrato industrial alto. Esto refleja que algo más del 80% de las empresas investigadas no cuentan con una base de información técnica apropiada y carecen de la infraestructura convencional para la evaluación de calidad de sus productos.

la chatarra juega un papel importante. Esta, en principio, debería estar constituida principalmente por componentes de fundición gris de reciclaje, pero, en la práctica contiene piezas pequeñas sueltas o integradas de aleaciones no férreas, aceros de baja aleación u otros materiales no deseados. En el caso de las empresas investigadas del Estado Táchira sólo cinco realizan tal tarea.

La inoculación que es una fase terminal en la producción de F G la realizan cinco empresas, tres de las cuales seleccionan la chatarra. La inoculación es importante, ya que, produce cambios positivos en el tamaño y distribución del grafito y, con ello, mejora las propiedades mecánicas del material y reduce la tendencia a la formación de carburos (ASM Handbook, 1988).

Por otra parte, las temperaturas de fusión y colada son monitoreadas por dos de las empresas, que también seleccionan la chatarra, inoculan el material, realizan ensayos de control de calidad, cuentan con personal calificado y pertenecen a un estrato industrial alto. Esto refleja que algo más del 80% de las empresas investigadas no cuentan con una base de información técnica apropiada y carecen de la infraestructura convencional para la evaluación de calidad de sus productos.

## CONCLUSIONES

La mayor parte de las empresas productoras de piezas de fundición gris del Estado Táchira son pequeñas y disponen de una tecnología tradicional. Sus procesos de fabricación tienen un matiz artesanal. El nivel de formación del recurso humano es bajo, lo cual dificulta desarrollar el control de calidad de sus productos. Estos y otros factores pueden obstaculizar el afianzamiento de las empresas dentro del tejido industrial de la región, así como, la posibilidad de incrementar la producción y abordar nuevos mercados.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a las empresas Aceros Hergar, Induvenpa Díaz y Autos Torovega, que aportaron al proyecto LOCTI PRO118 y, al Vice Rectorado Académico y Decanato de Investigación de la UNET la ayuda económica para la preparación y presentación de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APRAIZ, J. Fundiciones, 6ª Edición, Madrid, CIE Inversiones Editoriales-DOSSAT 2000, S.L. pp. 1-70. 1998.
- ASM HANDBOOK, Casting, ASM International, Metals Park. 9th Edition. Ohio, 15: 629-646. 1988.
- FOSECO FOUNDRYMAN'S HANDBOOK, Tenth edition, Birmingham, Foseco International Ltd. pp. 184-192. 1994.
- GRAY AND DUCTILE IRON CASTINGS HANDBOOK. First edition, Cleveland, Gray And Ductile Iron Founders' Society Inc. p. 173. 1971.
- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL 2001-2007, Ministerio de Planificación y Desarrollo. Caracas, pp. 41-46. 2001.
- RODRÍGUEZ, S. Los minerales industriales de Venezuela, Revista Venezuela Metalúrgica y Minera. (36): 55-62. 1980.
- RUIZ, C. Instrumentos de investigación educativa procedimientos para su diseño y validación. Segunda edición, Barquisimeto, CIDEF, pp. 191-217. 2002.
- TÁCHIRA EXPORTA, Fundación de Estudios Económicos y Sociales "Domingo Maza Zavala", San Cristóbal, pp. 60-67. 2003.

## CARACTERÍSTICAS DE EXPERIENCIAS EN REDES INTERPRESARIALES DE PYME'S DEL ESTADO TÁCHIRA

**(Characteristics of experiences in empresariales networks of Sme's of the Táchira State)**

Cardozo, N.; Pérez, F. y Ugueto, M.

Programa de Formación y Desarrollo del Recurso Humano,  
Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira.  
San Cristóbal, Estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela.  
[ncardozo@unet.edu.ve](mailto:ncardozo@unet.edu.ve); [fperez@unet.edu.ve](mailto:fperez@unet.edu.ve); [muguetto@unet.edu.ve](mailto:muguetto@unet.edu.ve)

### RESUMEN

En el estado Táchira se vienen gestando nuevos modelos alternativos de organización empresarial, signados por acuerdos de cooperación entre PYME's, con el fin de fortalecerse en los mercados que atienden, lo que invita a pensar que estas formas de cooperación conducen a mejorar las condiciones competitivas de las empresas y de los entornos donde operan. La investigación que sustentó el presente artículo se planteó como objetivo analizar la dinámica asociativa de PYME's, que conforman agrupamientos empresariales, como mecanismo para mejorar su capacidad competitiva. El trabajo de campo, realizado en el año 2006 en treinta y seis PYME's de los sectores turismo y producción frutícola, arrojó como resultados: la existencia de redes productivas, cuyo interés común es establecer acuerdos en precios, distribución, organización de la comercialización y capacitación de su gente, donde la estructura no presenta subordinación jerárquica entre los participantes y han logrado establecer mecanismos de interrelación con instituciones gubernamentales. Entre las características comunes encontradas se tienen: iniciativa del negocio originada por imitación de otros emprendimientos, convivencia con proveedores comunes, disposición de personal capacitado, uso de maquinaria convencional, falta de normalización de productos y procesos, necesidades de capacitación en mejora continua, resultados económicos pobres, alta oportunidad de desempeño profesional y oportunidad de desarrollo social a la comunidad.

**Palabras Clave:** Red empresarial, PYME's, cooperación.

### ABSTRACT

In the Tachira State they come developing new alternative models from enterprise organization, signed by agreements of cooperation between SME's, with the purpose of fortifying itself in the markets that take care of, which invites to think that these forms of cooperation lead to improve the competitive conditions of the companies and the surroundings where they operate. This investigation, exploratory-descriptive, must like objective analyze the associative dynamics of SME's, that conforms enterprise groups, like mechanism to improve its competitive capacity. The work of field, made in 2006 in thirty six SME's of the sectors tourism and production frutícola, threw like results: the existence of productive networks, whose common interest is to establish agreements in prices, distribution, organization of the commercialization and qualification of its people, where the structure does not present/display hierarchic subordination between the participants and have managed to establish mechanisms of interrelation with governmental institutions. Between the found common characteristics they are had: initiative of the business originated by imitation of other emprendimientos, coexistence with common suppliers, enabled disposition of personnel, use of conventional machinery, lack of product normalization and processes, poor necessities of qualification in continuous improvement, economic results, high opportunity of professional performance and opportunity of social development to the community.

**Key Words:** Enterprise network, SME's, cooperation.



## INTRODUCCIÓN

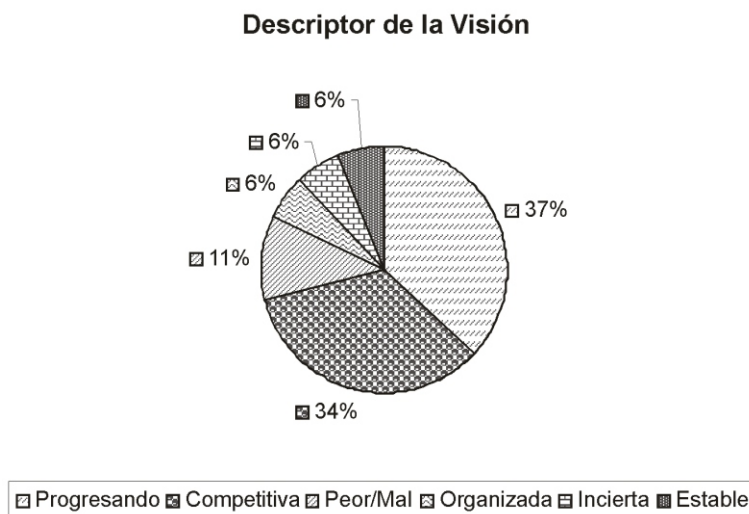
La importancia de las pequeñas y medianas empresas (PYME's) en Venezuela, en las cuales, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el número total de trabajadores oscila entre cinco y cien, hace que cualquier dificultad en su productividad y competitividad, repercuta desfavorablemente en la economía del país. Para el INE (2004), en Venezuela habían 6.309 empresas manufactureras, de las cuales 90,6% (5.718) eran PYME's y más aún el 65,6% (4.141) del total de empresas manufactureras pertenecían al estrato de pequeña industria, es decir contaban sólo con entre 5 y 20 trabajadores; del total del personal ocupado por la empresa manufacturera para el año 2004 (322.907), 36% (115.851) estaba empleado en PYME's, por otro lado la contribución del valor bruto de la producción por parte de las PYME's para el año 2004 fue de 13% del total generado por la industria manufacturera. La información anterior demuestra la relevancia que tienen las PYME's en el crecimiento económico y social de Venezuela.

Una investigación realizada por Cardozo, *et. al* 2003, denominada "Caracterización de la PYME del estado Táchira", de carácter exploratorio de campo, realizada a un total de 181

empresas distribuidas en todas las zonas industriales del estado arrojó, entre otros resultados, que el tamaño de la mayoría de las PYME's 170 (61%) son pequeñas y el resto 71 (39%) se pueden considerar medianas de acuerdo a la clasificación establecida por el INE. La mayoría, 107 (59%) empresas se concentra en el sector tradicional en el cual predominan los rubros confección, calzado, muebles y accesorios y artesanía.

Aunado a lo anterior, del mismo estudio realizado por Cardozo *et. al* 2003, se detectó la actitud positiva del empresario de las PYME's del Estado Táchira, frente a las dificultades externas, ya que del 81% (147) de los encuestados, sus dueños o encargados de la gerencia, tenían una idea clara de cómo quiere que sea ésta en el futuro, aún cuando no la manifiesten explícitamente.

Esto demuestra que el empresario tachirenses, a pesar de tener presente el efecto de las fuerzas externas, posee deseos de superarse y de crecer, ya que de las mismas 147 empresas, la visión de 137 de ellas (70%) es que en el mediano y largo plazo éstas sean competitivas o por lo menos estén progresando, tal como se ilustra en la figura 1.



**Figura 1. Distribución (%) de tipos de visión de las PYME's del Estado Táchira. Venezuela.**

Fuente: Cardozo *et. al*, 2003.

En Venezuela existe la necesidad de propiciar condiciones técnico-financieras que favorezcan la capacidad de competir de las PYME's; surge entonces la disyuntiva para estas empresas de si compiten, individualmente, o utilizan algún mecanismo de cooperación que les permitan, más que competir entre ellas, poder alcanzar mejores niveles de desempeño que será reflejado en alto niveles de competitividad. La evidencia empírica que hasta ahora se tiene, al menos en el caso venezolano, es que la gran mayoría de las PYME's deciden competir individualmente. Un ejemplo de esto, se puede visualizar en el sector manufacturero del estado Táchira; Cardozo *et. al* 2003, concluyeron que el 61% de los empresarios de las PYME's de la región consideran que pueden y deben llegar a acuerdos de cooperación entre los empresarios de su ramo, ya que estos les permitirán fortalecer la industria en la que se desempeñan y erradicar la competencia desleal. No obstante, no existe una clara evidencia que los acuerdos se establezcan en forma permanente. Así mismo, el 39% no considera esta alternativa, alegando la falta de una cultura de cooperación y por ende la dificultad para llegar a acuerdos entre ellos; es decir, los empresarios de las PYME's del Estado Táchira, no han encontrado una relación directa entre la cooperación y sus ganancias.

Los conceptos vinculados al desarrollo de la sociedad, que surgen con apremio alrededor del mundo, y que en el caso específico de Venezuela se incluyen en el modelo económico que se está instalando en el país, invitan a pensar en alternativas para competir a través de estrategias colectivas como posibilidad de desarrollar ventajas individuales y conjuntas. Al respecto Nalebuff y Branderburger (1996), presentaron un nuevo paradigma de estrategia empresarial que se fundamenta en combinar la competencia entre empresas con la cooperación; lo han denominado "Coopetencia", termino acuñado según (Francés, 2006) por Ray Noorda, quien afirma que "se tiene que competir y cooperar al mismo tiempo", las empresas deben de cooperar cuando se trata de crear la torta (desarrollar un mercado) y competir para repartirla. El punto de partida de una

estrategia basada en coopetencia es pensar en complementos, es decir, en productos, a menudo proporcionados por otros, que se utilizan junto con los de la empresa y, por otro lado, constituir red de valor, es decir identificar los diferentes actores del juego de los negocios (clientes, proveedores, competidores, complementadores) y la interdependencia entre ellos (Francés, 2006).

Por otro lado, según la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2002), Michael Porter en su libro "La Ventaja Competitiva de la Naciones", señala que "la competitividad muy pocas veces proviene de negocios o empresas aisladas, sino más bien de clusters de negocios que compiten y actúan en campos similares, reforzándose entre sí." En el mismo libro Porter define el cluster como "un grupo de compañías e instituciones interconectadas asociadas a un campo particular y próximo, geográficamente unidas por prácticas comunes y complementarias". Para el mismo autor, los clusters incluyen a los proveedores de insumos especializados como maquinaria, componentes, servicios e infraestructura. Los clusters también se pueden extender hacia abajo a los canales de distribución y a los clientes y, de manera horizontal, a los productores de bienes complementarios y a empresas de industrias relacionadas por tecnologías o insumos comunes. Muchos clusters abarcan, asimismo, organizaciones gubernamentales, académicas y gremiales que proveen servicios de capacitación, información, investigación y apoyo técnico (CAF, 2002).

Tomando en cuenta que, según Genatios y Lafuente (2004), el sector empresarial venezolano demanda, en un nivel escaso, actividades de Ciencia y Tecnología Nacional, evidenciado la pobre capacidad del sector productivo para innovar, generar o adaptar nuevas tecnologías para mejorar sus niveles de productividad, se considera necesario que las empresas propicien las vinculaciones para aumentar su capacidad de innovación.

Específicamente en el Estado Táchira en estudios recientes sobre la capacidad de cooperación de las PYME's con otros agentes,

Específicamente en el estado Táchira en estudios recientes sobre la capacidad de cooperación de las PYME's con otros agentes, como lo es la actualización de la investigación realizada por Cardozo *et. al*, 2003 sobre la Caracterización de la PYME del Estado Táchira, mencionado anteriormente, se han evidenciado resultados parciales con base a sesenta y siete (67) PYME's ubicadas en el eje fronterizo San Antonio – Ureña y en las principales zonas industriales de San Cristóbal (Paramillo, Barrancas y Puente Real), dedicadas a actividades dentro de los rubros: alimentos, artesanía, confección, muebles, plástico y tabaco; dentro de dichos resultados parciales relacionados con la capacidad de cooperación se tiene que en relación con los agentes con los que las PYME's integran su cadena productiva, el 59% (39) de la muestra estudiada, se integran de manera vertical, con Proveedores y Clientes, un 4% (3) con clientes y competidores, otro 4% (3) sólo con clientes, un 1% (1) sólo con proveedores y el resto 32% (21) no se integra con ningún agente.

Lo anteriormente mencionado lo sustenta otro estudio realizado por Amador y Bautista (2006) en las PYME's del sector textil del estado Táchira, el cual arrojó como resultado que gran parte de la PYME desarrolla los productos conjuntamente con los clientes, subcontratan actividades de manufactura con empresas relacionadas y se vinculan con proveedores para la asistencia técnica y/o para el entrenamiento del personal.

A partir de todo lo anterior, en la investigación que sustenta el presente artículo, se planteó como objetivo general identificar las características relevantes de redes empresariales desarrolladas por las PYME's ubicadas en el Estado Táchira, como fuente de ventaja competitiva. Para delimitar la investigación, se realizó para dos casos emblemáticos de estudio, la Cooperativa Corredor Turístico de las Rosas y la Red de Innovación Productiva Frutícola del Municipio Jáuregui. Los objetivos específicos planteados fueron: a) Identificar la situación actual de la cadena de valor de las empresas dentro de los sectores estudiados; b) Identificar la capacidad asociativa de los gerentes de dichas empresas y c)

Establecer el tipo y las razones de la relación asociativa presente en las mismas.

## MÉTODO

El punto de partida de este trabajo, es la hipótesis teórica que señala que las PYME's ubicadas en una misma región geográfica con ventajas comparativas visibles, tienen la posibilidad de desarrollar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo si logran establecer un mecanismo de asociación estratégica en el cual, sin perder su autonomía e individualidad, cooperan entre sí y se desarrollan juntas para beneficio de todas y de la comunidad en que están inmersas.

Tomando en cuenta que el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación (Christensen, 1980, citado en Hernández *et. al*, 1998), la investigación que da origen al presente artículo fue de campo, debido a que la información se levantó directamente del objeto de estudio; tomando en cuenta la clasificación de los tipos de diseño en experimental y no experimental, se considera que fue una investigación no experimental debido a que se realizó sin manipular deliberadamente variables, es decir, se observó el fenómeno tal como se da en el contexto natural, para después analizarlo; se observaron situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por los investigadores (Hernández *et. al*, 1998). Además de lo anterior se apoyó en la revisión documental.

El método utilizado fue el estudio de casos de PYME's organizadas bajo cualquier tipo de relaciones de asociatividad, preferiblemente ubicadas dentro de un mismo sector regional del estado.

Las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa y la entrevista semi estructurada dirigida a grupos de interés de dichas empresas, es decir, empresarios, trabajadores, proveedores, clientes y la comunidad en general; las variables que se estudiaron directamente, con el fin de obtener sus características son: diseño de productos o servicios, procura de materia prima e

insumos, disponibilidad de mano de obra, tecnología actual, proceso productivo, forma de comercialización y financiamiento.

Las visitas a las empresas, objeto de estudio, incluyeron un recorrido por sus instalaciones en donde se pudo adquirir, a través de la experiencia directa, una visión rápida de los procesos productivos y (o) servicio. El trabajo de campo se llevó a cabo entre el 2005 y 2006, dada las circunstancias determinadas por las propias empresas y sus gerentes. Los casos de estudio, de los cuales se presenta la información en este artículo son:

### La Cooperativa Corredor Turístico de las Rosas

Según Chávez y Pérez (2006), esta conformada por una asociación de 22 miembros que tiene como propósito comercializar y promocionar el Corredor Turístico de las Rosas a través de los productos elaborados en la zona y las características excepcionales del paisaje, en la tabla 1 se muestran los productos principales de la cooperativa. La constitución de esta Cooperativa

fue iniciativa de un productor de rosas de la zona a principio del año 2001.

El Corredor Turístico de las Rosas se encuentra ubicado en el municipio Michelena, en el centro-norte del estado Táchira, Venezuela. La zona está a 1245 m.s.n.m. y ocupa una superficie de 170,9 Km<sup>2</sup> (Chávez y Pérez, 2006). El municipio posee una vegetación abundante de grandes árboles y bosques con montañas, y diversidad de arbustos, pastizales y una gran gama de sembradíos de flores, tubérculos, hortalizas, frutales, entre otros. Su fauna se caracteriza por poseer una extensa variedad de aves. No existen grandes corrientes fluviales, pero hay abundancia de agua en manantiales y quebradas.

La agricultura es el principal elemento de la economía del municipio, existen excelentes avances en cuanto a la floricultura en los rubros de pompones, claveles, margaritas, rosas, astromelias y calas. Además, en el municipio se practican las siguientes actividades industriales y artesanales: metalúrgica, dulcería y confitería, industria del calzado, minería, del sector de alimentos (despulpadora y condimentos), fabricas de velas y velones y licores típicos del estad

**Tabla1. Principales productos de la cooperativa corredor turístico de las rosas**

RUBRO	PRODUCTOS
Licores Artesanales	Licor de rosas
	Licores de pera, naranja, mandarina, café, mora, fresa, piña, hierbas, coco y durazno.
	Vino de mora
	Ponches (café, cacao y pasas)
	Calentado
Recuerdos de Montaña	Mistela (mora, mango, durazno, parchita, fresa)
	Artesanías
Dulces Artesanales	Aceite de rosas
	Fresas con crema
	Fresas en crema de rosas.
	Postre de rosas
	Frutas en almíbar
	Mermelada de rosas y fresa
	Tortas
	Dulces variados en almíbar
Comida Típica	Postres fríos
	Pasteles
	Encurtidos
	Picantes
Posadas	Restaurante
	Alojamiento
Recreativos	Piscinas
	Parque infantil
	Tasca-restaurante
	Estacionamiento
	Canchas deportivas



La agricultura es el principal elemento de la economía del municipio, existen excelentes avances en cuanto a la floricultura en los rubros de pompones, claveles, margaritas, rosas, astromelias y calas. Además, en el municipio se practican las siguientes actividades industriales y artesanales: metalúrgica, dulcería y confitería, industria del calzado, minería, del sector de alimentos (despulpadora y condimentos), fabricas de velas y velones y licores típicos del estado.

