

VOL. 21(1) ENERO-JUNIO, 2016

REVISTA científica unet

Universidad Nacional Experimental del Táchira
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA



DEPÓSITO LEGAL: P.P 87-0343
ISSN:1316-869X11C
REVENCYT: RVR 001
LATINDEX CATÁLOGO
FONACIT: REG-2006000001





**UNIVERSIDAD NACIONAL
EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA**

Raúl Casanova Ostos
Rector

Alexander Contreras
Vicerrector Académico

Martín Paz
Vicerrector Administrativo

Elcy Yudit Núñez
Secretaria



**CONSEJO EDITORIAL
FEUNET**

Andrés Chacón Ortiz
DIRECTOR

Salvador Galiano
Carmen Saldivia
REPRESENTANTES DEL
DECANATO DE EXTENSIÓN

Jhon Amaya
Cora Infante
REPRESENTANTES DEL
DECANATO DE DOCENCIA

Ana Rita Delgado
Clarines Urdaneta
REPRESENTANTES DEL
DECANATO DE DESARROLLO
ESTUDIANTIL

Andrés Chacón
Jazael Pernia
REPRESENTANTES DEL
DECANATO DE INVESTIGACIÓN

Oscar Medina
Solvey Romero
REPRESENTANTES DEL
DECANATO DE POSTGRADO

**COMITÉ EDITORIAL
REVISTA CIENTÍFICA UNET**

Luis Villanueva
DIRECTOR
Gustavo Perruolo L.
EDITOR JEFE

INDUSTRIAL
María Josefina Torres
José Andrickson
Elizabeth Castillo

AGROPECUARIA
Alexis Valery
Ramón Zambrano

SOCIO - HUMANÍSTICO
Luis Villanueva
Solvey Romero
Rosalba Bortone
Josefina Balbo

CIENCIAS EXACTAS
Willian Tovar
Andrés Chacón Ortiz
Irma Sanabria
América Quintero

Teresa Ortega
TRADUCCIÓN EN INGLÉS

Carolina Wong
Adriana Duque
DIAGRAMACIÓN Y MONTAJE

Adriana Duque
DISEÑO DE PORTADA

Andrés Chacón Ortiz
FOTOGRAFÍA

Revista Científica UNET

La Revista Científica UNET es un órgano divulgativo de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, cuyo objetivo es difundir primordialmente los productos de investigación. Abarca las diferentes áreas de las Ciencias: Físicas, Matemáticas, Biológicas, Sociales, de la Tierra y del Medio Ambiente. En ésta se publican todos aquellos artículos originales aprobados por el Comité Editorial, producidos tanto por el personal de la UNET como de otras instituciones nacionales e internacionales, previa solicitud escrita por parte de los interesados.

La Revista Científica UNET es una revista venezolana, de actualización científica,

creada por el Consejo Universitario de la UNET N° 003.88 de 12 de febrero de 1988, apareciendo su primer número el 10 de noviembre de 1987. La Revista es arbitrada por destacados investigadores internacionales, nacionales y regionales. A lo largo de los últimos años se ha venido consolidando en varios aspectos, tales como: 1.) Soporte tecnológico, que incluye administrador de contenidos y administrador de base de datos de usuarios inscritos a través de la lista de canje y donación de la Biblioteca UNET; 2.) Periodicidad a través de la regularización de su publicación semestral garantizando los dos números por año; 3.) Digitalización de los artículos para ser colocados en servidores Web.

Para contactos dirigirse a:

Comité Editorial de Revista Científica UNET, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Avenida Universidad Paramillo, San Cristóbal, Estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela.
Teléfono: 0276-3530422 Ext. (313 - 314- 404) / Telefax 0276 - 3532454. 3532949).

Apartado Postal 02 IPOSTEL-UNET.

Correo Electrónico: rcunet@unet.edu.ve

Se aceptan canjes con instituciones académicas y gubernamentales nacionales e internacionales, las cuales publiquen o distribuyan con carácter periódico, revistas, publicaciones o informes estadísticos.

EDITORIAL

Nuestras universidades cuentan con valioso talento humano, competente y suficientemente capacitado para generar conocimiento. Ello representa una invaluable reserva moral y ética para la producción de saberes, comprometida además con el desarrollo sostenible del país y la mejora en calidad de vida ciudadana.

Ante la difícil situación que atraviesa nuestro país, se hacen cada vez más necesarios los espacios de reflexión para detectar debilidades, amenazas, y luego, en forma prospectiva visualizar la universidad que queremos y merecemos, pero también la que estamos obligados a redireccionar y reconstruir.

Este proceso introspectivo obliga a pensar en diferentes constructos, guías que orienten la acción necesaria para cambiar nuestra realidad. Reconocimiento, sinergia, accionar, y construir futuro son algunos de ellos.

Reconocimiento: todos somos importantes, a la vez que diferentes; compartimos espacios comunes para la labor docente; tenemos capital humano de excelente nivel, con un conocimiento especializado, que algunas veces separa; pero nos reencontramos en un mismo sentir: la calidad académica y el desarrollo del país.