### **La Red de Innovación Productiva Frutícola del Municipio Jáuregui**

La “Despulpadora de Frutas Jáuregui” como se le conoce comúnmente fue creada en Agosto de 2003, por la necesidad de mejorar las condiciones de producción de los procesadores de pulpa de frutas del Municipio Jáuregui en el Estado Táchira. La misma está conformada por catorce empresas dedicadas a la siembra, procesamiento y distribución de frutas y hortalizas de la región, así como un conjunto de organizaciones de apoyo en las que se destacan instituciones educativas, organizaciones que brindan asistencia y asesoría técnica, además de las instituciones relacionadas del gobierno local, regional y nacional.

En esta red se están procesando y comercializando, actualmente, pulpa de fresa, mora, piña, parchita, guanábana, guayaba, tamarindo, naranja, durazno y un cóctel que se genera de la mezcla de diversas frutas, las cuales tienen una gran demanda en todo el territorio nacional.

## **RESULTADOS**

### **Características de las actividades claves de la cadena de valor de los agrupamientos de empresas estudiados**

La cadena de valor es una herramienta, descrita y popularizada por Porter (1985), que categoriza las unidades que producen valor añadido a una organización. Las actividades primarias de la cadena de valor se dividen en: logística interna, operaciones, logística externa, mercadeo y ventas, y servicios post ventas. Estas

actividades son apoyadas por la dirección de administración, la dirección de recursos humanos, la investigación y desarrollo y las compras o abastecimiento.

La idea central es captar en cada fase las actividades que producen valor añadido para la organización y descartar aquellas actividades que sólo producen costos. El concepto de la cadena de valor se ha extendido más allá de las organizaciones individuales, y es común verlo en las redes completas como las cadenas de suministro y en redes de distribución.

La investigación no pretendió determinar el valor de cada una de las actividades que conforman la cadena productiva y (o) de servicio, sino de hallar las características más importantes relacionadas con los requerimientos o condiciones teóricamente necesarias para la asociatividad y además que son comunes en los dos agrupamientos de empresas estudiados, de cada una de las actividades primarias y de apoyo de dichas cadenas.

Para tal fin las actividades recibieron la denominación que mejor se describía de acuerdo a los procesos estudiados: de producción y de servicios; teniendo presente además que cada actividad, primaria o de apoyo de la cadena de valor es ejecutada por actores que pueden estar dentro o fuera de las organizaciones. A continuación se presenta a manera de resumen, los principales resultados comunes para ambos casos de estudio.

### Diseño de productos o servicios

La mayor parte de las empresas inician sus actividades por imitación de los productos y servicios de otros emprendimientos que han demostrado algún éxito en el mercado, evidenciándose, además, la ausencia o muy poca orientación profesional adecuada en la conformación de los productos o servicios a ofrecer. La innovación y desarrollo, así como la gestión de servicios técnicos con énfasis en capacitación y formación técnica y social de los empresarios y trabajadores, se da a partir de la relación de asociatividad presente.

### Procura de Materia prima e insumos

La mayoría de las empresas compran insumos y equipos a los mismos proveedores, por lo general todos locales y nacionales. Se evidencia la ausencia de los requerimientos de calidad de la materia prima y muy poco o casi nulo control de la misma. No existen convenios establecidos con los proveedores, pero se les da preferencia a aquellas empresas que a su vez conforman una cooperativa. Se desconoce si existe o no productos sustitutos de sus insumos.

### Mano de obra

Hay disponibilidad de mano de obra en la región, la cual en algunos casos no está capacitada. Existen en la región institutos que brindan capacitación pero no se ha logrado concertar programas específicos a los requerimientos de los agrupamientos de las empresas estudiadas.

### Tecnología

Presencia de maquinaria y equipos en algunos casos en buenas condiciones pero obsoletos dado la disponibilidad en el mercado de maquinarias y equipos nuevos. El tipo de tecnología utilizada, en función del nivel de la intervención de la mano de obra en el proceso productivo, es de atención constante, es decir, equipos, maquinarias y herramientas que facilitan el proceso pero que requieren de la atención permanente del personal que las operan. Existe en el mercado disponibilidad de nueva tecnología, no obstante las empresas asociadas no han tenido acceso a ellas dado lo elevado de los costos y la poca disponibilidad financiera presente, principalmente por la baja propensión a solicitar créditos. Hay disponibilidad de asistencia técnica.

### Infraestructura Vial

Vías de comunicación y accesibilidad a las entidades no acordes a los requerimientos de infraestructura vial de las empresas. El sistema de transporte y comunicaciones es deficiente en donde la señalización es escasa y poco visible. Los medios de transporte público que transitan son pocos y no se encuentran en condiciones

favorables para la transportación. Generación de proyectos de mejoramiento de la infraestructura, vialidad y demás servicios, solicitados a los entes gubernamentales; los cuales a su vez muestran su disposición hacia mejoras futuras.

### Proceso Productivo

Carencia de información técnica adecuada. Los procesos productivos y (o) de prestación del servicio no están documentados, sin embargo, se han determinado en base a la experiencia, la secuencia y métodos necesarios para asegurar la operación eficaz. No se han establecido métodos para el seguimiento y mejora continua en base al análisis de los resultados esperados, a pesar de evidenciarse un notable interés en mejorar la calidad de sus productos o servicios.

### Comercialización

Es realizada a través de intermediarios, quienes por lo general se llevan los mayores beneficios económicos. Un único canal de distribución, siendo el más utilizado la fuerza de venta, de manera independiente de una empresa a otra. Comparten los mismos nichos de mercado, con muy poca presencia en el extranjero. Los empresarios se muestran inquietos por incursionar en mercados internacionales, especialmente Colombia y el Caribe. Creación de una marca colectiva y una red de distribución a partir de la asociatividad establecida.

### Financiamiento

Auxilio financiero a través de diversas instituciones gubernamentales para dotación de maquinaria, equipos, capital de trabajo, entre otros, a partir de proyectos con pertinencia social, a bajos intereses y lapsos negociados con las agrupaciones. De poco interés por elaborar nuevos proyectos que permitan el acceso a mayores niveles de financiamiento.

### **Tipo y razones de la asociación**

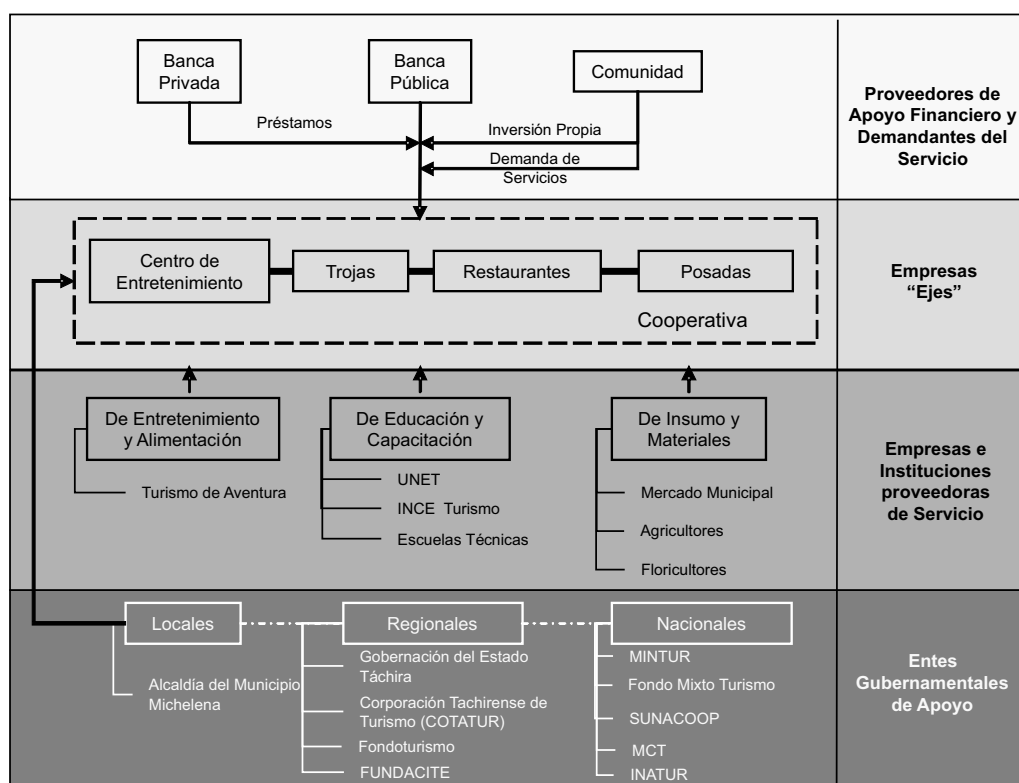
Los miembros de la Cooperativa Turística

poseen un objetivo claro “comercializar y promocionar el Corredor Turístico de las Rosas a través de los productos elaborados en la zona y las características excepcionales del paisaje”, manifestando su preocupación por la conservación del medio y por realizar campañas de concientización en la comunidad sobre el cuidado del ambiente y los recursos naturales.

Los miembros a su vez son dueños de unidades de negocios independientes que operan en las llamadas empresas ejes: posadas, restaurantes, trojas y un centro de recreación, y comparten una relación de asociatividad tipo integración horizontal en función de los diferentes servicios ofrecidos, en donde están tratando de estandarizar el servicio de recreación, alojamiento, restaurante y ventas de productos típicos de la zona. En este momento, la asociación se concentra en la división del trabajo y la especialización de las unidades de negocios (empresas independientes) poniendo en

práctica la modalidad de la subcontratación y provisión de productos especializados.

Los principales agentes involucrados en esta asociación, como se observa en la figura 2, son: los proveedores de apoyo financiero y demandantes del servicio, integrados por la comunidad a través de la captación de las necesidades y expectativas de la misma, que se traducen en demandas del servicio e inversión propia en los negocios, incorporándose por ende en las actividades programadas por la cooperativa, y los proveedores de financiamiento; por otro lado, las empresas e instituciones proveedoras de servicio: clasificadas en entrenamiento y alimentación, de educación y capacitación y de insumos y materiales; y, por último, numerosos entes gubernamentales a nivel nacional, regional y local, dado que las políticas actuales favorecen el auge de la economía popular, específicamente el fomento y desarrollo de cooperativas y otorgan incentivos fiscales a los prestatarios de servicios turísticos.



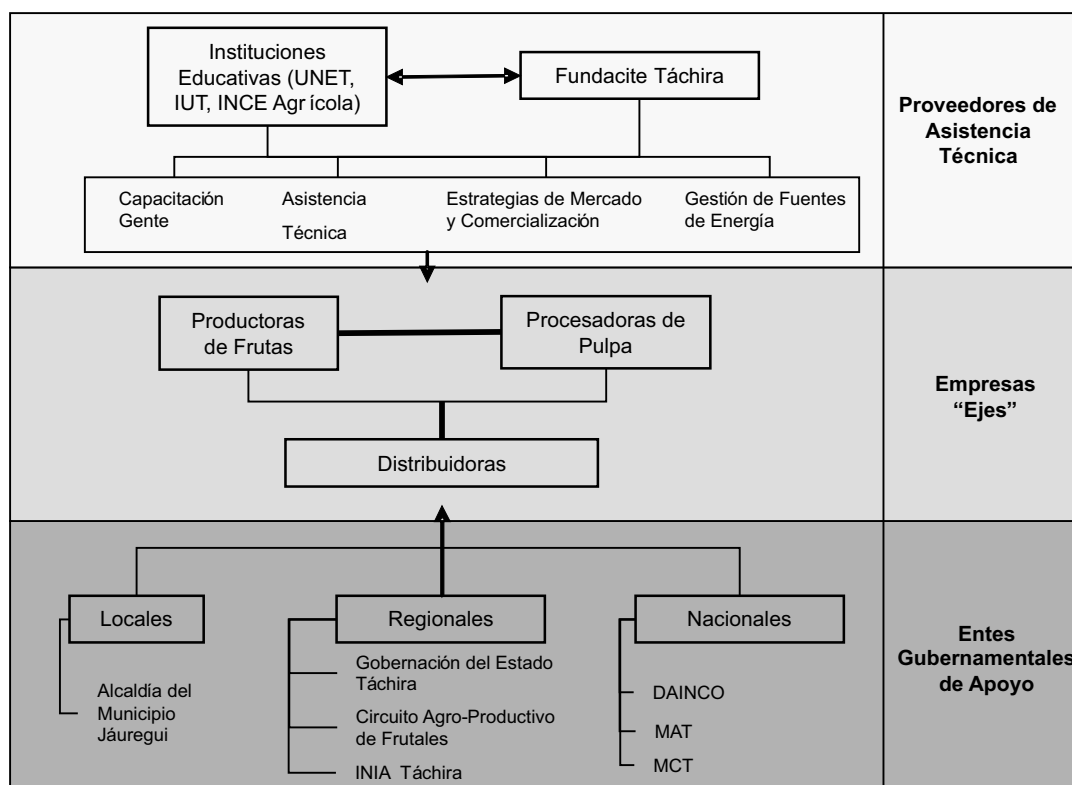
**Figura 2. Agentes involucrados alrededor de la cooperativa “Corredor Turístico las Rosas”**

Fuente: Propia.

Por su lado, la Red de Innovación Frutícola se propone la implementación de una serie de actividades que integran el sistema de producción de pulpa, entre las que se destacan: capacitación, asistencia técnica, elaboración de la estrategia de mercadeo (comercialización, empaque, desarrollo de nuevos productos) gestión de fuentes de energía para el óptimo funcionamiento de los equipos y maquinarias, permisos y registros sanitarios, desarrollo de prototipos y mejoramiento de los equipos existentes.

El objetivo de la creación de la Red de Innovación Productiva es buscar, a través de la participación de los actores, mejoras sustanciales en la calidad de los productos suministrados y por ende aumento de la posición competitiva de las unidades productivas que la conforman; teniendo como consecuencia, tal como lo señala Velásquez (2003), una mejora en la calidad de vida de los productores y el desarrollo socio productivo de la comunidad.

La Red de Innovación Frutícola está conformada, como se muestra en la figura 3, por los productores de frutas, procesadores para pulpa de frutas del Municipio Jáuregui y distribuidores, como empresas ejes de la red, articulados con entes gubernamentales a nivel tanto nacional, regional y local, como lo son: el Ministerio de Ciencia y Tecnología, actualmente, Ministerio de Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MCT), la Dirección de Desarrollo Agropecuario Industrial y Comercial (DAINCO), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Circuito agro productivo de frutales, la Gobernación del estado Táchira y la Alcaldía del Municipio Jáuregui; y por último, los proveedores de asistencia técnica como la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE Táchira), el Instituto Universitario de Tecnología (IUT) región los Andes, la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) y el Instituto Nacional de Cooperación Educativa (INCE).



**Figura 3. Agentes involucrados alrededor de “La Red de Innovación Frutícola”**

Fuente: Propia.



## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos en el estudio se infirieron ciertas características comunes de los gerentes y trabajadores relacionadas con la capacidad asociativa.

### Experiencia Cooperativa

Existe un importante nivel de insatisfacción en cuanto a los beneficios económicos que los negocios generan, manifestado por la mayoría del personal de las empresas asociadas, ya sean éstas cooperativas o empresas mercantiles, por cuanto los mismos no permiten mejorar los niveles de calidad de vida esperados, no siendo así con la satisfacción manifiesta por gran parte de los asociados, respecto a los beneficios sociales y de desarrollo personal y profesional que esta forma de asociación les ha brindado. Cabe mencionar, que la mayoría de los miembros no posee conocimientos teóricos en cuanto a dirección de empresas y de los procesos donde están involucrados, lo que saben lo han aprendido de la experimentación.

Se cultiva la receptividad respecto a las sugerencias que aportan los miembros de las distintas empresas, ya que gran parte manifiesta ser escuchados todo el tiempo. El ambiente de trabajo existente es propicio para lo que se dedican

Se evidencia una clara tendencia hacia el trabajo en equipo dentro de la asociación, aunque se desconoce la efectividad de estas actividades ya que no todos los miembros de la organización están conscientes de la forma en que sus acciones afectan las de los demás miembros, y en algunos casos consideran que su trabajo sólo afecta “algunas veces” o “nunca” al de sus compañeros.

Para el caso de la Cooperativa Corredor Turístico de Las Rosas, los asociados mantienen buenas relaciones (80% de las mismas); no obstante, es importante analizar la inconformidad de algunos miembros que manifiestan que estas relaciones son “regulares”. A su vez, existe amplia tendencia al respeto y admiración manifestada por el personal hacia el que lleva el mando: Presidente de la Cooperativa, Coordinador de actividades, Líder natural de la asociación, quienes son

considerados como personas capacitadas para el desempeño de las funciones que realizan.

### Actitud hacia la cooperación: Disposición de nuevas relaciones inter-empresariales

Los gerentes de las empresas estudiadas, a partir de su autonomía e interdependencia, demuestran poseer un comportamiento aparentemente cooperativo en busca de beneficios mutuos y la cooperación de otros como mecanismos generadores de poder con el fin de competir exitosamente. Pero siempre desde su pragmatismo empresarial.

Las relaciones de asociatividad en los empresarios, entendidas como la capacidad de los mismos de establecer y mantener conexiones y trato con diferentes grupos de interés para la organización, constituye un elemento indispensable para el funcionamiento de dichas organizaciones. Esto confirma la tesis de Edvinsson y Malone (1998), que consideran que “las relaciones de una compañía con sus clientes, proveedores y la comunidad en general son distintas de su trato con los empleados y los socios, además de que esta es de importancia central para el valor de la compañía”.

Las ventajas que genera para una organización el relacionarse con otros, es de interés a nivel personal para los empresarios, y se establecen a partir de las relaciones que estos puedan tener. La capacidad asociativa y los niveles de compromisos con otros especialmente con los grupos de interés, facilitan la labor del gerente dando origen al establecimiento de vínculos tanto con los conocidos como con extraños y de mantenerlos.

Valores como la solidaridad, responsabilidad, igualdad, transparencia, democracia y compromiso con los demás, aún cuando están presentes y se conocen no siempre son compartidos por todos los miembros de la cooperativa. No obstante, se manifiesta la confianza que colocan los miembros de la Cooperativa en las actividades y decisiones relacionadas con el área de trabajo de cada miembro.

## CONCLUSIONES

La asociatividad, en las dos experiencias analizadas, les ha permitido a las empresas resolver problemas comunes, crecer y desarrollarse dentro del sector en que están inmersas. Las decisiones son tomadas a partir de los beneficios sectoriales más que por conveniencias individuales de cualquiera de los integrantes.

En la cooperativa del corredor turístico las rosas, el alto grado de autonomía gerencial de las empresas participantes, evidenciado en la manera de manejar los recursos y beneficios obtenidos, así como, la no obligación de compartir información, que estiman confidencial, constituye un estímulo para permanecer asociados a lo largo del tiempo.

El principal inconveniente para la asociatividad (relaciones de cooperación) de las empresas es la falta de cultura cooperativa por parte de sus integrantes, especialmente en los empresarios, que no han desarrollado un comportamiento interactivo de competencia y colaboración que de sustento a la competitividad colectiva, evidenciándose en ellos la dificultad para desprenderse de su pensar y sentir individual.

Si bien existen en el entorno estudiado instituciones de apoyo a la asociatividad de las PYME's, banca e instituciones públicas que otorgan financiamiento, se evidenció lentitud y poca flexibilidad en las respuestas que la dinámica empresarial exige, así como, aunque existe voluntad por parte de las instituciones educativas a estimular y soportar mecanismos de cooperación empresarial, se consideran muy lentas en las respuestas a sus necesidades.

Existe, sobre todo en las primeras fases del proceso de asociación una idea generalizada por parte de sus integrantes que la asociatividad de sus empresas les servirá para enfrentar problemas comunes, generalmente de tipo coyuntural.

En ambos casos analizados se pudo evidenciar la existencia de los agentes mínimos necesarios para la conformación formal de un cluster, como lo son: las empresas ejes o principales, constituidas por empresa competidoras y complementarias; los proveedores de insumos especializados, como asistencia técnica; y los

entes gubernamentales de apoyo, tanto a nivel nacional, regional y local, que proveen servicios de capacitación, información e investigación. En función de lo anterior, se considera necesario afianzar los vínculos e interrelaciones entre los agentes actuales, así como el involucramiento de nuevos participantes, que permitan consolidar las asociaciones actuales en los casos estudiados, para la posterior formalización de las mismas en Cluster.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, B. y BAUTISTA, G. Capacidades Tecnológicas de la PYME del Sector Textil del Estado Táchira. Venezuela. Grupo de Gestión Tecnológica y Modernización Empresarial. Revista Científica UNET. 18(2):193-203. 2006.
- CAF. Los Clusters: Allí donde se desarrollan las Ventajas Competitivas de las Empresas. Publicación del Programa Andino de Competitividad (PAC) de la Corporación Andina de Fomento. 4. Caracas. Julio. 2002.
- CARDOZO, N.; INFANTE, C.; PÉREZ, F. y UGUETO, M. Caracterización del recurso humano de la PYME del Estado Táchira. San Cristóbal: Fondo Editorial UNET. 2003.
- CHÁVEZ, E. y PÉREZ, B. "Elaboración de un plan de negocios para el relanzamiento del Corredor Turístico de las Rosas en Michelena, Estado Táchira". Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Industrial en la UNET. 2006.
- EDVINSSON, L. y MALONE, M. El capital intelectual. Cómo identificar y calcular el valor inexplorado de los recursos intangibles de su empresa. Barcelona: Grupo editorial Norma. pp. 42. 1998.
- FRANCÉS, A. Estrategia y planes para la empresa con el cuadro de mando integral. Pearson Educación. México. 2006.
- GENATIOS y LAFUENTE. Ciencia y Tecnología en Venezuela. Rendiciones OPSU. Caracas. Venezuela. 2004.
- HERNÁNDEZ, SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. Segunda Edición. Mc Graw Hill. Colombia. 1998.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Principales indicadores de la industria

manufacturera, total nacional 2004.

- <http://www.ine.gob.ve/industria/industria.asp>. 2004.
- NALEBUFF, J. y BRANDERBURGER, M.  
Competencia. Editorial Norma. Bogotá.  
Colombia. 1996.
- PORTER, MICHAEL. Competitive Advantage.  
Nueva York, The Free Press. 1985.
- VELÁSQUEZ, C. “Propuesta de Red de Cooperación  
Productiva para Despulpadora de Frutas en La  
Grita, estado Táchira”. Trabajo de Grado para  
optar al título de Ingeniero Industrial en la UNET.  
2003.

# SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE FLUJO TRANSVERSAL A TRAVÉS DE BANCO DE TUBOS EN LÍNEA USANDO EL PROGRAMA CFX

(Simulation and analysis of the transversal flow through the inline tube bundles using the CFX program)

Díaz, M.; Guerrero, M; Rojo, J.

Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional Experimental del Táchira  
San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela

Correo Electrónico: [midimoreno@gmail.com](mailto:midimoreno@gmail.com); [jrojo@unet.edu.ve](mailto:jrojo@unet.edu.ve)

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en la simulación y análisis del flujo de fluidos y transferencia de calor a través de bancos de tubos en línea con diferentes configuraciones, empleando el software CFX 10. Para cada configuración se diseñaron bancos de tubos de diez y once tubos, además se utilizaron distancias suficientemente largas en la entrada y salida de estos arreglos, que garantizaron resultados independientes de estas distancias. Las mallas diseñadas fueron generadas bidimensionalmente (con espesor de un solo elemento) con el software Ansys Workbench 9.0 y se exportaron al software CFX 10. Se utilizó la solución numérica para resolver las ecuaciones de Navier – Stokes aplicadas a los bancos de tubos, mediante el método de volumen finito basado en elemento finito, incluido en el software CFX 10. Se realizó un análisis de independencia de malla para cada configuración del banco de tubos, usando varias mallas. Las mallas estudiadas se consideraron como suficientemente refinadas cuando la variación del número de Nusselt promedio se ubicó por debajo del 5 %, de manera que las mallas generadas no influyeran en los resultados. Del análisis de los resultados logrados se dedujo que: en las zonas de recirculación el fluido se mueve muy lentamente, y esto causa una transferencia de calor pobre en las áreas afectadas por dicha recirculación. - En la mayoría de los casos, a partir del tercer tubo para los arreglos en línea existe periodicidad tanto en las condiciones de flujo como en las de transferencia de calor en régimen laminar. Los resultados logrados con este software (CFX 10) concuerdan bastante bien con otros obtenidos experimentalmente y numéricamente bajo régimen laminar.

**Palabras clave:** Número de Nusselt, simulación, flujo de fluidos, transferencia de calor, bancos de tubos.

## ABSTRACT

The following paper focuses on the simulation and analysis of fluid flow and the heat transference through inline tube bundles with different configurations, using the CFX 10 software. Models of ten and eleven tubes were used to each configuration, and the inlet and outlet lengths have been made sufficiently long so that they wouldn't interfere with the results. The designed meshes were generated in a two- dimensional way (with just one element in width) with the Ansys Workbench 9.0 software, and they were exported to the CFX10 software. The numerical solution was used to solve the Navier- Stokes' equation applied to the bundle of tubes through the finite volume method based on finite element including the one in the CFX10 software. An independence analysis of the mesh was conducted to each configuration of the tubes' bundle, using several meshes. The studied meshes were considered as enough refined when the variation of the Nusselt average was located under the 5%, in the way that the generated meshes didn't take any influence in the results. Among the most relevant observations drawn from analysis, we can mention that fluid moves very slowly over the recirculation areas, and this produce poor heat transfer. Also, in the most of the cases, periodicity is accomplished at the third tube, but bear in mind that this paper deals with laminar flow only. The attained results match very closely to those of previous experimental and numerical efforts.

**Key Words:** Nusselt number, simulation, fluid flow, heat transfer, tube bundle.



## INTRODUCCIÓN

El mejoramiento de sistemas en la industria es un trabajo que se ha proseguido desde la Revolución Industrial hasta nuestros días. Muchos de los problemas son causados por la transferencia de calor excesiva en dichos sistemas, parte de este problema ha sido resuelto por los intercambiadores de calor. La mayor parte de estos aparatos están constituidos por banco de tubos en diferentes configuraciones, a través de los cuales se transfiere calor debido a las diferencias de temperatura de los fluidos que se mueven a través de los mismos, los cuales no se mezclan.

Desde que se comenzó a experimentar con intercambiadores de calor, esfuerzos considerables han sido invertidos en el desarrollo de modelos matemáticos que predicen el flujo y la transferencia de calor en bancos de tubos (Wang *et. al* 2000). El problema principal consiste en encontrar el coeficiente convectivo de transferencia de calor " $h$ " entre los tubos y el fluido que pasa por ellos, además de analizar todas las variables involucradas en este fenómeno. La evaluación de esos parámetros es un paso importante en el diseño y rendimiento de muchos tipos de intercambiadores de calor industriales.

Existen numerosos diseños de intercambiadores basados en bancos de tubos. Dependiendo de la aplicación y criterios de diseño, la disposición de los tubos puede ser muy variada. Un diseñador de intercambiadores de calor necesita disponer de una gran base de datos que permita la escogencia óptima entre las diferentes opciones. Hay tres maneras de obtener esta información: -analítica, la cual implica la solución de las ecuaciones que gobiernan el flujo en forma analítica, pero debido a que estas ecuaciones son muy complejas, el procedimiento se hace muy difícil y casi imposible; experimental, este método es limitante tanto en costos como en consumo de tiempo, porque para cada nuevo patrón de tubos, un nuevo modelo tiene que construirse y se deben conducir nuevos experimentos; y por último numérica, mediante una simulación, utilizando un programa de computación para resolver el sistema de ecuaciones. En este caso, los cambios de parámetros geométricos y condiciones de flujo pueden ser fácilmente implementados, sólo hay que modificar los parámetros en las simulaciones (Chen y Wung, 1989; Nishimura *et. al* 1991; Wung y Chen, 1989).

Recientemente, el avance tecnológico ha permitido resolver las ecuaciones de flujo (planteadas de manera especial) dentro de una región de interés, con condiciones específicas (conocidas) en las fronteras o

límites de dicha región mediante la dinámica de fluidos computacional o CFD (Chen y Wung, 1989; Wang *et. al* 2000; Wung y Chen, 1989).

El propósito fundamental de este trabajo es la simulación y análisis del comportamiento de fluidos en movimiento y de sus fenómenos asociados a través de bancos de tubos en línea, utilizando diferentes relaciones paso/diámetro, para distintos números de Reynolds empleando el software CFX 10.

Antes de continuar, es necesario aclarar que se ha utilizado nomenclatura internacional, y una lista de referencia puede ser consultada al final del artículo.

## MÉTODO

### Modelo de banco de tubos empleado

Se utilizó un modelo de banco de tubos en línea cuadrado (es decir  $S_T = S_L$ ), el cual se puede apreciar en la figura 1.

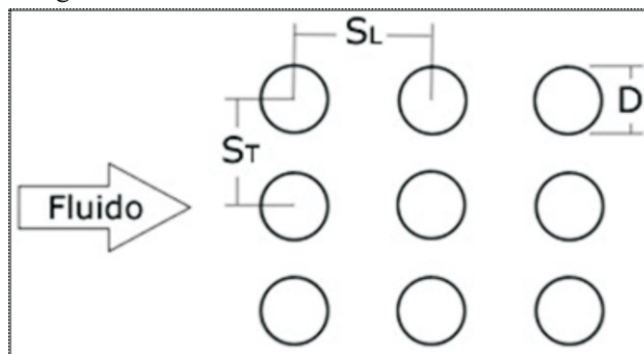


Figura 1. Banco de tubos en línea cuadrado

La siguiente tabla muestra los valores nominales de los pasos transversal ( $S_T^*$ ) y pasos longitudinal ( $S_L^*$ ) empleados en este trabajo.

Tabla 1. Valores nominales de bancos de tubos en línea cuadrados

Diámetro (m.)	Valores a dimensionales	
	$S_T^*$	$S_L^*$
0.01	1.25	1.25
0.01	1.50	1.50
0.01	2.00	2.00

Fuente: Wang *et al.* (2000)

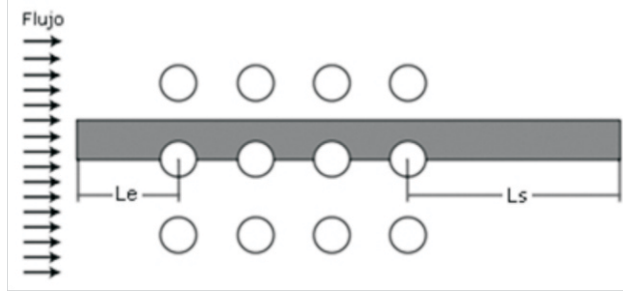
### Dominio de solución

En la figura 2 se aprecia la forma del dominio empleado; por simplicidad, se presentan solamente cuatro de los 10 u 11 tubos dispuestos

longitudinalmente. Los parámetros “Le” y “Ls” se refieren específicamente, a la longitud de entrada y longitud de salida respectiva para el banco de tubos en línea.

Estas distancias se pueden convertir a una forma adimensional al dividir estas longitudes por el diámetro, según las siguientes expresiones:

$$Le^* = Le/D \quad v \quad Ls^* = Ls/D \quad (1)$$



**Figura 2. Dominio para bancos de tubos en línea**

Wang *et. al* (2000) en su trabajo sobre análisis de convección en aire para flujo cruzado en bancos de tubos escalonados, reportan que luego de algunos ensayos, establecieron que valores de  $Le^* = 4.875$  y de  $Ls^* = 23$  garantizan resultados independientes con respecto a las distancias de entrada y salida.

Luego de algunas pruebas, fue establecido que estas distancias también son adecuadas para bancos en línea, y por ello han sido utilizadas en este trabajo.

### Generación de la malla

Mediante el software Ansys Workbench 9.0 se generó la malla. La figura 3 muestra un detalle del mallado; nótese que la malla es bidimensional (el espesor es de un solo elemento). Esta malla se construyó con prismas triangulares y hexaedros. Por lo

general, en las regiones cercanas a una superficie o pared, los efectos de capa límite dan origen a gradientes de velocidad y temperatura que son de mayor magnitud en la dirección normal a dicha superficie.

Las mallas computacionalmente eficientes requieren que los elementos en estas zonas tengan una relación de aspecto alta. En flujo bidimensional, esto se logra usualmente mediante hexaedros.

### Ecuaciones gobernantes

El conjunto de ecuaciones que gobiernan el flujo de un fluido, se conocen como las ecuaciones de Navier-Stokes. Aquí se han utilizado ecuaciones para la conservación de la masa, cantidad de movimiento, y energía en dos dimensiones. El fluido se asume incompresible, Newtoniano y con propiedades termofísicas constantes. Las ecuaciones se plantean a continuación:

(2)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

(3)

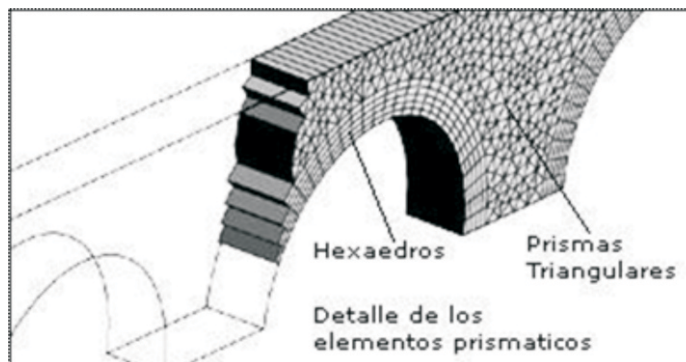
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

(4)

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$

(5)

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{k}{\rho C_p} \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right)$$



**Figura 3. Detalle de los volúmenes finitos**

La ecuación (2) es la conservación de la masa, las ecuaciones (3) y (4) representan la cantidad de movimiento en coordenadas cartesianas en las direcciones x e y, respectivamente, y la ecuación (5) es la conservación de la energía.

Condiciones de borde

En la figura 4 se puede observar un esquema del dominio donde se identifican las diversas superficies que lo conforman.

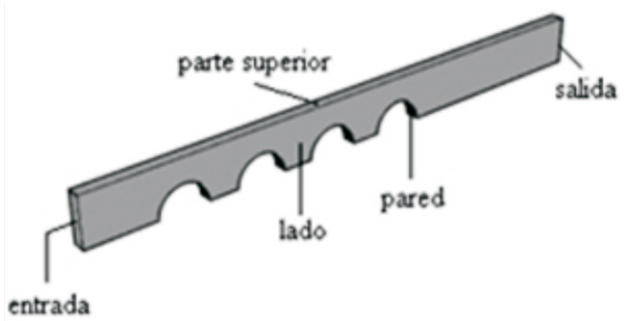


Figura 4. Esquema en perspectiva del dominio

La tabla 2 define las condiciones de borde. La condición de simetría fue aplicada sobre los lados y la parte superior e inferior del dominio.

Tabla 2. Condiciones de borde			
Entrada	$u = u_{\infty}$	$v = 0$	$T = T_{\infty}$
Salida	$\bar{P}_{estatica} = \frac{1}{A} \int_S P_n dA$		
Paredes	$u = 0$	$v = 0$	$T = T_w$
Simetría	$U_n = 0$	$\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$	

Fuente: propia

Independencia de malla

La independencia de malla ha sido basada en el número de Nusselt promedio. Se utilizaron varias mallas con distintos grados de refinamiento, para luego obtener gráficas como la observada en la figura 5.

En cada caso se calculó el error absoluto, y se consideró que los resultados son independientes de la malla cuando el error se ubicó por debajo del 5 %.

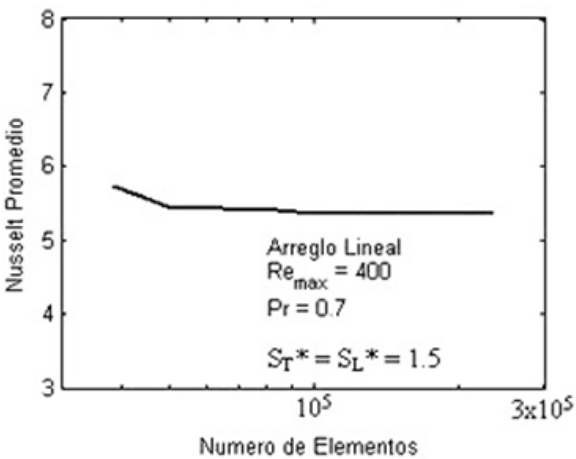


Figura 5. Independencia de malla vs.  $\Theta$

NOMENCLATURA

- B:** Gradiente de velocidad sobre la superficie del tubo.
- C<sub>p</sub>:** Calor específico.
- C<sub>f</sub>:** Coeficiente de fricción local.
- D:** Diámetro de los tubos del banco.
- k:** Conductividad térmica del fluido.
- L<sub>e</sub>:** Longitud en la entrada del banco de tubos.
- L<sub>e</sub>\*:** Longitud adimensional en la entrada del banco de tubos.
- L<sub>s</sub>:** Longitud en la salida del banco de tubos.
- L<sub>s</sub>\*:** Longitud adimensional en la salida del banco de tubos.
- n:** Subíndice, representa la dirección 'normal' a un plano.
- Nu:** Número de Nusselt local.
- Pr:** Número de Nusselt promedio.
- Nu:** Número de Prandtl.
- Re<sub>máx</sub>:** Número de Reynolds basado en la velocidad máxima.
- Re<sub>∞</sub>:** Número de Reynolds basado en la velocidad a la entrada del banco de tubos.
- P:** Presión.
- S<sub>L</sub>:** Distancia entre centros de tubos adyacentes en una fila longitudinal.
- S<sub>L</sub>\*:** Paso longitudinal.
- S<sub>T</sub>:** Distancia entre centros de tubos adyacentes en una fila transversal.
- S<sub>T</sub>\*:** Paso transversal.
- q<sub>w</sub>'':** Flujo de calor en la pared del tubo.
- t:** Tiempo.

<b>T:</b>	Temperatura.
<b><math>T_b</math>:</b>	Temperatura media volumétrica.
<b><math>T_\infty</math>:</b>	Temperatura a la entrada del banco de tubos.
<b><math>T_w</math>:</b>	Temperatura en la pared del tubo.
<b><math>u</math>:</b>	Velocidad en la dirección $x$ .
<b><math>U_\infty</math>:</b>	Velocidad de flujo libre a la entrada del banco.
<b><math>v</math>:</b>	Velocidad en la dirección $y$ .
<b><math>V_{m\acute{a}x}</math>:</b>	Velocidad promedio en la sección transversal mínima del banco.
<b><math>\theta</math>:</b>	Angulo medido sobre la periferia del tubo.
<b><math>\cdot</math>:</b>	Variable escalar general.
<b><math>\nu</math>:</b>	Viscosidad cinemática.
<b><math>\mu</math>:</b>	Viscosidad dinámica del fluido.
<b><math>\rho</math>:</b>	Densidad del fluido.
<b><math>\tau_w</math>:</b>	Esfuerzo cortante en la pared del tubo.
<b><math>\zeta</math>:</b>	Esfuerzo cortante adimensional.

### Fórmulas Relevantes

Número de Nusselt local:

$$Nu = \frac{q_w'' D}{(T_w - T_b)k} \quad (6)$$

Número de Nusselt Promedio:

$$Nu = \frac{q_w'' D}{(T_w - T_b)k} \quad (7)$$

Esfuerzo cortante adimensional:

$$\zeta = \frac{B D}{2U_\infty \mu} \quad (8)$$

Coefficiente de fricción local:

$$S_L^* = S_L / D \quad (9)$$

Paso longitudinal:

$$Cf = \frac{\tau_w}{1/2 \rho (V_{max})^2} \quad (10)$$

Paso transversal

$$S_T^* = S_T / D \quad (11)$$

### ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Cuando se trabaja con dinámica de fluidos computacional, es necesario realizar cierto número de simulaciones con el propósito específico de compararlas con valores de referencia (datos

experimentales o trabajos previos). Esto tiene el propósito de validar el código que se está utilizando, en este caso, CFX 10. Esta validación ofrece un soporte para las simulaciones, pero hay que tener en cuenta que el objetivo de esta tesis no es demostrar la precisión del CFX. La validación se basó en el número de Nusselt y el esfuerzo cortante y se presenta en la figura 6. La comparación se realiza tomando como referencia datos experimentales y la solución numérica de Nishimura *et al.*, 1991 y Soodphakdee, 1998. Se puede observar que los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan bastante bien con los experimentales y el numérico. En la figura 7, se ve la forma típica que asume el número de Nusselt sobre la periferia de un cilindro en la zona completamente desarrollada del banco. Se ha determinado que para régimen laminar el máximo siempre se encuentra entre un ángulo de 50° y un ángulo de 100°. La figura muestra una tendencia clara; a medida que se incrementa el número de Prandtl, la transferencia de calor aumenta.