Sinergia: es fundamental compartir la misma visión institucional de manera holística, integral y enriquecedora; lograr la verdadera integración docencia - investigación - extensión - producción para generar conocimiento vinculado con necesidades reales locales, regionales y

nacionales; articulación de redes investigativas transdisciplinarias internas y externas.

Accionar: en función de la situación país es una oportunidad lograr las conexiones con actores públicos y privados. Los temas o problemas comunes, permiten soluciones integrales de manera transdisciplinar; y convierten la universidad en una institución que ofrece valor agregado con sus planteamientos y aportes.

Construir futuro: para fortalecer una universidad democrática, libre y autónoma, que propicie la autogestión para atender grandes oportunidades; la innovación y el emprendimiento como estrategia de formación de profesionales altamente competitivos; y la divulgación de alta calidad e impacto.

La universidad venezolana cuenta con lo más importante: su talento humano. Solamente nos falta despojarnos de nuestro ego, dejar a un lado las diferencias individuales, potenciar colectivamente ese compromiso como seres humanos, ciudadanos y académicos, para lograr mejor calidad en la educación universitaria.

Es necesario hacer los mayores esfuerzos en la generación y gestión del conocimiento, la concreción de soluciones a los problemas reales de nuestro entorno, y contribuir en la formación de un profesional conteste con las necesidades de desarrollo del país.

Arq. Luis Ramón Villanueva Salas
Director

INDUSTRIAL

VALORACIÓN DE MODELOS DE TURBULENCIA EN DOMINIOS COMPUTACIONALES PARA SIMULACIÓN DE UNA TURBINA HELICOIDAL

RATING TURBULENCE MODELS IN COMPUTATIONAL DOMAINS FOR SIMULATION OF A HELICAL TURBINE

Autores:

Marturet, Gustavo¹; Gutiérrez, Edgar²; y Caraballo, Simón³

¹Doctorando en Ciencias de la Ingeniería, UNEXPO, Puerto Ordaz. Instituto Universitario de Tecnología del Estado Bolívar, IUTEB.

²Centro de Estudios Energéticos, UNEXPO, Puerto Ordaz.

³Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, UNEXPO, Puerto Ordaz.

Corresponding Autor: marturetg@iutep.edu.com;
gjmarturetp.doctorando@unexpo.edu.ve

RESUMEN

Las turbinas hidrocineéticas Gorlov son turbinas de helicoidales usadas para la generación de electricidad. Los altos costos de experimentación con modelos físicos de turbinas, plantea la alternativa de simulaciones con el uso de computadoras. El presente estudio, sobre la base de técnicas de análisis numérico con CFD, valora la respuesta de modelos de turbulencia aplicados a dominios computacionales en simulaciones de turbinas hidrocineéticas Gorlov. Como parámetro comparativo se estudia el torque de la turbina y su relación de dependencia con la densidad del mallado del dominio computacional. También se considera la longitud de la estela aguas abajo de la turbina en esta relación de dependencia. El error relativo asociado al torque determinado en la simulación permite comparar los resultados entre siete modelos de turbulencia. En donde el modelo de turbulencia Standard k- ϵ presenta el menor relativo. Con toda la información anterior se construye un análisis de sensibilidad del mallado de dominios de volúmenes finitos 3D como parte de estudios de convergencia en la simulación de turbinas hidrocineéticas.

ABSTRACT

The Gorlov hydrokinetic turbines are helical turbines used for electricity generation. The high costs of experimentation with physical models of turbines, establishes the alternative of simulations with the use of computers. The present study, based on numerical analysis techniques with CFD, evaluates the response of turbulence models applied to computational domains in simulations of Gorlov hydrokinetic turbines. As a comparative parameter is studied the turbine torque and its relation of dependence with the mesh density of the computational domain are studied. The length of the wake downstream of the turbine is also considered in this dependence relation. The relative error associated with the determined torque in the simulation allows to compare the results among seven models of turbulence. Where the turbulence model Standard k- ϵ presents the relative minor. With all of the above information, a sensitivity analysis of 3D finite-volume domains meshes is constructed as part of convergence studies in the simulation of hydro kinetic turbines.

Palabras Clave: Turbina Gorlov, CFD, turbina helicoidal, estudios de convergencia, modelos de turbulencia.

Key Words: Gorlov turbine, CFD, helical turbine, convergence studies, turbulence models.

INTRODUCCIÓN

La creciente globalización de la economía y limitaciones en la disponibilidad de combustibles han fomentado la investigación en energías alternativas y limpias. La energía cinética y potencial de ríos y mareas pueden aprovecharse para la producción de energía hidroeléctrica teniendo como base el uso de turbinas. Un tipo particular de turbina helicoidal se ha venido desarrollando en tecnologías aplicables para la conversión de energía cinética en mecánica con la que posteriormente se motorizan generadores eléctricos. Estas turbinas helicoidales o Gorlov son atravesadas por corrientes de flujo de fluido induciendo la rotación o torque de su estructura en función de la velocidad del fluido. Para Bruce (2014) la principal ventaja de la turbina Gorlov es una distribución del esfuerzo de torsión uniforme debido a la posición de cada uno de los álabes en simultáneo con cada posición azimutal durante su rotación.