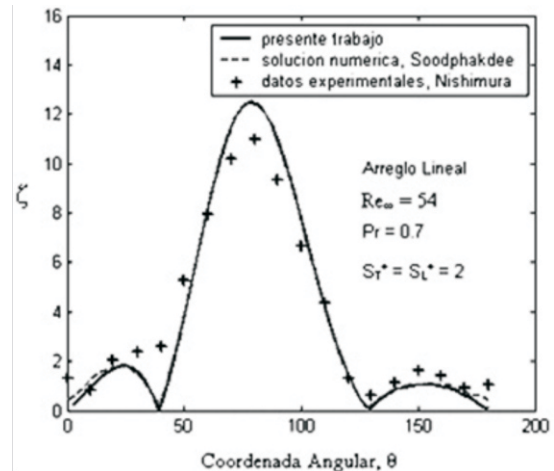


Figura 6. Esfuerzo cortante adimensional vs.  $\theta$

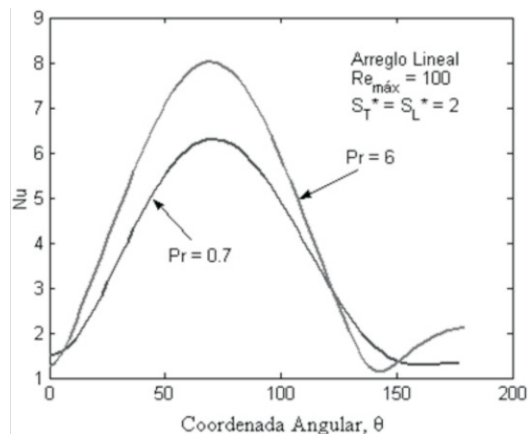
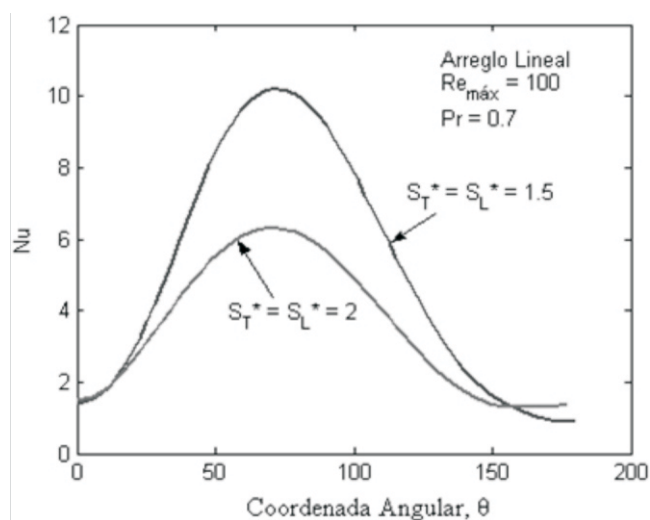


Figura 7. Número de Nusselt local vs.  $\theta$

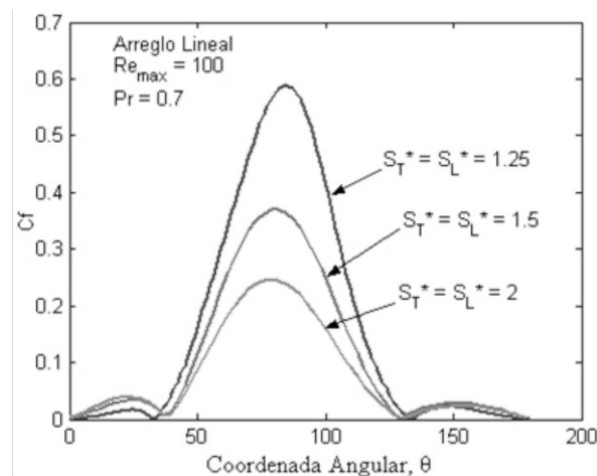


transferencia de calor aumenta con el incremento del número de Reynolds.

La figura 8, ilustra lo que ocurre cuando se varía la relación paso/diámetro del banco. La disminución de esta relación beneficia la transferencia de calor, pero hay que tener cuidado, ya que al disminuir la relación paso/diámetro el coeficiente de fricción aumenta, y esto se traduce en mayor energía necesaria para empujar el fluido a través del banco. Esto puede observarse en la figura 9.



**Figura 8. Número de Nusselt local vs.  $\Theta$**

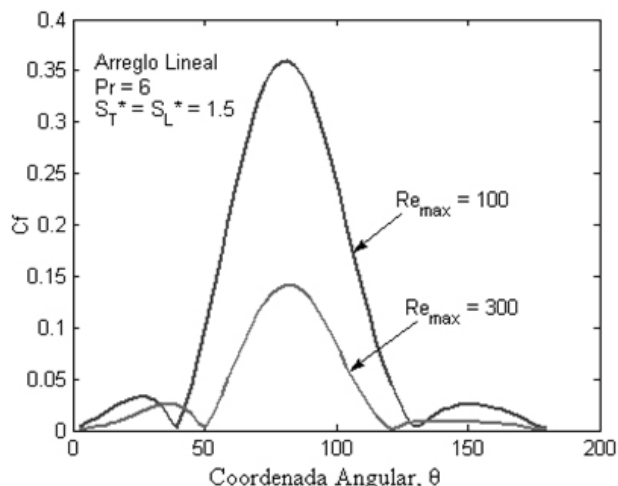


**Figura 9. Coeficiente de Fricción vs.  $\Theta$**

La figura 9, también muestra la forma típica de la distribución del coeficiente de fricción (basado en el esfuerzo cortante) sobre los tubos de un banco en línea. Allí se observan los puntos de ataque y separación del flujo. En la sección media de la periferia de los tubos se producen los esfuerzos cortantes máximos, y esto se

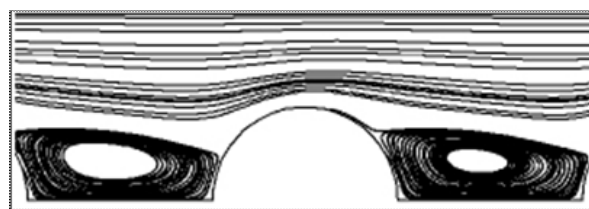
debe a que en esta zona los gradientes de velocidad son más altos.

En la figura 10 se ve una tendencia importante, y es que a medida que aumenta el número de Reynolds, disminuye el coeficiente de fricción. También es claro que con el aumento del número de Reynolds, los puntos de ataque y separación del flujo tratan de acercarse. Esto se debe a que la influencia de la recirculación se incrementa.



**Figura 10. Coeficiente de Fricción vs.  $\Theta$**

En la figura 11 es posible apreciar las líneas de corriente que se forman dentro del banco, así como el fenómeno de la recirculación del flujo.



**Figura 11. Líneas de corriente,  $Pr = 0.7$ ,  $S_T^* = S_L^* = 2$ ,  $Re_{max} = 50$**

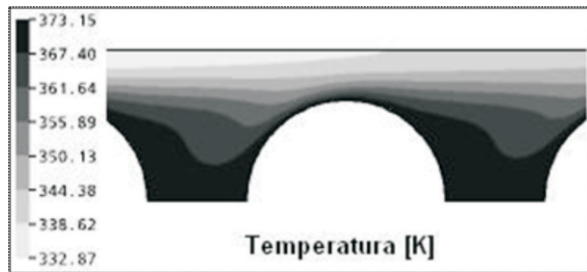
En la zona de recirculación las velocidades son muy bajas, y por ello la transferencia de calor es pobre sobre las secciones de tubo afectadas por la misma. Esto queda corroborado en las figuras 12 y 13.

En la figura 12, es claro que los gradientes de temperatura más bajos se producen en la zona de recirculación.

Asimismo, en la figura 13 se observa que las velocidades más bajas se producen en la zona de recirculación.

En todos los casos, el flujo se desarrolló por completo

antes del décimo tubo en la dirección longitudinal.



**Figura 12. Contornos de temperatura,  $Pr = 0.7$ ,  $S_T^* = S_L^* = 1.5$ ,  $Re_{max} = 350$**



**Figura 13. Contornos de velocidad,  $Pr = 0.7$ ,  $S_T^* = S_L^* = 1.5$ ,  $Re_{max} = 350$**

### CONCLUSIONES

Se observó una tendencia general para todos los arreglos, según la cual a medida que disminuye la relación paso/diámetro, aumenta tanto la transferencia de calor como el esfuerzo cortante.

En las zonas de recirculación el fluido se mueve muy lentamente, y esto causa una transferencia de calor pobre en las áreas afectadas por dicha recirculación. Este efecto indeseado podría reducirse cambiando la forma de los tubos.

Los patrones de flujo y la distribución de temperatura dependen exclusivamente de la configuración de los tubos, el número de Reynolds y el número de Prandtl.

Una de las ventajas más importantes de trabajar con software CFD es la visualización. Las simulaciones permiten representar gráficamente cualquier variable involucrada en el problema numérico que se estudia, y la naturaleza de dichas representaciones es muy variada. Este beneficio es muy difícil de obtener mediante la experimentación en el laboratorio.

Los dos factores críticos en simulaciones de flujo externo sobre superficies son: el refinamiento cerca de

las paredes y la precisión (valor residual) que define la convergencia. En este trabajo se ha determinado que para simulaciones de bancos de tubos es necesaria una precisión mayor (valor residual menor) para la transferencia de calor (ecuación de energía) que para la hidrodinámica (ecuaciones de flujo).

### RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de un trabajo donde se analicen bancos de tubos en régimen transitorio.

Se sugiere realizar un estudio más profundo en relación con la sensibilidad de la malla.

Se recomienda realizar un estudio de bancos de tubos en tres dimensiones.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTH, T. y JESPERSON, D. "The design and application of upwind schemes on unstructured meshes". AIAA. 89-0366. 1989.
- BERGELIN, O.; BROWN, G. y DOBERSTEIN, S. "Heat transfer and fluid friction during viscous flow across banks of tubes – IV: A study of the transition zone between viscous and turbulent flow". Transactions of the ASME. 74:953-960. 1952.
- COMINI, G. y GROCE, G. "Numerical simulation of convective heat and mass transfer in banks of tubes". International journal for numerical methods in engineering. 57:12. 1755-1773. 2003.
- CHEN, CH. y WUNG, T. "Finite analytic solution of convective heat transfer for tube arrays in crossflow: Part II - Heat transfer analysis". ASME Journal of Heat Transfer. 111. 641-648. 1989.
- INCROPERA, F. y DEWITT, D. fundamentos de transferencia de calor. Editorial Prentice Hall. Cuarta Edición. México. 1999.
- KREITH, F. y BOHN, M. Principles of heat transfer. Editorial Brooks/Cole. Sexta Edición. Estados Unidos. 2001.
- NISHIMURA, T.; ITOH, H.; OHYA, K. y MIYASHITA, H. "Experimental validation of numerical analysis of flow across tube banks for laminar flow". Journal of chemical Engineering of Japan. 24:5.666-669. 1991.
- RHIE, C. y CHOW, W. "A numerical study of the turbulent flow past an isolated airfoil with trailing

- edge separation". AIAA. 82-0998. 1982.
- SOODPHAKDEE, D. A comparison of heatsink geometries for laminar forced convection: numerical simulation of periodically developed flow. Th. University of New South Wales. England. 1998.
- WANG, Y.; PENNER, L. y ORMISTON, S. "Analysis of laminar forced convection of air for crossflow in banks of staggered tubes". Numerical Heat Transfer. 38: 819-845. 2000.
- WUNG, T. y CHEN, CH. "Finite analytic solution of convective heat transfer for tube arrays in crossflow: Part I - Flow Field Analysis". ASME Journal of Heat Transfer. 111: 633-640. 1989.
- ZHUKAUSKAS, A.; SKRINSKA, A.; ZIUGZDA, J. y GNIELINSKI, V. "Single-Phase convective heat transfer: banks of plain and finned tubes". Heat Exchanger Design Handbook. Editorial Begell House. New York. 1998.

## DISEÑO INSTRUCCIONAL DE LA ASIGNATURA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

(Instructional design of the subject research methodology)

Balbo, J.

Coordinación de Desarrollo Educativo, Universidad Nacional Experimental del Táchira,  
San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela  
Correo Electrónico: [jbalbo@unet.edu.ve](mailto:jbalbo@unet.edu.ve)

### RESUMEN

La evolución social, cultural y tecnológica, obliga a los docentes a buscar constantemente las herramientas que faciliten, en los estudiantes, la mayor probabilidad de éxito frente al aprendizaje significativo. Esta búsqueda condujo a realizar un Diseño Instruccional y un Tutorial de la Asignatura Metodología de la Investigación para las diferentes carreras de la Universidad Nacional Experimental del Táchira; con el objetivo de brindar al alumno: un material actualizado enfocado desde los objetivos de la materia, más tiempo de acción en el aprendizaje estimulando la capacidad de administrar parte de su tiempo, e impulsar su necesidad de relacionarse con su entorno. La metodología fue desarrollada tomando como referencia el modelo ASSURE y las experiencias realizadas en la institución mencionada, estructurando la investigación en seis etapas: análisis de las características de los estudiantes, especificación de los objetivos de aprendizaje, selección de métodos, medios y materiales, elaboración y uso del material instruccional, evaluación y revisión del mismo. Al finalizar la aplicación de las herramientas, tanto estudiantes como docentes manifestaron la satisfacción obtenida al haber usado un producto adaptado a las necesidades académicas y que les permitiera aprovechar su tiempo. Al analizar los resultados de la investigación se coincide con varios autores en que los problemas relativos al empleo de las nuevas tecnologías en la docencia, están relacionados con el reto de modificar la forma de transmitir los conocimientos y con la creatividad de las personas para ello.

**Palabras Clave:** Instruccional, diseño, tecnología

### ABSTRACT

The social, cultural and technological evolution, forces the teachers to constantly look for the tools that facilitate, in the students, the biggest probability of success in the meaningful learning. This search drove to carry out an Instructional Design and a Tutorial of the Subject Research Methodology for the different careers of the Experimental National University of Táchira; with the objective of offering to the student: an up-to-date material focused on the objectives of the subject, besides the time of action in the learning process, stimulating the capacity of administering part of their time, and to impel their necessity to be related with their environment. The methodology was developed under the reference of the ASSURE pattern and the experiences carried out in the mentioned institution, structuring the research in six stages: analysis of the characteristics of the students, specification of the learning objectives, selection of methods, media and materials, elaboration and use of the instructional material, and the evaluation and revision of it. When concluding the application of the tools, students and teachers manifested the satisfaction of having used a product adapted to the academic needs and that it allowed them to take advantage of their time. When analyzing the results of the research it is similar to some authors opinions in that the related problems to the employment of the new technologies in the teaching process are related to the challenge to modify the way of teaching using people's creativity.

**Key Words:** Instructional, design, technology.



## INTRODUCCIÓN

El surgimiento y desarrollo acelerado de nuevas tecnologías en el área de las telecomunicaciones y los continuos avances al nivel de hardware y software, están ofreciendo a los educadores una serie de oportunidades nunca antes vistas. Estos sistemas de comunicación son más accesibles, más fáciles de usar y menos costosos (Simonson, 1997); hoy por hoy, existe gran interés por explorar una gran variedad de formas y modelos educativos que pueden implementarse a partir de estos desarrollos (Brna y Dicheva, 1998).

Estas oportunidades, apuntan según Cabero (2007) a un nuevo docente en la sociedad del conocimiento actual, caracterizado por desempeñar una serie de roles básicos, entre los que se destacan: consultores de información, colaboradores en grupo, trabajadores solitarios, facilitadores de aprendizaje, desarrolladores de cursos y materiales y supervisores académicos; siendo así se van a generar también transformaciones en los alumnos, entre las que se destacan que estos serán responsables de su propio aprendizaje, esto les exige según Cabero (2000): tener capacidad para el autoaprendizaje, ser autodisciplinado, saber expresarse por escrito con claridad, valorar positivamente el papel de la tecnología en la educación, tener necesidad de una determinada formación, tener un objetivo claro en el curso y tener algunos conocimientos previos de la materia que se van a tratar en el curso.

Si tan sólo se pudieran implementar recursos instruccionales efectivos, ya fueran en la forma de libros o computadoras, entonces se liberaría el tiempo del instructor, para que éste se dedicara más a atender los aspectos sociales, psicológicos, emocionales y morales de los jóvenes en formación.

La disciplina del diseño de la instrucción puede enseñar a cómo mejorar el desarrollo integral de los estudiantes, así el instructor se convertiría en consejero, en alguien cuyo interés primordial es el alumno; podría ser liberado de la rutina y los aspectos tediosos de su profesión, por técnicas bien diseñadas de recursos instruccionales, que proporcionen conocimientos útiles y significativos para la vida.

Satisfacer estas necesidades de aprender mediante los procedimientos y medios tradicionales es casi imposible, o por lo menos una tarea ardua para los docentes; es precisamente aquí donde el Diseño Instruccional y la educación tutorial han demostrado mejor efectividad, rompiendo las barreras de tiempo y

espacio, al ofrecer métodos más flexibles en el proceso enseñanza aprendizaje; esta nueva modalidad educativa da validez así a los principios de la educación, tales como, aprender a aprender, la enseñanza aprendizaje personalizada, la educación para toda la vida, es decir educación permanente.

En este sentido, la universidad venezolana está llamada a cumplir un papel trascendental, ya que se espera formar cuadros profesionales que impulsarán su desarrollo, genere el conocimiento científico-tecnológico adaptado a las particulares necesidades de la región y aporte lineamientos rectores para su transformación, incorporando los criterios de calidad y equidad que son los principales rectores de la Educación Superior actual.

En función de esta demanda es que se deben diseñar acciones para alcanzar los niveles de producción científico-tecnológico que ayuden a los estudiantes y docentes a superar la brecha que los separa de las regiones más avanzadas del mundo, sobre todo en lo que se refiere al manejo de la tecnología de la información, ofreciendo posibilidades de que los alumnos obtengan un aprendizaje significativo a través de otras vías diferentes a las tradicionales y con ello minimizar la problemática que se presenta específicamente en la UNET, en lo que respecta a espacio físico, cantidad de profesores y número de alumnos.

A tal efecto, se aspira generar un diseño instruccional y un tutorial para la asignatura Metodología de Investigación, cuya novedad radica en el uso de las nuevas tecnologías como medio de enseñanza para imprimir un nuevo matiz y una dinámica novedosa en el aula, que permita a los estudiantes agilizar su inteligencia, comprender los conceptos e internalizarlos y con esto favorecer el aprendizaje significativo.

Esta es, en resumen, la importancia de la investigación realizada: abrir nuevos caminos para el aprendizaje de diferentes conocimientos aprovechando la aplicación racional y estratégica de la tecnología electrónica, de forma que se estimule un educando cada vez más independiente, creativo y autorregulado, de esta manera, el Diseño Instruccional y el Programa Tutorial planteado representa un proceso que establece relaciones entre los contenidos del curso, las estrategias instruccionales y los resultados de aprendizaje deseados.

Estas acciones implican un plan que favorece la creación de actividades de aprendizaje que enseñan a

## MÉTODO

### Naturaleza de la Investigación

El Diseño Instruccional y el Tutorial se corresponden con las características de un Proyecto Especial; en esta clase de proyectos según Barrios (1998) “Se incluyen los trabajos de elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y de productos y de productos tecnológicos en general”. Del mismo modo se apoya en una investigación descriptiva y de campo, la cual busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno sometido a análisis, con el fin de evaluarlo, para determinar la utilidad del Diseño Instruccional y el Tutorial para la materia donde los datos de interés son primarios y recogidos directamente de la realidad por la autora del estudio. Existen diferentes modelos para elaborar un Diseño Instruccional, entre ellos se destaca el Modelo ASSURE debido a las ventajas de fácil comprensión, manejo, utilidad y costo. Este modelo fue diseñado por Heinich, *et. al* (1999), y es definido como un procedimiento guiado usado para planear y conducir la instrucción involucrando los medios; el mismo se detalla a continuación:

- A = Conocer las características de la audiencia; de identificación personal tales como sexo, edad, ubicación geográfica, competencias previas, escolaridad, estilos cognitivos de aprendizaje
- S = Establecimiento de objetivos y contenidos de estudio. Los cuales son iguales para toda la población estudiantil.
- S= Selección de los medios apropiados
- U= Uso de los recursos
- R= Establecimiento de los requerimientos para la participación de los estudiantes.
- E= Planeación de la evaluación.