Estudios en el rendimiento de turbinas hidrocineéticas Gorlov (THG) conllevan a investigaciones de tipo experimental como las de Shiono *et al.*, (2002) para establecer curvas características de las turbinas helicoidales. A su vez, investigaciones en el ámbito de la dinámica de fluidos computacional (CFD), como alternativa a los costosos estudios experimentales, son desarrollados con soportes en el análisis numérico para la determinación de variables asociadas a potenciales de flujo, torque, campos de presión y de velocidad. Por lo que las técnicas numéricas, contribuyen a una descripción del patrón de flujo en turbomaquinarias con geometrías determinadas (Oro & Pérez, 2014). Modelos de análisis del comportamiento del flujo en geometrías de THG son desarrollados en los estudios de Marturet (2012) y Le *et al.*, (2014).

Autores como Arboleda *et al.* (2011) señalan que el flujo en turbinas hidráulicas es extremadamente complejo, caracterizado por un flujo turbulento, no estacionario, con altos gradientes de presión en presencia de efectos de propios de las curvaturas y la rotación. Agregan que el modelado en régimen turbulento de turbinas como un problema abierto en cuanto a la capacidad predictiva de los métodos numéricos en turbomáquinas por cuanto sugieren el desarrollo de mayores investigaciones.

En la investigación de Harrinson *et al.*, (2010) se elabora un estudio en el que se comparan las simulaciones en CFD con los resultados experimentales de la predicción de estelas de flujo en turbina hidrocineéticas axiales. Exponen una influencia de sus resultados debido a de fenómenos de turbulencia y de estelas de flujo. El estudio incluye un análisis de independencia de la malla del coeficiente de torque y variables empíricas. Indican una baja precisión en las condiciones de flujo del modelo de turbulencia *Standard k- ϵ* , prefiriendo modelos SST *k- ω* (Shear-Stress Transport SST *k- ω*), debido una mejor respuesta del modelo ante gradientes de presión adversos y fenómenos de separación del flujo. Su dominio computacional consiste de una sección de un canal de experimentación con una longitud equivalente 6 diámetros de la turbina aguas abajo.

También, Miller (2010), realiza una simulación para cuatro tipos de turbinas hidrocineéticas en las que emplea modelos de turbulencia RNG *k- ϵ* , mientras que Hall (2012) emplea un modelo RSM para el estudio mediante CFD de un diseño de turbina similar a una Gorlov.

El trabajo de Lartiga (2012) desarrolla un estudio en CFD para el modelado y simulación de una turbina hidrocineética de eje horizontal con un rotor de 17 m de diámetro. Tomando como base para la validación de su estudio una turbina experimental a escala del mismo tipo con un diámetro de rotor $d = 0,15$ m. Construye un dominio computacional tipo 3D de malla estructurada de $3d \times 3d \times 15d$. Con la turbina posicionada 5d aguas abajo de la sección de entrada describe las condiciones de borde del problema para una velocidad uniforme del flujo de agua, todo usando el modelo de turbulencia *k- Ω* .

En el modelado desarrollado por Li (2012) se realizan simulaciones para evaluar las características de la estela de turbinas mediante técnicas CFD en regímenes de estado estable y transitorio. La turbina es de tipo horizontal de unos 11 m de diámetro con un dominio computacional tridimensional. Usa como modelo de turbulencia el RSM, en procura de exactitud y economía computacional. Recurre también, al método del elemento impulso de álabe (Blade Element Momentum method: BEM) como técnica de simulación del flujo.

Por otra parte, Tsai & Chen (2014) elaboran una investigación en THG estimando el potencial hidráulico de afluentes que sobrepasa el consumo en KWHr por persona en Taiwan. Simulan en CFD con el modelo de turbulencia $k-\omega$ SST una turbina Gorlov de 0,6096 m de diámetro por 0,8636 m de alto con tres álabes helicoidales tipo NACA 0020 de 0,1778 m de cuerda cada uno, de la que obtienen un promedio de 147 W de potencia cuando la turbina gira a 80 RPM.

Finalmente, en la investigación de Oberkampff & Trucano (2002) se establece una metodología para procesos de verificación, calibración y validación de análisis en CFD, en los que incluyen ecuaciones de estudio de modelos matemáticos, análisis de convergencia y de errores entre otros.

Las revisiones bibliográficas que referencian investigaciones en la simulación de THG con técnicas CFD indican el uso de modelos de turbulencia sin establecer previamente la

idoneidad o verificación de modelos matemáticos en cuanto a establecer comparaciones en sus resultados, convergencia, velocidad y dominio computacional entre otros. En el presente estudio se analiza el comportamiento de diferentes modelos de turbulencia aplicados a un dominio computacional de una THG. A partir del torque determinado en la discretización del análisis numérico se valora la respuesta de modelos de turbulencia para un caso específico de un modelo de turbina Gorlov.

MATERIALES Y MÉTODO

Definición de la geometría y del dominio computacional

La THG a modelar consiste de tres álabes helicoidales tipo NACA 0020 de 75 mm de longitud de cuerda, espaciados a 120° en un rotor de 450 mm de diámetro por 600 mm de alto (Figura 1).

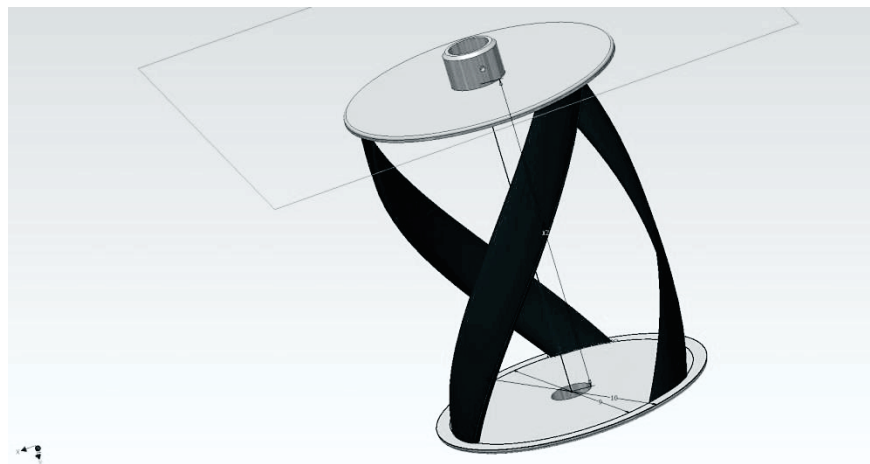


Figura 1. Modelo de turbina Gorlov.

El dominio computacional se diseña tomando como base el diámetro D de la THG de 450 mm y su altura H de 600 mm (Figura 2). Se construye una sección de fluido de $6D$ de ancho por $4H$ de alto y $9,7 D$ de largo, con origen de coordenadas en el centro de la base de la THG. La turbina estará circunscrita en una malla de volúmenes finitos para un dominio

tridimensional. En el modelado del flujo, sobre los álabes helicoidales de la Gorlov, se emplearán mallas estructuradas en cuanto sea posible, con el fin de limitar la excesiva difusión numérica, con menor requerimiento de memoria y de tiempo para el cálculo computacional.

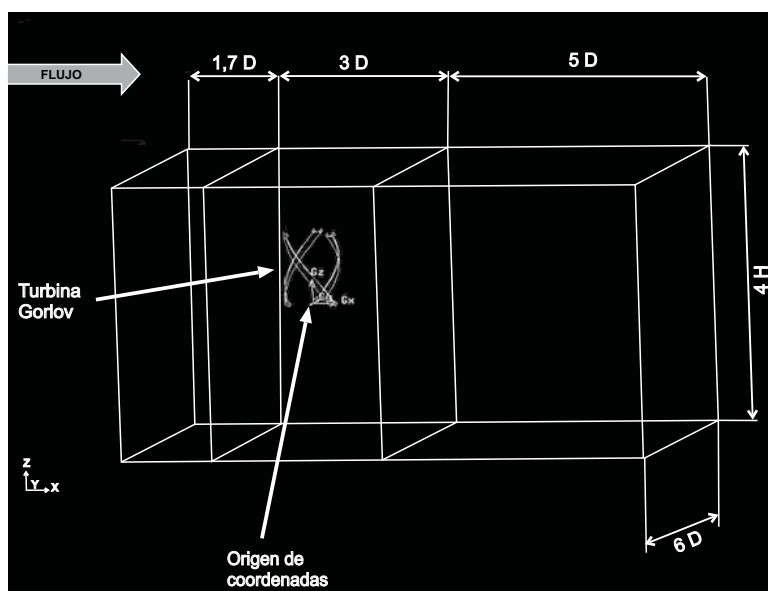


Figura 2. Dominio de la THG.

La cuantificación de la calidad de la malla Q_{EVS} se hará con base en la Ecuación 1 (GAMBIT 2. 2, 2005)

$$Q_{EVS} = \frac{(S_{eq} - S)}{S_{eq}} \quad (1)$$

Donde S es el área del elemento de malla, S_{eq} es el área máxima de la celda equilátera que circunscribe el radio idéntico al elemento de malla. De tal manera que $0 \leq Q_{EVS} \leq 1$. Si $Q_{EVS} = 0$ describe un elemento equilátero ideal y $Q_{EVS} = 1$ describe un elemento completamente deformado. Al mismo tiempo, las fronteras del dominio, en sus condiciones de contorno de la THG, se configuran tal y como se indica en la Figura 3.

Dada la asimetría en la zona de los álabes el dominio se discretizará empleando celdas de elementos tetrahédricos e híbridos, mientras que las zonas de mallas estructuradas se conformarán con celdas de elementos hexahédricos. Así pues, se construye una malla híbrida inicialmente de 517973 nodos con una calidad de malla de 0,851314 según la Ecuación 1.

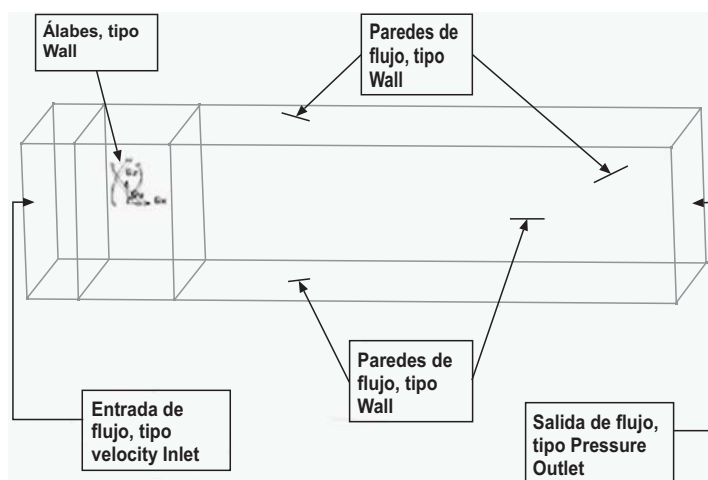


Figura. 3. Configuración de condiciones de contorno del dominio de THG.