### Población y muestra

Para Balestrini (1998), se entiende por población un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos que presentan características comunes.

A fin de obtener datos representativos de la población: alumnos cursantes de la materia (137) se seleccionó como muestra una sección de alumnos de Metodología de la Investigación del semestre 2004-3 (Sección 3, 41 alumnos).

### Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó como técnica la encuesta, para recabar los datos pertinentes a la primera etapa de la investigación, aplicada a una sección de alumnos de Metodología de la Investigación del semestre 2004-3; el instrumento a usar fue el cuestionario, contentivo de siete (7) preguntas de información, con respuestas cerradas y categorizadas. De igual forma se utilizó otro instrumento para determinar la valoración del material, contentivo de cuatro (4) preguntas cerradas y una (1) abierta, con la intención de registrar sus opiniones con respecto a su experiencia académica en el uso del tutorial.

## RESULTADOS

Los resultados arrojados en la recolección de la información se presentan a continuación, en dos partes: los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario y los obtenidos en la valoración del material.

### I Parte

Resultados obtenidos en la aplicación del instrumento (cuestionario).

#### Instrumento N° 1

**Tabla 1. ¿A qué sitios concurre usted a la hora de hacer uso de un computador?**

Categoría	Fi	%
Laboratorio de informática	22	54
Casa	10	24
Cyber	9	22

**Tabla 2. A la hora de buscar información, usted prefiere**

Categoría	Fi	%
Navegar por internet	22	54
Consultar textos	9	22
Consultar a su profesor	10	24

**Tabla 3. ¿Qué medios instruccionales, facilitan en usted el aprendizaje?**

Categoría	Fi
Textos, guías	41
Software educativo (multimedia, tutoriales)	36
Proyecciones de diapositivas	13
Pizarra	34
Trabajo grupal	41

Fuente: Instrumento aplicado a los estudiantes.

**Tabla 4. Con respecto al aprendizaje significativo (permanente), considera usted que este se logra a través de**

<b>Categoría</b>	<b>Fi</b>	<b>%</b>
Métodos tradicionales (Actividades generadas en el aula)	12	29
Métodos no tradicionales (Herramientas a través del uso del ordenador: Software educativo)	11	27
Combinación de ambos métodos (clases presenciales apoyadas en nueva tecnología)	18	44

**Tabla 5. ¿Le gustaría contar con un texto que oriente su proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado por un tutorial que motive su atención en los temas a tratar en este libro instruccional?**

<b>Categoría</b>	<b>Fi</b>	<b>%</b>
Si	41	100
No	0	0

**Tabla 6. ¿Qué aspectos considera usted, como relevantes, debieran tomados en cuenta en la creación de un material instruccional compuesto por un texto-guía?**

<b>Categoría</b>	<b>Fi</b>
Contenido pertinente con el programa de la asignatura	41
Imágenes	35
Autoevaluación	40
Lenguaje claro	41

**Tabla 7. ¿Qué aspectos considera usted, como relevantes, debieran ser tomados en cuenta en la creación de un material instruccional, compuesto por un tutorial interactivo?**

<b>Categoría</b>	<b>Fi</b>
Información orientadora	38
Imágenes	41
Animaciones	35
Sonido	16
Fácil manejo	41
Interactividad	19

## II Parte

Resultados del instrumento aplicado para la valoración del material. Dicha valoración involucra los aspectos funcionales, técnicos y estéticos, y pedagógicos.

### Instrumento N° 2.

**Valoración del material:** El cuestionario inicia el sondeo a través de una valoración del material por parte de los estudiantes, quienes miden los aspectos funcionales, técnicos y estéticos, y pedagógicos.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cuanto a los resultados obtenidos en la aplicación del primer instrumento (tablas 1, 2 y 3), se observó lo siguiente: la mayoría de los estudiantes prefieren hacer uso de un computador dentro de la universidad, así como buscar información navegando por Internet (tablas 1 y 2); de igual manera, la totalidad de ellos considera que los textos, guías y los trabajos grupales son medios cuyo uso facilita el aprendizaje (tabla 3). Estos resultados reflejan la importancia de poder contar, entre otras herramientas, con un equipo de computación cercano, así como del material adecuado y actualizado para facilitar el aprendizaje. Con respecto al aprendizaje significativo (tabla 4), se observa que aunque los porcentajes de los resultados tienen cierta proximidad, se nota una significativa tendencia, por parte del alumno, a querer experimentar la combinación de métodos tradicionales y no tradicionales que faciliten su aprendizaje. Esta proximidad, de los resultados pudiera representar la poca familiaridad que existe en la universidad al uso de las herramientas de la Tecnología de la Comunicación y la Información Tic's.

En cuanto a los resultados obtenidos en las tablas 5 y 6, se percibe como una gran mayoría de los estudiantes encuestados, le gustaría contar con una herramienta que oriente su proceso enseñanza-aprendizaje apoyada en las Tic's; esto unido a que ellos consideran como aspectos relevantes la creación de un material instruccional compuesto por un texto guía: contenido pertinente con el programa de la asignatura, lenguaje claro, autoevaluación, imágenes. Se observa, sin embargo, una discrepancia que pudiera reflejar que aunque algunos alumnos prefieran un método de aprendizaje tradicional o no, o su combinación, todos ellos manifestaron su interés en poder contar con un instrumento que pueda facilitar su aprendizaje.

También se puede establecer, de mayor a menor preferencia, los aspectos que los estudiantes consideran como relevantes en la creación de un material instruccional compuesto por un texto guía: contenido pertinente con el programa de la asignatura, lenguaje claro, autoevaluación, imágenes.

Los aspectos pedagógicos sondeados en la encuesta registraron un alcance superior al 70 % de las opiniones en la calificación de excelente, resultado que demuestra

**Tabla 8. Aspectos funcionales**

Aspectos funcionales	Excelente		Suficiente		Mejorable	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Facilidad de Uso	37	90.24	3	7.31	1	2.43
Eficacia	30	73.17	7	17.03	4	9.75

**Tabla 9. Aspectos técnicos y estéticos**

Aspectos Técnicos y Estéticos	Excelente		Suficiente		Mejorable	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Calidad del entorno visual	35	85.36	3	7.31	3	7.31
Calidad de los contenidos	33	80.48	5	12.19	3	7.31
Navegación e interacción	29	70.73	10	24.39	2	4.87
Originalidad y uso de tecnología	37	90.24	2	4.87	2	4.87

**Tabla 10. Aspectos pedagógicos**

Aspectos Pedagógicos	Excelente		Suficiente		Mejorable	
	Fi	%	Fi	%	Fi	%
Capacidad de motivación	29	70.37	10	24.39	2	4.87
Adecuación a los usuarios	37	90.24	4	9.75	0	0
Potencialidad de los recursos didácticos	40	97.56	1	2.43	0	0
Fomento, iniciativa y autoaprendizaje	30	73.17	5	12.19	6	14.63

**Tabla 11. Esfuerzo cognitivo**

Actividades	Fi	%
Análisis/síntesis	37	90.24
Resolución de problemas	40	97.56
Comprensión/interpretación	29	70.73
Memorización/E vocación	30	73.17
Enfoque pedagógico actual	37	90.24
Expresión	36	87.80
Comparación/relación	35	60.97
Razonamiento	37	90.24
Pensamiento divergente/imaginación	38	92.68
Exploración/experimentación	22	53.65

que el objetivo planteado en el diseño de los medios instruccionales fue alcanzado. A través del porcentaje obtenido en la valoración de excelente el estudiante confirma que logró desenvolverse con la herramienta fuera y dentro del aula, brindándole esta, un soporte de estudio a la hora de indagar o repasar temas tratados en clases. El 97.56 % considera que la potencialidad didáctica de los medios es excelente y el resto lo consideró suficiente.

Con respecto al esfuerzo cognitivo se pudo evidenciar que se requiere un alto porcentaje en lo que respecta a la resolución de problemas, razonamiento e imaginación, esto debido a que las tecnologías actuales exigen por parte de los estudiantes un conjunto de competencias para optimizar su efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Así mismo con respecto a la pregunta abierta del

segundo instrumento, se pudo evidenciar que es importante resaltar un conjunto de bondades y fortalezas pedagógicas del diseño, donde se exprese claramente por que estos recursos instruccionales son efectivos para el aprendizaje significativo de los alumnos, donde se fomenta su desarrollo integral y el instructor se convierte en consejero, actualizado y consciente del compromiso que tiene con sus estudiantes, los encuestados respondieron lo siguiente:

#### **Ventajas que comporta respecto a otros medios:**

- Ahorra mucho tiempo y espacio, en términos de tener la información a la mano y poder investigar a la hora y al momento que se requiera.
- El uso del tutorial aporta un nuevo enfoque donde el aprendizaje se centra en el logro de un estudiante



integral, donde la vanguardia ya no es un docente que dicta clases magistrales, sino aquel que se compromete con enseñar lo que realmente requiere.

- La evaluación que se presenta en el tutorial permite una retroalimentación del estudiante, que le indica si debe continuar con la lectura o regresar a reforzar los conocimientos ya presentados.
- Ahorro económico, ya que los estudiantes no invertirán en textos ni guías, sino que la información podrá ser visualizada en medios digitales.

### Problemas e inconvenientes en su uso:

Aspectos a destacar:

- Es muy práctico y sencillo de utilizar.
- Brinda soporte para consultar la forma en que se debe presentar cualquier trabajo de investigación, desde una monografía hasta una tesis de grado.
- El tutorial, las ilustraciones y el texto del libro son muy útiles y claros, por lo tanto el contenido de la asignatura es fácilmente internalizado, además que las evaluaciones presentadas en formas no tradicionales (sopa de letras y crucigramas) hacen que los estudiantes se diviertan aprendiendo.

Estas expresiones abiertas y muy positivas, reflejaron el gran agrado con que fue recibido el medio utilizado en este diseño instruccional desarrollado para la asignatura Metodología de la Investigación. La mayoría coincidió al manifestar que el texto apoyado por un tutorial cumplió con su objetivo.

### CONCLUSIONES

La experiencia de esta investigación hace concluir que:

- El asumir el reto de modificar la forma de transmitir los conocimientos requiere un estudio y una valoración de los enfoques sobre los procesos cognoscitivos en el procesamiento de la información y de todo un conjunto de problemas que se derivan de la introducción de las nuevas tecnologías, tanto para los docentes como para los estudiantes, es por esto, que se debe brindar información a los primeros sobre las bondades que se pueden generar en el acto pedagógico cuando se introducen nuevas herramientas y propender a minimizar el temor que se siente al romper el esquema de la enseñanza tradicional.
- El diseño de una secuencia instruccional apoyado en las TIC's exige, a lo largo de su desarrollo, el protagonismo del profesional pedagogo, en cada una de sus fases, bien sea desarrollando y/o supervisando,

a fin de garantizar un aprendizaje más significativo a través del uso del producto. Así mismo, este profesional de la educación debe poseer conocimientos claros sobre los tipos de materiales, que se pueden desarrollar a través de la tecnología, y su alcance en el proceso enseñanza-aprendizaje.

- Al analizar los antecedentes y los resultados de la investigación se coincide con varios autores en la idea de que los problemas relativos al empleo de las nuevas tecnologías en la docencia, en las décadas venideras, están relacionados menos con limitaciones tecnológicas y más con la creatividad de los hombres para la explotación en este sentido.
- Hoy en día las tecnologías de información forman parte de los entornos en desarrollo, en acción complementaria, mejoran con cada invención que surge en el área. En el caso de estudio se comprueban las oportunidades que surgen para los docentes en este nuevo orden mundial que impone la llamada Revolución de Información.

### AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Experimental del Táchira, por el apoyo brindado a lo largo de la realización de esta investigación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALESTRINI, M. Cómo se elabora el proyecto de investigación. Caracas: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial. 1998.
- BARRIOS, M. Manual de trabajos de grado de maestría y tesis doctorales. Caracas. UPEL. P.8.1998.
- BRNA, P. y DICHEVA, D. Flexible education and the new technologies. british journal of educational technology. 29:3-4. 1998.
- CABERO, J. El rol del profesor ante las nuevas tecnologías de la información y comunicación, Síntesis. Madrid. pp.15-37. 2000.
- CABERO, J. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. España: McGraw Hill. 2007.
- HEINICH, R.; MOLEND, M. y SMALDINO, S. instructional media and technologies for learning. New Jersey, Prentice Hall. 1999.
- SIMONSON, M. Distance education: does anyone really want to learn at a distance? Contemporary Education. 68: 104-107. 1997.

## EFFECTO DE *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL DE *Plasmodiophora brassicae* EN PLANTAS DE COLIFLOR

(Effect of *Trichoderma* spp. on *Plasmodiophora brassicae* control in cauliflower plants)

Becerra, C. y Acevedo, R.

Universidad Nacional Experimental del Táchira,  
San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

Correo Electrónico: [cbecerra@unet.edu.ve](mailto:cbecerra@unet.edu.ve), [racevedo@unet.edu.ve](mailto:racevedo@unet.edu.ve), [raacevedon@yahoo.com](mailto:raacevedon@yahoo.com)

### RESUMEN

La hernia de las crucíferas es la principal enfermedad en los cultivos de la familia de las *brassicaceas* en el municipio José María Vargas, estado Táchira, ocasionando elevadas pérdidas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro especies de *Trichoderma* en el control de *Plasmodiophora brassicae* en plantas de coliflor. Se determinó la incidencia y severidad de la enfermedad en 18 fincas productoras de *brassicaceas* pertenecientes a cinco aldeas del municipio. Como agente de control se evaluaron *T. harzianum* (LIG002) *T. koningii* (LIG006), *T. lignorum* (LIG011) y *T. viride* (LIG001) en un primer ensayo a las concentraciones  $10^7$  y  $10^8$  esporas/ml y en un segundo ensayo LIG011 y LIG006 en concentraciones  $10^6$  esporas/ml. El inóculo fue preparado licuando 10 g de raíces en 100 ml de agua destilada estéril, aplicándolo a cada bolsa de polietileno con suelo, simultáneamente se aplicaron las concentraciones de *Trichoderma* spp. previo al transplante de plántulas de coliflor. Se realizaron aplicaciones de *Trichoderma* spp. cada 15 días por inyección al suelo durante 45 días y se evaluó la enfermedad usando la escala propuesta por Murakami *et al.*, (2000). En el municipio José María Vargas se determinó que todas las áreas muestreadas cultivadas con *brassicaceas* están afectadas por *P. brassicae* con 50% de incidencia y 62% de índice de severidad. En los diferentes tratamientos evaluados ninguna de las especies de *Trichoderma* utilizadas redujo la severidad de la enfermedad. La aplicación de *Trichoderma* spp. favoreció el crecimiento vegetativo de las plantas de coliflor.

**Palabras Clave:** Control biológico, *P. brassicae*, incidencia, severidad, *Trichoderma* spp.

### ABSTRACT

Clubroot of brassicas is the main disease in the cultivation of *brassicaceas* in the José María Vargas Municipality, Táchira state, causing high losses. The objective of this research was to evaluate the effect of four *Trichoderma* species on *Plasmodiophora brassicae* control in cauliflower plants. It was determined the incidence and severity of the disease in 18 producing farms of *brassicaceas* belonging to five villages of the municipality. As control agent, *T. harzianum* (LIG002) *T. koningii* (LIG006), *T. lignorum* (LIG011) and *T. viride* (LIG001) were evaluated, in a first test, to the concentrations of 107 and 108 spores/ml, and in a second test, LIG011 and LIG006 in concentrations of 106 and 107 spores/ml. The Inoculate was prepared liquefying 10 g of roots in 100 ml of sterile distillate water, applying it to each polyethylene bag with soil, simultaneously concentrations of *Trichoderma* spp. were applied, previous to the transplant of cauliflower seedlings. Every 15 days, applications of *Trichoderma* spp. were made by injection to the soil during 45 days and the disease was evaluated using the proposed scale by Murakami *et al.*, (2000). It was determined that in the municipality Jose Maria Vargas that all of the tested areas cultivated by *brassicaceas* are affected by clubroot with 50% of incidence and 62% rate of severity. None of the four species of *Trichoderma* spp. evaluated in the different treatments were able to reduce the severity of the disease. The application of *Trichoderma* spp., improved the vegetative growing of cauliflower plants.

**Key Words:** Biological control, *P. brassicae*, incidence, severity, *Trichoderma* spp.

## INTRODUCCIÓN

La especie *Plasmodiophora brassicae* (Woronin), es un hongo patógeno que ataca a las plantas de la familia de las brassicaceas, ocasionando en las raíces la enfermedad conocida como “Hernia”, que se caracteriza por la hipertrofia de las células y formación de agallas (Pardo, 1995). Actualmente, la enfermedad tiene distribución mundial y se presenta en todas las regiones donde se cultiva esta familia. La hernia de la raíz produce pérdidas considerables cuando se cultiva en terrenos infectados (Agrios, 1998). En Venezuela fue descubierta en 1962, en muestras de repollo provenientes de la hacienda “Ramo Verde” de los Teques, estado Miranda (Dao y Holmquist, 1962). En los Estados Andinos se señala la presencia de *P. brassicae* en El Cobre estado Táchira (Escalante y Acevedo, 1997) igualmente en Trujillo (Medina, 1997) y en Mérida (Salas *et al.*, 1999).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro especies de *Trichoderma* en el control de *Plasmodiophora brassicae* en plantas de coliflor.

## MÉTODO

### Estudio de la incidencia y severidad de la hernia de las crucíferas en el Municipio José María Vargas, Estado Táchira, Venezuela

Se realizó un recorrido por el municipio y se determinaron las áreas sembradas con plantas de la familia de *brassicaceas*, las cuales se encuentran distribuidas en las Aldeas Río arriba, Angostura, El Molino, Pernía y San Agustín, con diversidad de cultivos sembrados de repollo, brócoli y coliflor. Se efectuó un muestreo del cultivo para determinar la incidencia de la enfermedad en cada una de las fincas productoras. El criterio utilizado para seleccionar las plantas enfermas en producción, fue la presencia de síntomas como: achaparramiento, hojas cortas poco desarrolladas, amarillamiento y marchitamiento. El porcentaje de incidencia se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

Para determinar la severidad se utilizaron las plantas del muestreo realizado anteriormente, usando una escala modificada del método de Dixón y Robinson propuesta por Murakami *et al.*, (2000), la

cual está clasificada en categorías del 0 al 3, donde:

- 0: Sin hernia
- 1: Sólo las raíces laterales con hernia
- 2: Menor al 50% de la raíz principal con hernia
- 3: Mayor o igual al 50% de la raíz principal con hernia.

$$\text{Índice de severidad de la enfermedad} = \frac{(1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3)}{3 \times N} \times 100$$

Donde:

N: Número total de plantas

$n_1, \dots, n_3$  : Número de plantas clasificadas como categorías del 1 al 3, respectivamente.

### Ensayo 1. Evaluación de cuatro especies de *Trichoderma* para el control de *Plasmodiophora brassicae*

El ensayo se realizó en la finca “La Primavera” propiedad de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), ubicada en el sector Monte Carmelo, Municipio Andrés Bello, estado Táchira, siendo una zona de Bosque Húmedo Premontano; presenta moderada pluviosidad, temperatura promedio de 17 °C y altura de 1500 msnm.

El ensayo se realizó con plantas de coliflor (*Brassica oleracea* var *botrytis* L.), por ser un rubro susceptible a la enfermedad (Zitter, 1985), La propagación se realizó por semilla y transplante. El pH del suelo en este ensayo fue de 6,93.

La multiplicación de las diferentes especies *T. lignorum* (LIG011), *T. viride* (LIG001), *T. harzianum* (LIG002) y *T. koninigi* (LIG006), se realizó en placas de Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA), a temperatura controlada de  $18 \pm 2$  °C, y periodos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, donde permanecieron por un periodo de 15 a 20 días hasta que las especies de *Trichoderma* alcanzaron su fase de esporulación cubriendo completamente las capsulas.