Ecuaciones para el estudio

Para este estudio el flujo se supone turbulento e incompresible y para resolver el campo de flujo se resuelven las ecuaciones de Navier-

Stokes promediadas según Reynolds (en adelante RANS) consistentes de la ecuación de continuidad y momentum, de tal forma que las ecuaciones que gobiernan el fenómeno de flujo son las siguientes:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u'_i u'_j}) \quad (3)$$

$$\text{Para: } -\rho \overline{u'_i u'_j} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left(\rho k + \mu_t \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right) \delta_{ij}$$

Donde el término k representa la energía cinética turbulenta, y el término μ_t “es la viscosidad de remolino o viscosidad turbulenta, que explica el transporte de cantidad de movimiento mediante remolinos turbulentos” (Cengel, & Cimbala, 2006).

También, u es un campo de velocidades y ρ es la densidad del fluido.

A efectos del determinar el torque en el eje de rotación Gerhart *et al.*, (1995) sugieren el uso de la Ecuación 4.

$$\vec{M}_p = \iint_A \vec{r} \times p d\vec{A} - \iint_A \vec{r} \times \tau d\vec{A} \quad (4)$$

Donde \vec{M}_p es el momento o torque respecto a un punto “ p ” del eje de rotación de la turbina, la integral $\iint_A \vec{r} \times p d\vec{A}$ representa el torque debido a la presión de fluido, y $\iint_A \vec{r} \times \tau d\vec{A}$ es el momento debido a los esfuerzos

cortantes sobre los álabes (torque viscoso). Una representación los efectos del flujo sobre un álabe sobre el eje de rotación “ p ” se observa en la Figura 4.

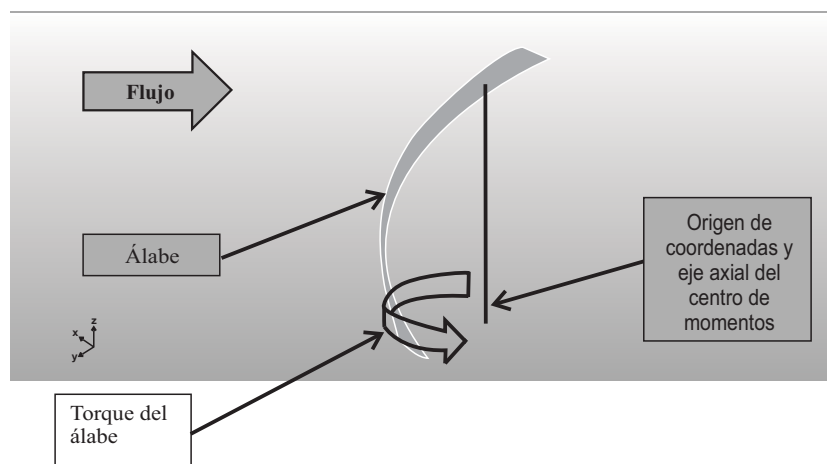


Figura 4. Torque de un álabe de la THG referido al eje de rotación axial “ p ”, según la Ecuación 4.

De los modelos de turbulencia para THG

El flujo turbulento es el responsable de las fluctuaciones desordenadas en campos de velocidades, presión, junto a fenómenos de transporte, energía y momentum. El cálculo computacional de estas fluctuaciones, dado se presentan en magnitudes de pequeñas escalas y de alta frecuencia (ANSYS, 2009), resulta ingenierilmente costoso. De allí que fenómenos de turbulencia asociados a las turbomáquinas requieren de técnicas numéricas para su cuantificación.

Describir el movimiento de partículas de fluidos asociados a flujos turbulentos es en esencia complejo por lo que se recurre al análisis numérico. Los modelos RANS se fundamentan en la promediación de las ecuaciones del fluido para obtener comportamientos promedios y aleatorios turbulentos de las distintas variables que integran las leyes del movimiento de partículas.

El marco referencial del modelado de turbinas hidrocínéticas indica la no existencia de una predilección particular por un modelo de

turbulencia específico para el análisis numérico. No se pretende desarrollar con largueza los modelos de turbulencia por lo que, sin entrar en detalles y limitados a lo esencial, se analizan aquellos que con frecuencia se emplean en los estudios de THG. La estructura, recomendaciones de aplicabilidad y simbología con la que se presentan los modelos sigue los aportes presentados en ANSYS (*ob. cit.*).

En este estudio se utilizan siete modelos de turbulencia aplicables al dominio de una THG, a saber:

- Modelo *Standard k-ε*.
- Modelo *Realizable k-ε*.
- Modelo *Standard k-ω*.
- Modelo *Shear Stress Transport (SST) k-ω*.
- Modelo *k - kl - ω Transition*.
- Modelo *Transition SST*.
- Modelo *Reynolds Stress (RSM)*.

El modelo *Standard k-ε* se expresa a través de las siguientes expresiones:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M + S_k \quad (5)$$

y

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \epsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + C_{3\epsilon} G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} + S_\epsilon \quad (6)$$

Donde k es la energía cinética turbulenta, ϵ la tasa de disipación o disipación turbulenta, G_k representa la generación de energía cinética turbulenta debido a gradientes de velocidad, G_b , la generación de energía cinética turbulenta debida a la flotación, Y_M , representa la contribución de la dilatación fluctuante en la turbulencia compresible a la rata o proporción de dispersión global. También, los términos $C_{1\epsilon}$, $C_{2\epsilon}$ y $C_{3\epsilon}$ son constantes, σ_k y σ_ϵ son los números de Prandtl

para k y ϵ respectivamente. Mientras μ_t es la viscosidad turbulenta.

Las ecuaciones 7 y 8, integran el modelo *Realizable k-ε*. El modelo reformula el término viscosidad turbulenta y propone una nueva ecuación de transporte. Es recomendado para geometrías o estructuras complejas, flujos en rotación y capas límites sometidas a gradientes de presión adversos entre otros (ANSYS, *ob. cit.*).

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M \quad (7)$$

y

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \epsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 S_\epsilon - \rho C_2 \rho \frac{\epsilon^2}{k + \sqrt{\nu \epsilon}} + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} C_{3\epsilon} G_b + S_\epsilon \quad (8)$$

$$\text{Para: } C_1 = \max \left[0,43; \frac{\eta}{\eta+5} \right]; \quad \eta = S \frac{K}{\epsilon}; \quad S = \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

El modelo *Standard k-ω* es utilizado en el modelado de flujos con bajos números de Reynolds con efectos de compresibilidad, entre otros. A su vez el modelo intenta predecir la turbulencia por dos ecuaciones

diferenciales parciales (Ecuaciones 9 y 10), en ellas k es la energía cinética turbulenta y ω es la tasa específica de disipación o rata de disipación específica (variable que determina la escala de la turbulencia).

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + G_k - Y_k + S_k \quad (9)$$

y

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \omega u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_\omega \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + G_\omega - Y_\omega + S_\omega \quad (10)$$

Donde G_k es la generación de la energía cinética turbulenta debido a gradientes, mientras G_ω representa la generación debido a ω , Γ_k y Γ_ω son la difusividad efectiva debido a k y ω respectivamente. Adicionalmente, Y_k y Y_ω representan la disipación de k y ω debido a la turbulencia.

El modelo de turbulencia *SST k-ω* es similar al *Standard k-ω*, y añade formulaciones robustas y precisas en la modelación de flujos cerca de paredes con independencia de zonas de flujo libre con lo cual, logra mejorar su respuesta en presencia de gradientes de presión adversos, superficies de sustentación y separación de flujos. Las Ecuaciones 11 y 12 modelan las ecuaciones de transporte:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + \widetilde{G}_k - Y_k + S_k \quad (11)$$

y

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \omega u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_\omega \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + G_\omega - Y_\omega + D_\omega + S_\omega \quad (12)$$

Donde \widetilde{G}_k es la generación de energía cinética turbulencia debido a gradientes de velocidad media y D_ω la difusión transversal.

Por otra parte, el modelo $k - kl - \omega$ *Transition* se considera un modelo de turbulencia de tres ecuaciones: Ecuaciones 13, 14 y 15 ; y es empleado para predecir el desarrollo de capas límites y calcular la transición de un régimen laminar a turbulento. Aquí, las ecuaciones de transporte se conforman de: energía cinética turbulenta

k_t , energía cinética laminar k_L , producción de la turbulencia generada por las fluctuaciones turbulentas P_{K_T} , producción de la el efecto promediado de la ruptura de corrientes de flujo en la turbulencia durante la transición R , ruptura de la turbulencia debido inestabilidades es representada por la producción de la transición natural R_{NAT} , difusividad turbulenta αT , disipación cercana a las paredes D_T y D_L , y escala de tiempo turbulento inversa ω .

$$\frac{Dk_T}{Dt} = P_{K_T} + R + R_{NAT} - \omega k_t - D_T + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\alpha T}{\alpha_k} \right) \frac{\partial k_T}{\partial x_j} \right] \quad (13)$$

$$\frac{Dk_L}{Dt} = P_{K_L} - R - R_{NAT} - D_L + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\nu \frac{\partial k_L}{\partial x_j} \right] \quad (14)$$

$$\frac{D\omega}{Dt} = C_{\omega 1} \frac{\omega}{k_T} P_{K_T} + \left(\frac{C_{\omega R}}{f_W} - 1 \right) \frac{\omega}{k_t} (R + R_{NAT}) - C_{\omega 2} \omega^2 + C_{\omega 3} f_\omega \alpha T f_W^2 \frac{\sqrt{k_t}}{d^3} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\alpha T}{\alpha_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] \quad (15)$$

El modelo *Transition* SST acopla las ecuaciones de transporte del modelo SST $k-\omega$ con otras dos ecuaciones de transporte, una para la intermitencia y otra para el criterio de inicio de la transición en términos del momentum viscoso del número de Reynolds.