Para la preparación de las soluciones madre de inóculo se tomaron cada una de las placas de Petri que contenían las especies de *Trichoderma* ya en esporulación y se les agregó 50 ml de agua destilada estéril (ADE); con la ayuda de una espátula se completo la remoción de las esporas.

De cada solución madre se tomó una alícuota de 10µl; se depositaron en la cámara de Neubauer y se llevó al microscopio donde se contó el número de esporas por cuadrante (4x4) de volumen  $4 \times 10^{-6}$  ml, en un total de 7 lecturas. El cálculo de la concentración de esporas de cada solución madre, se hizo tomando en cuenta las esporas halladas en las 7 lecturas y el volumen contenido en los 7 cuadrantes; seguidamente

se calculó la relación directa para el número de esporas en un mililitro.

$$\text{Concentración de esporas} = \frac{1 \text{ ml} \times \text{N}^\circ \text{ esporas halladas}}{\text{Solución madre (esporas/ml)} \quad \text{Volumen de 7 cuadrantes de } 4 \times 4}$$

Para ajustar las concentraciones  $10^7$  y  $10^8$  esporas por mililitro, se empleó la fórmula química:  $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ . Donde:  $C_1$ = Concentración de esporas de la solución madre (esporas/ml),  $V_1$ = Volumen de la solución madre,  $C_2$ = Concentración de esporas deseadas ( $10^7$ ,  $10^8$  esporas/ml respectivamente y  $V_2$  = Volumen a preparar para  $C_2$ .

### Transplante

El transplante se realizó en bolsas de polietileno de 3 kilogramos, cuando las plantas tenían 30 días en el semillero.

### Aplicación de *P. brassicae*

Previo al transplante se vertió en cada bolsa con suelo 100 ml de la solución preparada del inóculo *P. brassicae* a una concentración de  $1,65 \times 10^8$  esporas/ml, la cual se obtuvo luego de licuar 10 g de raíces enfermas en 100 ml de ADE.

### Aplicación de *Trichoderma* spp.

Se aplicó 30 ml de cada concentración  $10^7$  y  $10^8$  esporas/ml de cada especie de *Trichoderma*. Las aplicaciones se realizaron por inyección al suelo, al momento previo del transplante y cada 15 días. En éste ensayo se evaluaron nueve tratamientos:  $T_0$ : *P. brassicae* (testigo),  $T_1$ : *P. brassicae* + *T. harzianum* ( $10^7$ ),  $T_2$ : *P. brassicae* + *T. harzianum* ( $10^8$ ),  $T_3$ : *P. brassicae* + *T. koningii* ( $10^7$ ),  $T_4$ : *P. brassicae* + *T. koningii* ( $10^8$ ),  $T_5$ : *P. brassicae* + *T. viride* ( $10^7$ ),  $T_6$ : *P. brassicae* + *T. viride* ( $10^8$ ),  $T_7$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^7$ ),  $T_8$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^8$ ). Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento para un total de 45 unidades experimentales.

### Evaluación de la severidad e índice de medición de la enfermedad

A partir del momento del transplante se realizaron monitoreos considerando variables como: la altura de la planta (cm) cada 96 horas y la presencia de síntomas como marchitamiento y amarillamiento, por considerarse los primeros síntomas de la enfermedad. Se removieron las plantas a los 45 días después del

transplante y se lavó el sistema radical para cuantificar la severidad de la enfermedad, ésta se evaluó visualmente usando la escala de severidad propuesta por Murakami *et. al*, (2000).

La severidad de la enfermedad y otras variables evaluadas adicionalmente durante el desarrollo del ensayo como: altura de las plantas, longitud y volumen de las raíces, se analizaron descriptivamente, con el fin de establecer comparaciones entre los tratamientos y seleccionar las mejores especies de *Trichoderma* en el control de *P. brassicae* para realizar el ensayo posterior.

### Ensayo 2. Evaluación de *Trichoderma lignorum* y *T. koningii* en el control de *Plasmodiophora brassicae*

La siembra del cultivo, desinfección del suelo, obtención y preparación del inóculo, reproducción del agente de control biológico, aplicación del inóculo, transplante y monitoreos se realizaron igual al ensayo anterior. En este ensayo se utilizaron las especies *T. koningii* y *T. lignorum*, las cuales se seleccionaron por obtener porcentajes de severidad bajos con la aplicación de  $10^7$  esporas/ml en el primer ensayo; sin embargo, estos no fueron menores al porcentaje de severidad del tratamiento testigo.

Se aplicaron 30 ml de las concentraciones  $10^6$  y  $10^7$  esporas /ml de *Trichoderma* spp. de cada aislamiento, tanto al sistema radical de las plantas como a cada bolsa de polietileno con suelo. Las aplicaciones se realizaron al momento previo del transplante y cada 15 días durante el ensayo.

Se evaluaron siete tratamientos:  $T_0$ : *P. brassicae* (testigo),  $T_1$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^6$ ),  $T_2$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^7$ ),  $T_3$ : *P. brassicae* + *T. koningii* ( $10^6$ ),  $T_4$ : *P. brassicae* + *T. koningii* ( $10^7$ ),  $T_5$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^6$ ) + *T. koningii* ( $10^6$ ),  $T_6$ : *P. brassicae* + *T. lignorum* ( $10^7$ ) + *T. koningii* ( $10^7$ ).

Adicionalmente en este ensayo se evaluó la respuesta del efecto de *Trichoderma* spp. sobre el sistema radical de plantas de coliflor sin la presencia de *P. brassicae*, comparadas con el tratamiento testigo (agua), por lo tanto se evaluaron descriptivamente los siguientes tratamientos:  $T_7$ : *T. lignorum* ( $10^6$ ),  $T_8$ : *T. lignorum* ( $10^7$ ),  $T_9$ : *T. koningii* ( $10^6$ ),  $T_{10}$ : *T. koningii* ( $10^7$ ),  $T_{11}$ : Agua.

### Evaluación de la severidad e índice de medición de la enfermedad

A partir del momento del transplante se realizaron monitoreos cada 24 a 48 horas, donde se consideró la



presencia de síntomas como marchitamiento y amarillamiento. A los 45 días después del trasplante se removieron las plantas y se lavó el sistema radical para cuantificar la severidad de la enfermedad, ésta se evaluó visualmente usando la escala de severidad modificada del método de Dixon y Robinson, propuesta por Murakami *et al.* (2000). Posterior a la severidad de la enfermedad se analizaron descriptivamente las variables longitud y volumen del sistema radical.

### Diseño experimental y análisis estadístico del segundo ensayo

El ensayo se llevo a cabo bajo un diseño bifactorial anidado en dos etapas con arreglo completamente al azar, siendo el primer factor evaluado, el tipo de aislamiento con dos niveles (LIG011 y LIG006) y un segundo factor la concentración de esporas con dos niveles ( $10^6$  y  $10^7$  esporas/ml) y un testigo para un total de siete tratamientos y tres repeticiones para cada uno. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza para el diseño experimental establecido, utilizando programas estadísticos computarizados.

## RESULTADOS

### Incidencia y Severidad de la hernia de las crucíferas en el municipio José María Vargas

En las dieciocho fincas muestreadas se encontró la enfermedad en los diferentes cultivos de brassicaceas, con porcentaje de incidencia entre 30 y 70%, siendo las

unidades de producción de las aldeas Río arriba y El Molino las más afectadas por *P. brassicae*. En las cinco aldeas muestreadas el coliflor es el cultivo con mayor producción seguido del repollo y brócoli (tabla 1).

En las cinco aldeas con mayor siembra de brassicaceas del municipio, se determinó que la relación plantas enfermas y número total de plantas muestreadas presentó un 50% de incidencia de la enfermedad y se determinó un índice de severidad de 62%, de acuerdo a la escala propuesta por Murakami *et al* (2000), donde se observaron raíces malformadas con pequeñas y grandes agallas en la raíz principal como en las laterales.

### Ensayo 1. Evaluación de cuatro especies de *Trichoderma* spp. para el control de *plasmodiophora brassicae*

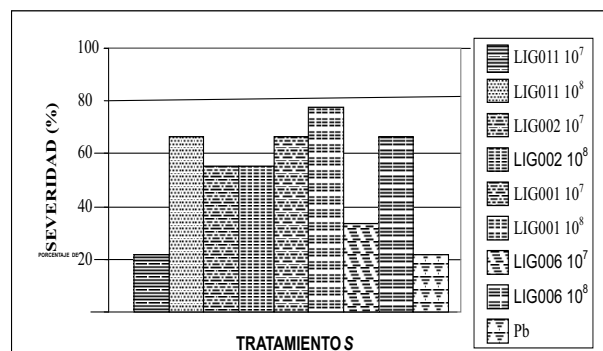
Después de 45 días del ensayo, se realizó la evaluación del mismo, notándose que las plantas de coliflor en horas del mediodía, de días cálidos y soleados, presentaban síntomas de marchitamiento generalizado, recuperándose durante la noche; no se observó amarillamiento aun estando presente el patógeno.

De todos los tratamientos evaluados para el control de la severidad de *P. brassicae* como agente de control biológico, *T. lignorum* (LIG011) y *T. koningii* (LIG006) en concentración  $10^7$  esporas/ml mostraron igual o mayor índice de severidad con respecto al testigo, siendo 22%, 33% y 22% respectivamente (figura 1).

**Tabla 1. Incidencia y severidad de la hernia de las crucíferas en 5 Aldeas del municipio José Maria Vargas, estado Táchira, Venezuela. 2003.**

Aldeas	Nº de fincas muestreadas	*Incidencia promedio (%)	**Índice de severidad (%)	Cultivos	Area total (m <sup>2</sup> )
Río Arriba	8	70	88	Repollo	8.500
				Coliflor	18.800
				Brócoli	17.800
San Agustín	2	40	60	Repollo	1.000
				Brócoli	2.000
Angostura	3	40	55	Repollo	2.500
				Coliflor	8.000
				Brócoli	2.500
Pernía	2	30	20	Repollo	8.000
				Brócoli	5.000
El Molino	3	70	87	Coliflor	10.200
				Repollo	8.000

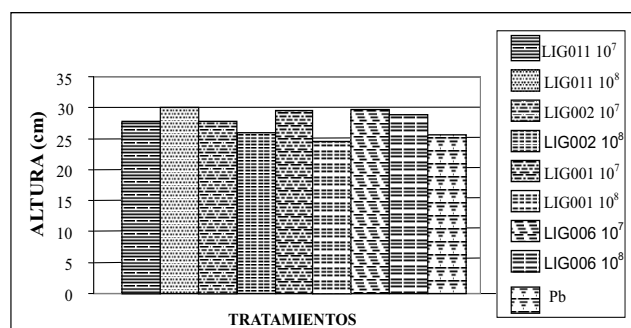
Fuente: Propia, 2003.



**Figura 1. Efecto de *Trichoderma* spp. sobre la severidad de *Plasmodiophora brassicae* en plantas de coliflor**

### Efecto de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de las plantas en el ensayo 1

Adicionalmente durante el desarrollo del ensayo se tomó la altura de las plantas, como otro indicador del efecto de *Trichoderma* spp. Las plantas tratadas con LIG011  $10^8$  (T2), LIG006  $10^7$  T y LIG001  $10^7$  obtuvieron una altura promedio de 30, 29, 67 y 29,47 cm respectivamente, superando al testigo con 25,53 cm (figura 2).



**Figura 2. Efecto de *Trichoderma* spp. en el crecimiento de las plantas de coliflor inoculadas con *P. brassicae***

Después de evaluar la severidad de la enfermedad, se estudió la respuesta de las plantas tratadas con LIG002  $10^7$  (8,5 cm), LIG001  $10^7$  (7,83 cm) y LIG006  $10^7$  (8,67 cm) en relación a la longitud de la raíz, siendo mayor a la obtenida en el tratamiento testigo (6,67 cm) (figura 3).

Además al evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. en el volumen (cantidad) radicular de las plantas, se observó que éste fue mayor al alcanzado por las plantas testigo (figura 4).

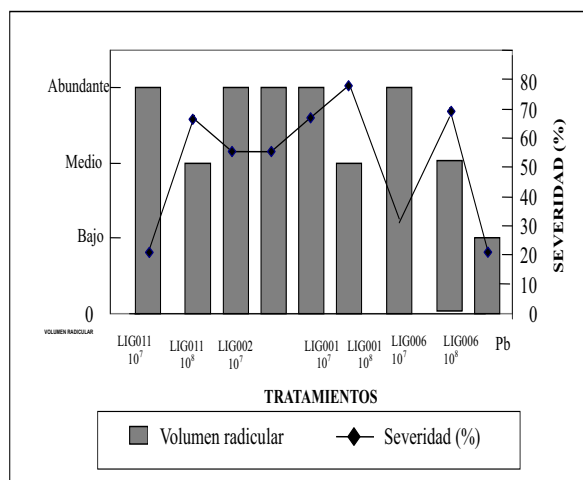
**Figura 3. Longitud radicular de las plantas de coliflor en presencia de *P. brassicae* y diferentes concentraciones de *Trichoderma* spp**

**Figura 4. Efecto de *Trichoderma* spp. en el volumen radicular de las plantas de coliflor infectadas con *P. brassicae*.**

Tomando en consideración los resultados obtenidos del índice de severidad de la enfermedad y en el volumen radicular, se observó que las plantas con mayor abundancia de raíces secundarias y terciarias fueron aquellas que presentaron mayor malformación de raíces por la presencia de agallas, el cual es el principal síntoma de la enfermedad.

Al relacionar el volumen radicular y el porcentaje de severidad con los tratamientos se observó, que ante LIG011  $10^7$  y LIG006  $10^7$  el porcentaje de severidad fue 22 y 33% respectivamente y el volumen radicular fue abundante en comparación con el testigo, el cual presentó un porcentaje de severidad de 22% y volumen radicular bajo (figura 5).

En base a estos resultados se seleccionaron las especies *T. lignorum* (LIG011) y *T. koningii* (LIG006) en la concentración  $10^7$  esporas/ml, para realizar el ensayo 2.



**Figura 5. Efecto de *Trichoderma* spp. en el volumen radicular y porcentaje de severidad de la enfermedad**

### **Ensayo 2. Evaluación de *Trichoderma lignorum* y *T. koningii* en el control de *P. brassicae***

Después de 45 días del ensayo, se realizó la evaluación del mismo, observándose que las plantas de coliflor presentaron síntomas de amarillamiento.

Se evaluó el efecto de los tratamientos de biocontrol en el índice de severidad de la enfermedad y según los datos obtenidos en la tabla de ANOVA, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $P > 0,05$ ), es decir, no existió ningún tipo de control por parte de *Trichoderma* spp., ya que los porcentajes de severidad fueron similares y mayores al tratamiento testigo.

### **Efecto de *Trichoderma* spp. sobre el sistema radical de las plantas de coliflor en el ensayo 2**

Adicionalmente en este ensayo se evaluó descriptivamente la respuesta de los tratamientos LIG006 y LIG011 en concentraciones  $10^6$  y  $10^7$  esporas/ml sin la presencia de *P. brassicae*, comparadas con el tratamiento testigo (agua). se reafirmaron los resultados obtenidos en el ensayo 1 referente al incremento en el volumen radical de plantas de coliflor.

Características tales como interrelación entre las raíces de las plantas y la presencia de *P. brassicae* y *Trichoderma* spp.; condiciones ambientales; competencia por un nicho ecológico y por nutrientes y la influencia de los exudados radicales, pudieron influir en que la enfermedad se manifestara en un mayor grado.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **Evaluación de cuatro especies de *Trichoderma* spp. para el control de *Plasmodiophora brassicae*.**

Después de 45 días del ensayo, no se observó amarillamiento aun estando presente el patógeno. Walker (1965), indica que la enfermedad puede progresar considerablemente antes de que sean visibles los síntomas externos.

### **Efecto de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de las plantas en el ensayo 1**

En general la presencia de *Trichoderma* spp. incrementó la altura en las plantas de coliflor. Similares resultados presentaron Sandoval *et al.*, (1997), al tratar el suelo con *Trichoderma harzianum*, demostraron un incremento en la altura de plantas. Esto indicó la existencia de sustancias promotoras de crecimiento en esta especie de *Trichoderma*. De igual manera Chang *et al.*, (1986) en evaluaciones realizadas en la Universidad de Colorado, estado de Colorado, indicaron que *Trichoderma harzianum* aplicado al suelo incrementó la altura de las plantas de Rábano (*Rhaphanus sativus*), pimiento (*Capsicum annum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Harman (2000), recientemente encontró una mezcla de *Trichoderma* (T-22) conformada por *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum*, donde contribuyó en el crecimiento radicular de las plantas de maíz, soya y algunos pastos. Lo reportado por este autor concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, dando a conocer que *Trichoderma* spp., incrementó el crecimiento y desarrollo radicular de las plantas.

Los resultados encontrados fueron similares a los reportados por Biocontrol (2003), donde *Trichoderma* spp. incrementó el volumen radicular de las plantas tratadas. En este ensayo las plantas con mayor abundancia de raíces fueron aquellas que presentaron mayor malformación por la presencia de agallas, estos resultados se apoyan en los reportes de Sarasola y Roca (1975), quienes indicaron que *P. brassicae* ataca más energicamente a aquellas raíces que crecen con mayor rapidez.

### **Evaluación de *Trichoderma lignorum* y *T. koningii* en el control de *P. brassicae***

Los resultados obtenidos en este ensayo difieren a los obtenidos por Cheah y Page (1997), quienes evaluaron el efecto de veinticinco (25) aislamientos del

hongo sobre la severidad de la hernia de las crucíferas y obtuvieron una reducción significativa de los niveles de daño de la enfermedad en macetas con diez de los aislamientos utilizados. Igualmente García *et. al*, (1997) evaluaron el efecto de tres biopreparados de *Trichoderma harzianum* a nivel de campo sobre un cultivar altamente susceptible a la enfermedad en las condiciones de Timotes, estado Mérida, obteniendo sólo un 20% de plantas enfermas, lo cual superó los niveles alcanzados del tratamiento testigo.

Comparando los resultados de Cheah y Page (1997) y García *et. al*, (1999), la diferencia en este ensayo puede deberse a que las condiciones climáticas pudieron haber influido en el efecto del biocontrol. El primer ensayo fue realizado en época seca con temperaturas diurnas entre 33 y 36 °C y el segundo fue realizado en invierno con días de lluvias fuertes y temperaturas entre 27 y 29 °C, bajo condiciones controladas. Según lo indicado por Zitter (1985), la alta humedad en el suelo y temperaturas entre 19,5 a 23,5 °C son los principales factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

El resultado esperado de control por parte de *Trichoderma* spp. sobre *P. brassicae* no fue positivo, contrario a lo encontrado por Cheah y Page (1997) y García *et. al*, (1999) quienes obtuvieron un reducción significativa de los niveles de daño de la enfermedad con la aplicación de *Trichoderma* spp.

## CONCLUSIONES

En el municipio José María Vargas la mayoría de las áreas muestreadas cultivadas por brassicaceas están afectadas por *P. brassicae*, presentando un 50% de incidencia y 62 % de índice de severidad.

En los diferentes tratamientos evaluados ninguna de las especies de *Trichoderma* utilizadas redujo la severidad de la enfermedad.