El modelo integrado por un número importante de correlaciones y constantes se aplica en flujos en transición y turbulentos en entornos de poca corriente libre. La ecuación de transporte en términos de la intermitencia γ , queda definida como:

$$\frac{\partial(\rho\gamma)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_j \gamma)}{\partial x_j} = P_{\gamma 1} - E_{\gamma 1} + P_{\gamma 2} - E_{\gamma 2} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\gamma} \right) \frac{\partial \gamma}{\partial x_j} \right] \quad (16)$$

Donde μ_t es la viscosidad turbulenta, U es la velocidad de la corriente libre, y los términos asociados a P y E , son correlaciones propias de la estructuración presentada en ANSYS (*ob. cit.*).

La ecuación de transporte para el momentum viscoso del número de Reynolds de transición $\widetilde{Re}_{\theta t}$ es:

$$\frac{\partial(\rho \widetilde{Re}_{\theta t})}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_j \widetilde{Re}_{\theta t})}{\partial x_j} = P_{\theta t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\sigma_{\theta t} \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\gamma} \right) \frac{\partial \widetilde{Re}_{\theta t}}{\partial x_j} \right] \quad (17)$$

El acoplamiento de las ecuaciones de transporte entre el modelo *Transition* y el SST viene de dado por la Ecuación 19.

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j k) = \widetilde{P}_k - \widetilde{D}_k + \left((\mu + \sigma_k \mu_t) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) \quad (18)$$

Finalmente, el modelo RSM, en conjunción con las ecuaciones de tensiones de Reynolds y la ecuación de disipación cierra las ecuaciones RANS, por cuanto requiere de cinco ecuaciones de transporte para flujos bidimensionales y siete para flujos tridimensionales. El RSM se aplica en flujos complejos, flujos en rotación y efectos en líneas de corrientes curvas, aunque no deja de presentar algunas reservas en cuanto a su capacidad de predicción debido a la

modelización tanto de la presión y deformación como de la tasa de disipación que el modelo emplea. Su aplicación requiere de un importante el gasto del recurso computacional. También se aplica el RSM en cámaras de combustión y flujos en torbellino entre otros.

La ecuación de transporte de las tensiones de Reynolds del RSM, $\rho \overline{u'_i u'_j}$, se expresa como:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho \overline{u'_i u'_j}) + \frac{\partial}{\partial x_k}(\rho u_k \overline{u'_i u'_j}) = & -\frac{\partial}{\partial x_k} \left[\rho \overline{u'_i u'_j u'_k} + \overline{p(\delta_{kj} u'_i + \delta_{ik} u'_j)} \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial x_k} \left[\mu \frac{\partial}{\partial x_k} \overline{u'_i u'_j} \right] - \rho \left(\overline{u'_i u'_k} \frac{\partial u_j}{\partial x_k} + \overline{u'_j u'_k} \frac{\partial u_i}{\partial x_k} \right) \\ & - \rho \beta (g_i \overline{u'_j \theta} + g_j \overline{u'_i \theta}) + \overline{p \left(\frac{\partial u'_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u'_j}{\partial x_i} \right)} - 2\mu \frac{\partial u'_i}{\partial x_k} \frac{\partial u'_j}{\partial x_k} \\ & - 2\rho \Omega_k (\overline{u'_j u'_m} \epsilon_{ikm} + \overline{u'_i u'_m} \epsilon_{jkm}) + S_{user} \end{aligned} \quad (19)$$

RESULTADOS

Análisis numérico

Para la modelación del flujo sobre la THG, a efectos del análisis numérico, con uso de un software de tipo comercial, se construye una malla de volúmenes finitos (Figura 5). El análisis fluidodinámico con CFD resuelve las ecuaciones de que gobiernan el flujo usando la discretización del dominio de la THG. Todas las discretizaciones de las ecuaciones de continuidad y de momentum, escalares de turbulencia y transporte serán resueltas usando el método "SIMPLE" con modalidad de solución tipo "Pressure-Based".

Los términos convectivos referidos a la energía cinética turbulenta y la razón de

disipación turbulenta, así como presión y momentum, se discretizan usando un esquema de segundo orden aguas arriba de la turbina. Para la zona de entrada de flujo al dominio (Velocity Inlet) se fija la velocidad de entrada de manera uniforme, mientras que la de salida (Pressure Outlet) se fija la presión en un valor de 101325 Pa. Los álabes rotan sobre su eje central a las revoluciones del estudio y el torque a determinar se hará con referencia al origen del sistema de coordenadas (ver Figura 3), que coincide con el centro de la THG. Se asume un régimen de trabajo estable en la turbina cuando el fluido se modela en 3D. Todas las simulaciones se efectúan para un flujo de entrada al dominio de 5 m/s y 10 RPM de giro de la turbina. Como recurso para la discretización del análisis numérico se emplea un computador con procesador Intel Core 5 (2,5 GHz) y 8GB de RAM.