*Trichoderma* spp. incrementó el crecimiento de las plantas de coliflor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. Fitopatología. 1 ed. 2 reimp. México, Limusa. pp. 298 – 300. 1998.
- BIOCONTROL . Monografía *Trichoderma* spp. En <http://www.control-biológico.com/monog>. Fecha de consulta: 21/05/2004.
- CHANG YA, CH; CHANG YIH, CH. y BAKER R. increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Disease. 70: 145 – 148. 1986.
- CHEAH, L – H. y PAGE, B. *Trichoderma* spp. for potential biocontrol of clubroot of vegetable brassicas. Proc. 50th N. Z. Plant Protection Conf.: 150-153. 1997. Disponible on line En: [http://www.nzpps.org/journal/51/nzpp51\\_130.pd](http://www.nzpps.org/journal/51/nzpp51_130.pd); Fecha de consulta: 02/10/2008.
- DAO, F. y HOLMQUIST, O. La hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) en Venezuela. Agronomía Tropical. 12(3):131–135. 1962.
- ESCALANTE, M. y ACEVEDO, R. Hongos fitopatógenos en cultivos hortícolas de la microcuenca del río El Valle, municipio Vargas, estado Táchira, Venezuela. Memorias del XVI Congreso Venezolano de Fitopatología, Maracaibo, Venezuela. p. 60.1997.
- GARCÍA, R.; MAGGIORANI, A.; ZAMBRANO, C.; RIERA, R. y GARCÍA, A. Evaluación de tres biopreparados y un funguicida en el control de la hernia de las coles (*Plasmodiophora brassicae*) bajo condiciones de Timotes, estado Mérida. Memorias del XVI Congreso Venezolano de Fitopatología, Maracaibo, Venezuela. p. 65. 1999.
- HARMAN, G. *Trichoderma* spp., including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* and other spp. Deuteromycetes, Moniliales (asexual classification system) En: Weeden, C.R; Shelton, A.M. and Hoffman, M.P. Biological Control: A guide to natural enemies in North América, Cornell University. 2000. Disponible [http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pat\\_hogens/trichoderma.html](http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pat_hogens/trichoderma.html); Fecha de consulta: 02/10/2008.
- MEDINA, A. Identificación de patógenos en los cultivos principales del estado Trujillo. Memorias del XVI Congreso Venezolano de Fitopatología, Maracaibo, Venezuela. p. 35. 1997.
- MURAKAMI, H.; TSUSHIMA, S.; AKIMOTO, T.; MURAKAMI, K.; GOTO, I. y SHISHIDO Y. Effects of growing leafy daikon (*Raphanus sativus*) on populations of *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). Plant Pathology. 49: 584-589. 2000.
- PARDO, V. Hongos Fitopatógenos de Colombia. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Colombia. pp. 2-4.1995.
- SALAS, J.; CARRASCO, A.; MAGGIORANI, A. y SANABRIA, M. Presencia de *Plasmodiophora brassicae* Wor en los Andes venezolanos.



- Memorias del XVI Congreso Venezolano de Fitopatología, Maracaibo, Venezuela. p. 12.1999.
- SANDOVAL, I; STEFANOVA, M.; LOPEZ, M.; GARCIA, B.; BERNAL, M. y RODRÍGUEZ, F. Una alternativa ecológica y efectiva para el biocontrol de enfermedades fúngicas con la utilización de *Trichoderma harzianum* (A-34). Programa y resúmenes III Seminario Internacional de Sanidad Vegetal. pp. 127 - 128. 1997.
- SARASOLA, A. y ROCA, M. Fitopatología general. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. pp. 93-94. 1975.
- WALKER, J. Patología Vegetal. Barcelona, España, Omega. pp. 191 – 195. 1965.
- ZITTER, T. Vegetable crops Clubroot of crucifers. En: Diseases of Crucifers, Clubroot, fact sheet page: 730.11. 1985. Department of Plant Pathology, Cornell University. Disponible on-line en: [http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/crucifers\\_clubroot.htm](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/crucifers_clubroot.htm). Fecha de consulta: 01/10/2008.

## ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN FRESCO EN UNA FINCA DEL ESTADO TÁCHIRA VENEZUELA

(Establishment of the program of transference of embryos in fresh in a Farm of the Tachira State)

Montilla, J. Maldonado, J. Urdaneta, A. García, J. Acosta, B.; Moreno, A. Olivares, R. Zambrano, A.

Centro de Congelación de Semen La Morusca,  
Laboratorio de Fisiología y Sanidad Animal,  
Laboratorio de Anatomía Animal,  
Universidad Nacional Experimental del Táchira, Estado Táchira, Venezuela.  
Correo Electrónico: [jmontill@unet.edu.ve](mailto:jmontill@unet.edu.ve)

### RESUMEN

Con la finalidad de establecer un programa de Transferencia de Embriones (TE), in fresco en una finca al norte del Estado Táchira, se realizó un protocolo de superovulación folicular, recolección y búsqueda de embriones. Utilizando 6 vacas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* y Brahman puras. Con condición corporal (CC)  $\geq 3$ , ovarios cíclicos, de 2-3 partos, iguales condiciones de alimentación y manejo. La respuesta se midió palpando el número de estructuras luteales (CL) presentes en los ovarios. La media fue  $(9,33 \pm 3,87)$  ( $P < 0.01$ ). Los 9 embriones recolectados se clasificaron según su grado y calidad, se implantaron 8 embriones y se confirmó la preñez de solo dos vacas receptoras. En conclusión se consiguió una respuesta al protocolo de superovulación similar a la reportada por otros autores, requiriendo realizar más protocolos, para mejorar las técnicas empleadas.

**Palabras Clave:** Protocolo de superovulación folicular, embriones, cuerpos lúteos

### ABSTRACT

With the purpose of establishing a program of Transfer of Embryos in fresh in a farm to the north part of the Tachira State, a protocol of follicular super-ovulation, the compilation and search of embryos were done. Using 6 crossed cows *Bos taurus* x *Bos indicus* and pure Brahmin. With corporal condition (CC)  $\geq 3$ , cyclical ovaries, of 2-3 childbirths, equal conditions of nourishment and managing. The response was measured appreciating the number of luteal structures (CL) present in the ovaries. The average was  $9.33 \pm 3.87$  ( $P < 0.01$ ). The 9 gathered embryos were qualified according to their degree and quality, 8 embryos were implanted and it was confirmed the pregnancy of only two receptor cows. In conclusion a response was obtained to the protocol of super ovulation similar to the reported by other authors, showing the requirement of making more protocols to improve the used technologies.

**Key Words:** Follicular super ovulation, embryos, luteal bodies

## INTRODUCCIÓN

Venezuela actualmente se encuentra en una época de cambios, lo cual ha evidenciado el déficit productivo de leche y carne, esto requiere la aplicación de tecnologías tendientes a mejorar la productividad de los rebaños en las fincas. En este sentido la transferencia de embriones pudiese ser un aporte importante para el mejoramiento animal. El acortamiento del intervalo generacional de las vacas superiores, es una posibilidad cierta, debido a que se puede obtener un número optimista de crías de una misma hembra. Con el uso de hormonas para incrementar el número de folículos pre ovulatorios en la misma onda, permite obtener más óvulos fértiles durante el mismo celo, para luego ser recolectados a través, de la técnica no quirúrgica (De Armas, 2007) se pretende iniciar un programa de transferencia de embriones in fresco, en la Unidad Académica la Morusca en el Estado Táchira.

## MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Académica “La Morusca”, municipio García de Hevia del Estado Táchira. A 70 msnm, caracterizada por una estacionalidad oscilante presentando periodos de lluvia y sequía que siguen un patrón bimodal. Una temperatura promedio de 26.8°C. La precipitación promedio anual es de 2750 mm, una humedad relativa

promedio anual de 81% (García, 2004). Se seleccionaron 3 vacas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* y 3 vacas Brahman, todas escoteradas entre 2-3 parto y condición corporal (CC) mayor o igual a 3. Fueron evaluadas y la presencia de estructuras endocrinas en ambos ovarios fue confirmada, habían presentado al menos un celo antes de iniciar el tratamiento de superovulación.

Se utilizaron tratamientos hormonales superovulatorios comerciales® (PMSG y FSH), se confirmó la presencia de celo (día 0) en las vacas donadoras, el protocolo de estimulación folicular se inició de 8-14 días después de observado el celo (González, 2007). Se usaron dispositivos a base de Progesterona®, colocados de 4-5 días, después del día 0 y retirados de 7-9 días, después de colocados, iniciando las aplicaciones de hormona estimulante Pluset® 4 días después de haber colocado los dispositivos progestágenos (González, 2007; Bó *et al.*, 1993a). Como se observa en la tabla 1.

La respuesta de las vacas donadoras, se midió a través, de la palpación de los ovarios y determinando el número de estructuras luteales presentes en los mismos. Se utilizó un método no quirúrgico para la recolección de los embriones (De Armas, 2007), clasificándolos según el grado y calidad (Robertson y Nelson, 2000). Luego de la recolección los embriones fueron transferidos en fresco a las vacas receptoras, al cuerno ipsilateral del ovario donde estaba presente el cuerpo lúteo (De Armas, 2007).

**Tabla 1. Protocolo de superovulación para vacas donadoras. La Morusca. Táchira - Venezuela. 2008**

Día	Momento	Hormona	Observación
0	am		Celo
5	am	Progesterona	Implante
9	am / pm	FSH / FSH	IM
10	am / pm	FSH / FSH	IM
10	am	PGF2α	vacas receptoras
11	am / pm	FSH / FSH PGF2α	IM
12	am / pm	FSH PGF2α / FSH	IM. Retiro de implante de P4
13	am	FSH / solo en vacas donadoras	Presencia de <b>CELO</b> en vacas donadoras y receptoras
13	pm	IA / IA	1ra y 2da IA vacas donadora, cada 6 horas después de medio día
14	am / pm	IA / IA	Se colocó antibiótico antiinflamatorio no esteroideo con la última IA.
20	am	Recolección de embriones.	Transferencia de embriones a vacas receptoras

Fuente: propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento en el tamaño de los ovarios con la presencia de estructuras luteales evidenció la respuesta al tratamiento de superovulación, tal y como se observa en la tabla 2, el total de órganos endocrinos luteales en cada ovario de las vacas donadoras.

El promedio de estructuras luteales presentes en los ovarios, se puede observar en la tabla 3. Resultó en  $(9,33 \pm 1,96)$  ( $p < 0,01$ ) cuerpos lúteos por vaca donadora. Este bajo promedio se debe principalmente a la poca respuesta de algunas vacas al protocolo de superovulación, tal y como se observa en la tabla 2. En cuanto a la poca respuesta pudiera atribuirse a un efecto fisiológico de las vacas a la hormona debido al inicio de la oleada folicular emergente (Bó *et al.*, 1993b) es decir, guarda relación con el inicio de las inyecciones de hormona estimulante y el inicio de la segunda oleada folicular, luego de la ovulación después del celo (Bó *et al.*, 1993b). Este resultado es similar al reportado por (González, 1995), en el cual 30% de los animales tratados no respondieron a la superovulación o su respuesta fue deficiente. Pudiendo explicar la

variación entre las vacas. (Lussier y Carruthers, 1989) reportan un resultado que varió de acuerdo a la concentraciones de hormona Folículo Estimulante (FSH) aplicada a las vacas, siendo mayor la respuesta con el grupo control en la cual se utilizó una mayor concentración de hormona FSH ( $12.0 \pm 1.8$ ;  $p < 0.003$ ). Esto confirma que la respuesta de los ovarios a la superovulación es variable entre vacas.

En cuanto a la cantidad de embriones recolectados, puede observarse en la tabla 4, que 9 estructuras fueron clasificadas como embriones, según su grado y calidad (Robertson y Nelson, 2000). Este número resulta menor al reportado por (González, 1995), pudiendo estar asociado con la técnica de recolección y búsqueda de embriones, debido a que la cantidad de estructuras luteales encontradas, indican que hubo igual número de ovulaciones y deberá tener similitud a los embriones recolectados (Robertson y Nelson, 2000), en especial en el lavado para recolección de embriones en las tres primeras vacas, donde no se identificaron estructuras embrionarias. Mientras que en el segundo lavado para recolectar embriones, si se identificaron estructuras embrionarias en dos vacas, siendo la que presentó

**Tabla 2. Cuerpos luteos en los ovarios de cada vaca. La Morusca. Táchira Venezuela. 2008.**

Vaca	N° CL	Recolección	Vaca	N° CL	Recolección
2066	10	1	3037	11	2
854	8	1	3124	10	2
859	6	1	3071	11	2

**Tabla 3. Análisis estadístico descriptivo de cuerpos lúteos. La Morusca. Táchira. Venezuela. 2008.**

N	6,0	SD	1.96
MEDIA	9.33	VAR	3,87
COEFIC VAR	21,07	SS	19,33
ESM	0,82		

( $P < 0,01$ )

**Tabla 4. Clasificación de embriones recolectados. La Morusca. Táchira. Venezuela. 2008.**

VACA	TOTAL / VACA	GRADO	CALIDAD
3085	5	4	2
3085		4	2
3085		4	1
3085		6	2
3085		7	2
3124	4	4	1
3124		4	2
3124		6	2
3124		6	2
3071	-	-	-



mayor sangramiento en el momento del lavado la que no se le identificaron embriones. Quizás el contacto de la sangre con los embriones comprometió su viabilidad destruyendo su estructura (Robertson y Nelson, 2000).

De nueve (9) embriones recolectados y clasificados tabla 4, se transfirieron en fresco ocho (8), cada uno a una vaca receptora. Se confirmó la preñez, en dos (2) vacas receptoras, dos meses después de haber recibido el embrión, es decir 25% del total de embriones transferidos, se implantaron en el útero de la madre receptora. Este valor resulta más bajo al reportado por (González, 1995). Mientras que (Bó *et al.*, 2004), reporta 39% de vacas preñadas por con un embrión transferido, aun cuando la cantidad de vientres evaluados es mucho menor en este estudio, respecto a los mencionados anteriormente.

### CONCLUSIONES

El tratamiento aplicado a las 6 vacas donadoras, tuvo un efecto estimulador folicular, lo cual se evidenció, por una parte, con el incremento del tamaño de los ovarios, y por la otra, el promedio de estructuras luteales observada, aún cuando no todas las vacas respondieron de forma similar.

Estos resultados no son concluyentes debido a que el número de vacas tratadas no es significativo. Sin embargo, los resultados son similares a los reportados por otros autores, utilizando el mismo protocolo hormonal y la fuente de hormonas.

De igual forma, la cantidad de embriones recolectados con respecto a los cuerpos lúteos observados, por tanto se evidencia la necesidad de afinar la técnica de recolección y búsqueda de los mismos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÓ, G.; MORENO, D.; CUTAIA, L.; CACCIA, M.; TRÍBULO, R.; BARUSELLI, P. y TRÍBULO, H. Transferencia de embriones a tiempo fijo utilizando receptoras cebú. I Simposio Internacional de Reproducción Bovina. Barquisimeto Venezuela. pp. 195. 2004.
- BÓ, G.; ADAMS, G.; NASSER, L.; PIERSON, R. y MAPLETOFT, R. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating gonadotropins in heifer. *Theriogenology* 40: 225-239. 1993a.
- BÓ, G. ADAMS, G. PIERSON, R. MAPLETOFT, R. Exogenous control of follicular wave emergente in cattle. *Theriogenology* 43:31-40. 1993b.
- DE ARMAS, R. Transferencia de Embriones en el Ganado Bovino. Libro Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá. 2007.
- GARCÍA, J. Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación. *Revista Científica UNET*. 16 (2): 101-114. 2004.
- GONZÁLEZ, R. Pautas para el establecimiento de programas de inseminación artificial y transplante de embriones en ganaderías de doble propósito. *Manejo de la Ganadería Doble Propósito*, LUZ. Cáp. XXVIII, 568. 1995.
- GONZÁLEZ, R. Tratamientos superovulatorios en la producción comercial de embriones bovinos En: *Tratamientos hormonales en la reproducción animal* D. González Villalobos(Ed) fundación Girarz, Maracaibo-Venezuela pp.69-82 2007.
- LUSSIER, J. y CARRUTHERS, T. Endocrine and superovulatory responses in heifers pretreated with FSH or bovine follicular fluid. *Theriogenology*. Abril; 31(4): 779-94. Pag web 18/12/2008. 1989.
- ROBERTSON, I. y NELSON, R. Certificación e identificación de los embriones. Manual de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (I.E.T.S). Guía de procedimientos e información general. 3ª edición. Illinois, USA. 2000.

# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

## 1. GENERALES

- 1.1. La *Revista Científica UNET*, de la Universidad nacional Experimental del Táchira, es un órgano de publicación de artículos científicos originales e inéditos en las áreas científicas, humanísticas y tecnológicas.
- 1.2. La Revista Científica UNET se publicará periódicamente por lo menos en dos números y un volumen anual, y sus artículos podrán estar en los idiomas español o inglés.
- 1.3. Los originales no se podrán presentar posterior o simultáneamente a otra revista. Una vez recibido el material pasa a ser de exclusiva y definitiva propiedad de la *Revista Científica UNET*.
- 1.4. Los artículos deben ser enviados con una comunicación dirigida al Director de la *Revista Científica UNET*, en el que el autor responsable declare la conformidad por parte de los coautores y que el artículo enviado no ha sido publicado previamente.
- 1.5. El Comité Editorial de la *Revista Científica UNET* al aceptar la publicación no se hace responsable del contenido expresado en el trabajo publicado. Se acusará recibo, cuando así se solicite.
- 1.6. Aquellos originales que no se acojan a las condiciones indicadas en los requisitos de presentación que se ofrece a continuación, o que por su contenido no constituya una contribución científica original, serán devueltos al autor.
- 1.7. Los artículos deben ser presentados a doble espacio, letra tipo Times New Roman, 12 puntos, con todas las páginas y líneas enumeradas. El documento incluye texto, figuras, tablas y referencias bibliográficas, sin exceder las 20 páginas. Debe ser enviado en formato digital, ya sea en archivo Word (.doc), Portable Document File (.pdf) o Latex (.txt) sin restricciones de seguridad, y las imágenes deben ser presentadas en archivo JPG, en resolución de 300 dpi. para su posterior edición a ser considerados por la revista. Una vez aceptado el artículo se le solicitará el arte final con mayor resolución.

## 2. REQUISITOS DE PRESENTACIÓN

- 2.1. Los artículos científicos deberán contener los elementos que a continuación se indican: Portada, Resumen, Palabras Clave, Abstract, Key Words, Introducción, Materiales y Método, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimiento y Referencias Bibliográficas.
- 2.2. Los artículos científicos deberán presentarse escritos a doble espacio (excepto: Resumen, Abstract, Agradecimiento leyendas de figuras y tablas, y Referencias Bibliográficas, que serán transcritas a un solo espacio), con los siguientes márgenes: 4 cm sobre el borde izquierdo; 3 cm sobre la derecha, 4 cm en el superior y 3 cm por el inferior; tamaño carta, sin correcciones y con enumeración consecutiva.
- 2.3. La portada ha de incluir los siguientes datos: **a.-** El título del trabajo breve y específico, expresado en español (máximo de 15 palabras). **b.-** Apellido(s) y nombre(s) del(los) autor(es). **c.-** Dirección institucional completa del (los) autor(es) indicando además correo electrónico. **d.** Título del trabajo en inglés, con las mismas instrucciones del título en español. **e.** Resumen en español, en una sola cuartilla que no exceda un máximo de 250 palabras y seguidamente a un espacio de 3 a 5 palabras clave. **f.** Abstract (con iguales instrucciones que para el resumen en español), seguido por un espacio las palabras clave en inglés (Key Words). **g.** Título corto de encabezado, que no exceda las 5 palabras.
- 2.4. El encabezamiento de cada sección se escribirá en negritas en mayúsculas centradas en el texto.
- 2.5. Los encabezamientos subsiguientes y secciones se escribirán en negritas, en minúsculas (con la primera letra en mayúscula) y justificado a la izquierda.
- 2.6. Para las figuras, fotografías y gráficos debe usarse la denominación de **Figura**. Deben citarse apropiadamente en el texto, identificadas y enumeradas consecutivamente usando números arábigos. La leyenda debe ser concisa y descriptiva, debiendo colocarse debajo de la figura en negrita, tamaño 10 puntos.
- 2.7. Las tablas deberán estar enumeradas en forma consecutiva con número arábigo y se denominará **Tabla**. El encabezado debe ir sobre la tabla en negrita, tamaño 10 puntos. El autor podrá indicar en qué parte del texto aproximadamente deberán colocarse, pero nunca ser agrupadas al final del mismo.
- 2.8. Todas las tablas y figuras deberán ser referidas en el texto e ir acompañadas de leyendas explicativas, claras, Tabla (Ej. **Tabla 1. Valores promedios de ....**) y si es Figura (Ej. **Figura 3. Dispositivo empleado para la ....**).
- 2.9. Las tablas y gráficos deberán presentarse en Word. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Los subíndices y supraíndices deben estar ubicados correctamente y las ecuaciones deben ser enumeradas en arábigo, colocadas entre paréntesis en el margen derecho. Las tablas configuradas en horizontal, deberán presentarse con la parte superior en el borde izquierdo, respetando los márgenes indicados en el apartado 2.2.
- 2.10. Las referencias bibliográficas deben ir en hojas separadas al final de cada trabajo, en forma consecutiva y ordenada alfabéticamente. En el texto debe citarse el apellido del autor y año [Ej. (Perruolo, 2008)] si no forma parte del texto; pero si forma parte de este sería por ejemplo, Casanova (1999)]. Cuando se trata de dos autores debe citarse (González & Rodríguez, 2000). Cuando son más de dos autores deberá citarse (Barrio *et al.*, 2004).
- 2.11. Cuando una cita consiste en varias fuentes, deberá citarse en orden cronológico separados por punto y coma, por ejemplo (Casanova, 1999; Gonzalez & Rodríguez, 2000; Barrio *et al.*, 2004; Perruolo, 2008).
- 2.12. En caso de presentarse una cita con distintos autores que coincidan en el apellido deberá colocar la inicial del nombre, por ejemplo (González L, 2001; González Z, 2001).
- 2.13. Para la elaboración de las referencias bibliográficas deberán seguirse las siguientes normas: **a.-** Si se trata de revista o publicaciones periódicas: apellido (s) de autor (es) inicial del nombre (s), Año, título del artículo, abreviatura de la revista, volumen (Número): páginas (inicial y final). **b.-** Si se trata de libros: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), Año, título del libro, Edición, lugar de publicación (ciudad), casa editora, paginación. **c.-** Si se trata del capítulo de un libro: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), Año, título del capítulo. En: apellido(s) e inicial del nombre(s), del editor del libro, título, edición, lugar de publicación, editora, página.
- 2.14. Las citas de fuentes electrónicas se reportan indicando: **a.-** Apellido (s) de autor (es) inicial del nombre (s). **b.-** Título del trabajo y **c.-** La denominación "Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.>, las siglas del remitente.
- 2.15. Enumere en el margen izquierdo del manuscrito todas las líneas del texto, iniciando la numeración en la primera línea del resumen.
- 2.16. Se recomienda a los autores considerar las normas internacionales de nomenclatura para cada materia, así como los símbolos, unidades y abreviaturas usadas internacionalmente.

## 3. DISPOSICIONES FINALES

- 3.1. Los trabajos deben ser enviados al: Editor Jefe de la *Revista Científica UNET*. Correo Electrónico: [rcunet@unet.edu.ve](mailto:rcunet@unet.edu.ve)
- 3.2. A los autores remitentes de los trabajos que cumplan con la normativa prevista en esta, se les notificará la recepción de los mismos.
- 3.3. Los artículos serán sometidos a arbitraje para su publicación. Se debe enviar por escrito de 3 a 5 posibles personas, conocedoras del tema a tratar respectivamente.
- 3.4. El Comité Editorial remitirá una correspondencia oficial de aceptación cuando los árbitros así lo determinen, indicándose la fecha de recepción, aceptación y ubicación relativa en la *Revista Científica UNET*.
- 3.5. En caso de correcciones, el Comité Editorial remitirá al primer autor una copia en formato digital por correo electrónico para las correcciones que fueren necesarias, teniéndose que ser devueltas en un lapso no mayor de 15 días hábiles.
- 3.6. El(los) autores recibirán 10 ejemplares de la revista en que se haya incluido su(su) artículo(s).

# RULES FOR THE AUTHORS

## 1. GENERALS

- 1.1 The UNET Scientific Magazine will consider for publication works related to the basic and applied sciences, the humanistic sciences and to all the branches of engineering.
- 1.2 Articles consisting of investigation results and upgrades, whenever they are unpublished, will be received, with a maximum of 20 pages.
- 1.3 The original versions in Spanish may be sent by national or foreign authors, the latter may be residents or not in Venezuela.
- 1.4 The originals cannot be sent to another magazine afterwards or simultaneously. Once received, the material becomes sole right and definite property of the UNET Scientific Magazine.
- 1.5 The text signed by more than one author is accepted with the presumption that all authors have revised and approved the original correspondent.
- 1.6 The Editorial Committee of the Scientific Magazine UNET when accepting the publication is not responsible for the content expressed in the published work, nor for the possible loss of the original, reason why the Committee advises the author to preserve a copy of the manuscript, both text and illustrations. Receipt will be acknowledged, when requested.
- 1.7 Originals that will not follow the above conditions, or the Instructions to follow, and that will not represent an original scientific contribution will be returned to the author.
- 1.8 The original must be accompanied by three readable copies and all the pages should be typed or printed, using some of the following word processors: Word. Written to a single column, with New Times Roman 12 points font, numbered. The number of pages must include text, figures, charts and bibliographical references. Also, it should include a 3½ disk, with the work to be published.
- 2.10. Charts and graphics will be presented in Word, Harvard Graphics or Excel, to a maximum size of 15x15 cm wide. The pictures will be in black and white with a maximum of 9.5 cm wide, printed in brilliant, well contrasted and clear paper. The pictures will be identified (for technical reasons do not write on the reverse of the pictures). In the case of microphotographs, point out the increase to which it has been taken.
- 2.11. Mathematical symbols should be very clear and readable. Sub-indexes and supra-indexes should be located correctly and the equations should be numbered with Arabic numbers, placed between parenthesis in the right margin.
- 2.12. Bibliographical references should go in separated pages at the end of each work, arranged in a sequenced form and alphabetically ordered. In the text, references should be cited as follows: author's last names and year (E.g. (Casanova, 1999), if the citation goes within the text, it should be cited as follows: For example: The consumption per capita of honey in Táchira State detected by Casanova (1999) was of.....).
- 2.13. For the elaboration of bibliographical references the following norms should be followed:
  - a. - Magazines or periodic publications: author's last name(s), initial of first name(s), each author separated by comma, year, title of the article, abbreviation of the magazine's name, magazine's volume, number of pages of the article.
  - b. - Books: Author's last name, initial of first name(s), year, title of the book, Edition, publication place (city), publisher, and page number.
  - c. - Chapter of a book: Author's last name, initial of first name, year, title of the chapter. In: last name(s) of author(s), initial of the first name, editor of the book, title, edition, publication place, publisher and page.
- 2.14. Citation of electronic sources are reported as:
  - a. - Last name(s) of authors, initial of the first name.
  - b. - Title of the work and
  - c. - Denomination "Obtained from the World Wide Web Site: <http://www>, the sender's initials.
- 2.15. Citations such as "unpublished observations", "personal communication" and "work in press" (that are not in our printing), should not be included in the list of references.
- 2.16. Authors are recommended to consider the international rules of nomenclature as well as the symbols, units and abbreviations used internationally.

## 2. PRESENTATION REQUIREMENTS

- 2.1. The scientific articles to be published can contain the following elements: Cover, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion of Results, Conclusions, thank you notes and Bibliographical References.
- 2.2. The scientific articles should be written double spaced (except: the Abstract, thank you notes and Bibliographical References that will be written single spaced), with the following margins: 4 cm on the left border, 2.5 cm on the right, 4 cm on the top, 3 cm on the bottom; letter-sized page, single faced, without corrections and with serial numerations.
- 2.3. The cover must include the following information:
  - a- The title of the work, brief and specific, written in Spanish (with a maximum of 15 words.).
  - b- Last name, initial of the second last name and initial of the first name. Same for the other authors (if applicable),
  - c- complete institutional address of the authors indicating postal address, fax, telephone and electronic mail.
- 2.4. A Spanish Summary with a maximum extension of 250 words in a single paragraph and subsequently to a space, key words in a quantity of 3 at 5.
- 2.5. The title of the work in English should consist of a faithful and exact translation of the title in Spanish, with the same instructions for this last one. Next, and to a space the Abstract (with the same instructions as for the title), the key words in a single paragraph and subsequently separated by a space (Key Words) in English.
- 2.6. The heading of each section will be written in boldfaces, uppercased and lower-cased centered in the text.
- 2.7. The headings of subsequent sections will be written boldfaced, in uppercase and lowercase, to the left of the text.
- 2.8. Figures, Photographs and Graphics should be designated as Figure.
- 2.9. Charts and figures will be referenced in the text and accompanied by explanatory legends, located at the top part for Charts (E.g. Chart 1. Mean Values of.....) and in the bottom if it is a Figure (E.g. Figure 3. Device used for the.....).

## 3. FINAL DISPOSITIONS

- 3.1. Works should be sent to: Chief editor of the Magazine. Address: Avda. Universidad. Paramillo. Apartado 436. Decanato de Investigación UNET. San Cristóbal, Táchira-Venezuela. Electronic address: web-site: <http://investigacion.unet.edu.ve> E-mail: [rcunet@UNET.edu.ve](mailto:rcunet@UNET.edu.ve)
- 3.2. Remittent authors of works that fulfill the requirements will be notified by official communication date of reception.
- 3.3. Articles will be subjected to arbitration for their publication.
- 3.4. Referees will receive, revise and remit the articles to the Editorial Committee with the respective observations.
- 3.5. The Editorial Committee will send official correspondence of acceptance when the referees determine this way, indicating the publication date and relative location in the Scientific Magazine UNET.
- 3.6. In case of corrections, the Editorial Committee will send to the first author a copy and the disk for the corrections necessary to be made. The author should return it within 15 working days.
- 3.7. The authors will receive a copy of the magazine in which their article is included, together with 10 separated papers of the published article.

# Revista Científica UNET

ISBN: 1316-869X11C / Depósito legal pp87-0343  
Revencit: RVR001 / FONACIT: 20006000001  
RIF: G-20004886-7 · NIT: 0436983034

## Formulario de suscripción / Subscription Form

### Marque las casillas apropiadas / Check all that apply

☐ Deseo **renovar** mi suscripción (vea tarifas abajo) / I want to **renew** my subscription (see chart below).

☐ Deseo **suscribirme** (vea tarifas abajo) / I want to **subscribe** (see chart below).

☐ Deseo **canje** con la Revista / I want to **exchange** with Magazine \_\_\_\_\_

Región / Forma de pago	Tarifa anual por suscripción (2 números) / Annual subscription rates (2 Issues)
	1 Año / 1 year
República Bolivariana de Venezuela	<input type="checkbox"/> Bs. 20.000,00
América Latina y el Caribe / Latin America & Caribbean	<input type="checkbox"/> US\$ 20,00
EEUU, Canadá y otros países / U.S., Canada, and all other countries	<input type="checkbox"/> US\$ 25,00

Las tarifas incluyen el envío por servicio aéreo regular. / Above rates include regular airmail service.

### Forma de Pago / Payment Information.

☐ Se adjunta cheque de gerencia a nombre de:

**Universidad Nacional Experimental del Táchira-Decanato de Investigación**

☐ Bank Check or money order enclosed in US\$ and drawn against a U.S. Bank payable to:

**Universidad Nacional Experimental del Táchira-Decanato de Investigación**

\_\_\_\_\_  
Firma (necesaria) / Signature (necessary)

#### Enviar a / To send a:

Nombres / Name: \_\_\_\_\_ Apellidos / Last: \_\_\_\_\_

Organización / Organization: \_\_\_\_\_

Dirección / Address: \_\_\_\_\_

Ciudad / City: \_\_\_\_\_ Estado / State: \_\_\_\_\_ País / Country: \_\_\_\_\_


Código postal / Postal (ZIP): \_\_\_\_\_ Telf./ Phone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_ E-mail alterno / E-mail alternating: \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_

Fecha / Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (dd/mm/aa / dd/mm/yy)

 Si desea más información/If it wishes more information: Telf./Phone (58-276-3532949); Fax:(58-276-3532454).

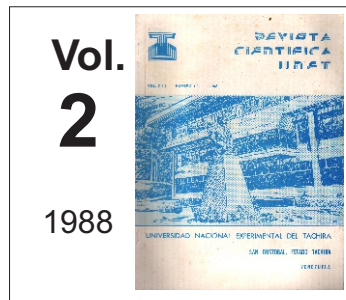
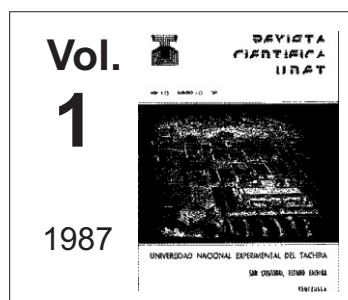
 E-mail: rcunet@unet.edu.ve/revistacientificaunet@gmail.com

 **Envíe su pedido y pago a: / Mail orders paid in US\$ to: Director Revista Científica UNET. Decanato de Investigación UNET. Edif. 6(B) tercer nivel, UNET, Av. Universidad, Paramillo 5001, San Cristóbal, Edo. Táchira. Republica Bolivariana de Venezuela.**



## COMITÉ DE ARBITROS

Mario Cosenza	Universidad de los Andes-Mérida
Antonio Parravano	Universidad de los Andes-Mérida
Kay Tucci	Universidad de los Andes-Mérida
Pablo Guillen	Universidad de los Andes-Mérida
Orlando Álvarez	Universidad de los Andes-Mérida
Miguel Escalona	Universidad de los Andes-Mérida
José Luís Herrera	Universidad de los Andes-Mérida
Carolina Bessega	Universidad Central de Venezuela
Leonardo Trujillo	Instituto de Investigaciones Científicas
Gustavo Gutiérrez	Universidad Simón Bolívar
Feijoo Colomine	Universidad del Táchira
Antonio Bravo	Universidad del Táchira
Rosanna Timaure	Universidad del Táchira
Juan Carlos Villegas	Universidad de los Andes-Mérida
Jhon Amaya	Universidad del Táchira
José López	Universidad del Táchira
Juan Carlos González Avella	Universidad de los Andes-Mérida
Blanca Gullén	Universidad del Táchira
José Ortega	Universidad de Carabobo
Javier González	Universidad del Táchira
Rafael Almeida	Universidad de los Andes-Mérida
Carlos Echeverría	Universidad del Táchira
José Manuel Albornoz	Universidad de los Andes-Mérida



TITULO DEL ARTICULO	Nº PAGINA
Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical. ( <i>Pueraria phaseoloides Benth</i> ) - Pérez, A.	3
Estudio de la <i>Fasciola hepatica</i> en el Estado Táchira, Venezuela. Incidencia y prevalencias en la zona sur del Estado Táchira. - Perruolo, G.; Perdomo, E. y Silva, J.	14
Coleópteros Coprófagos y Necrófagos ( <i>Coleoptera: Scarabaeidae</i> ) del Estado Táchira, Venezuela. - Havranek, D.	20
Utilización de la Cachaza líquida preservada en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. - Bautista, O.	23
Nuevo Tripanosoma de peces de agua cálidas en Venezuela. ( <i>Protozoa kinetoplastida</i> ). - Perruolo, G.	32
Algunas consideraciones sobre Paja Cabezona o Maciega ( <i>Paspalum virgatum</i> L. ) - Pérez, L.; Pacheco, J.	36
Catálogo de los Scarabaeidae ( <i>Coleoptera</i> ) Coprófagos y Necrófagos, del Estado Táchira, Venezuela. - Blanco, J.	39
Diseño y Construcción de un tubo de Calor. - Nieto, O. y Salcedo, R.	47
Análisis experimental de esfuerzos en una cámara de combustión de combustible sólido. - Bortone, C.	54
Evaluación preliminar del factor "C" en la ecuación universal de pérdidas de suelo bajo diferentes prácticas de manejo en el cultivo del café. - Useche, R. y Méndez, J.	67
El Potasio en los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle de Ureña, Edo. Táchira. - Gamboa, J.; Núñez, J.; Gamboa, M.	76
Estudio de la calidad de la miel de abeja comercializada en la Ciudad de San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. - Casanova, R.	82

TITULO DEL ARTICULO	Nº PAGINA
Respuesta del Corocillo <i>Cyperus rotundus</i> L. a la aplicación directa de glyphosfato sobre tubérculo. - Pérez, L.	3
<i>Culicoides</i> (Diptera: Ceratopogonidae) del Estado Táchira, Venezuela. Parte I. - Perruolo, G.	17
Leguminosas que incrementan el valor nutritivo de algunos pastizales del Estado Táchira. - Vera, A.	21
Datos ecológicos para <i>Coloides castanea</i> ( <i>Coleoptera: Scarabaeidae: Hybosorinae</i> ). - Havranek, D.	31
Catálogo de los Scarabaeidae ( <i>Coleoptera</i> ) Coprófagos y Necrófagos del Estado Táchira, Venezuela Parte II. - Blanco, J.	39
Fraccionamiento del Azufre en algunos suelos pertenecientes al bosque seco montano bajo del Estado Táchira, Venezuela. - Gamboa, J.; Chacón, L.; Gamboa, M.	49
Adaptación informacional en la abeja doméstica <i>Apis mellifera</i> L. ( <i>Hymenoptera: Apidae</i> ). - Tapias, O.; Valderrama, N.	55
Eficiencia del riego de la caña de azúcar en el área Ureña - San Antonio. - Torres, S.	65
Factibilidad para la instalación de una planta productora de carbón activado. - Torres, A. y Zambrano, L.	77
Algunos Scarabaeinae neotropicales nuevos o pocos conocidos. - Martínez, A.	85
Odanata del Estado Táchira. - De Marmels, J.	91
Aplicación en edafología del paquete estadístico BMDP. 1: Transformación del Superfosfato triple en dos suelos del Estado Táchira. - López, A.	113



SUMARIO	
	Página
<b>EXACTAS</b>	
MODELADO DEL DESEMPEÑO DE CATALIZADORES DE Mo EN HDS DE TIOFENO EMPLEANDO REDES NEURONALES Méndez, P.; Sánchez, N.; Calafat, A.	61
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE <i>Lippia micromera</i> SCHAUER QUE CRECE SILVESTRE EN EL ESTADO TÁCHIRA. VENEZUELA González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usubilla fía, A.	69
<b>INDUSTRIAL</b>	
ASPECTOS TÉCNICOS EN LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE PIEZAS DE FUNDICIÓN GRIS DEL ESTADO TÁCHIRA Peña, M.; Fuentes, J.; Gallardo, J.	76
COMPETENCIAS GENÉRICAS DEL ACADÉMICO UNET: UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.; Pérez, F.; Guerrero, Y.; Guerra, K.	81
SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE FLUJO TRANSVERSAL A TRAVÉS DE BANCO DE TUBOS EN LÍNEA USANDO EL PROGRAMA CFX Díaz, M.; Guerrero, M; Rojo, J.	93
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	
DISEÑO INSTRUCCIONAL DE LA ASIGNATURA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Balbo, J.	101
<b>AGROPECUARIA</b>	
EFFECTO DE <i>Trichoderma</i> spp. EN EL CONTROL DE <i>Plasmodiophora brassicae</i> EN PLANTAS DE COLIFLOR Becerra, C. y Acevedo, R.	107
ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN FRESCO EN UNA FINCA DEL ESTADO TÁCHIRA VENEZUELA Montilla, J. Maldonado, J. Urdaneta, A. García, J. Acosta, B.; Moreno, A. Olivares, R. Zambrano, A.	115
<b>SUMMARY</b>	Page
<b>EXACTAS</b>	
MODELLING OF MO CATALYSTS' PERFORMANCE IN THIOPHENE'S HDS USING NEURAL NETWORKS Méndez, P.; Sánchez, N.; Calafat, A.	61
CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL FROM <i>Lippia micromera</i> SHAUER GROWING WILD AT TÁCHIRA STATE. VENEZUELA González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usubillafa, A.	69
<b>INDUSTRIAL</b>	
TECHNICAL ASPECTS IN THE MANUFACTURING INDUSTRY OF GRAY IRON PARTS IN THE TÁCHIRA Peña, M.; Fuentes, J.; Gallardo, J.	76
GENERIC COMPETITIONS OF THE ACADEMICIAN UNET: A MANAGEMENT TOOL OF THE HUMAN RESOURCE Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.; Pérez, F.; Guerrero, Y.; Guerra, K.	81
SIMULATION AND ANALYSIS OF THE TRANSVERSAL FLOW THROUGH THE INLINE TUBE BUNDLES USING THE CFX PROGRAM Díaz, M.; Guerrero, M; Rojo, J.	93
<b>SOCIO-CULTURAL</b>	
INSTRUCTIONAL DESIGN OF THE SUBJECT RESEARCH METHODOLOGY Balbo, J.	101
<b>AGROPECUARIA</b>	
EFFECT OF TRICHODERMA SPP. ON PLASMODIOPHORA BRASSICAE CONTROL IN CAULIFLOWER PLANTS Becerra, C. y Acevedo, R.	107
ESTABLISHMENT OF THE PROGRAM OF TRANSFERENCE OF EMBRYOS IN FRESH IN A FARM OF THE TACHIRA STATE Montilla, J. Maldonado, J. Urdaneta, A. García, J. Acosta, B.; Moreno, A. Olivares, R. Zambrano, A.	115