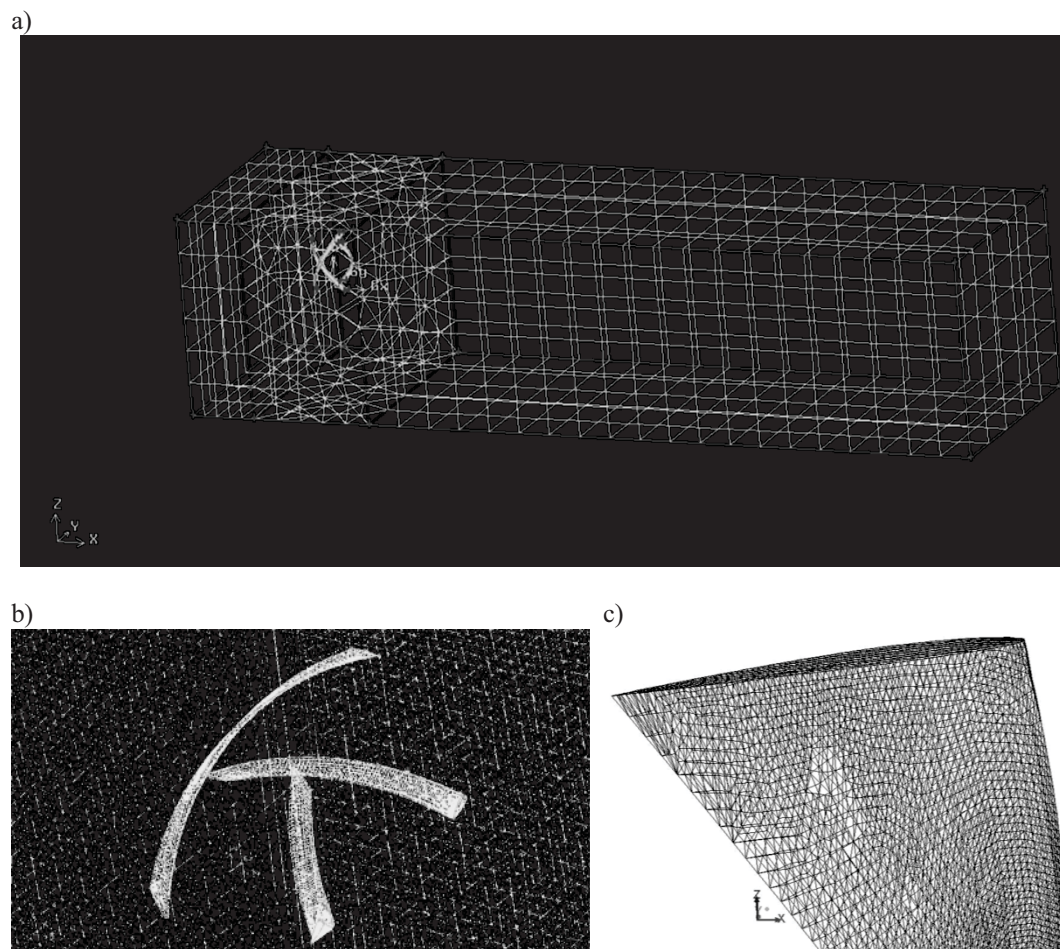


Figura 5. a) Vista del mallado de volúmenes finitos del dominio de la THG. b y c) Detalles del mallado de los álabes.

Autores como Cortés *et al.*, (2014) indican la necesidad de evaluar modelos de turbulencia así como la necesidad de verificar la independencia del mallado del dominio respecto de alguna propiedad del sistema de estudio en CFD. Por otra parte Zhang *et al.*, (2013) establecen como parámetro de verificación de la independencia del mallado el coeficiente torque de una turbina. Contrasta con los estudios de Miller (*ob. cit.*) quien emplea los términos calidad de malla y velocidad de flujo como elemento para la verificación de la independencia del mallado. Por su parte Saboohi *et al.*, (2015) intensifican el mallado de su dominio en procura de establecer un torque de la turbina modelada

independiente de la red de volúmenes finitos. En la investigación de Oberkampf & Trucano (*ob. cit.*) se establece como estrategia para verificación de modelos computacionales en ámbitos de CFD: el estudio del error, la convergencia y el establecimiento de un criterio de parada de las iteraciones durante la solución numérica.

En este estudio como criterio para determinar la tendencia en la predicción del torque del modelo de volúmenes finitos en conjunción con el modelo de turbulencia correspondiente se establecerá el error relativo expresado según la Ecuación 20.

$$Error\ relativo = \left| \frac{T_{ii} - T_i}{T_{ii}} \right| * 100 \quad (20)$$

Donde T_{ii} y T_i son los torques determinados para la turbina por simulación, con aplicación de los modelos de mallado del dominio M_{ii} y M_i respectivamente. Para lo cual M_{ii} representa el mallado sucesivo cuando se aumenta el número de nodos del dominio respecto de M_i . La densificación de la malla se hace

desde 517973 hasta 1702942 tomando como partida una velocidad de flujo de 5 m/s a unas 10 RPM para determinar el torque en la Gorlov. La Tabla 1 muestra el proceso de refinamiento de malla en el dominio y la calidad de mallado para cada modelo "M".

Tabla 1. Modelos de densificación de mallas del dominio de THG, con D = 450 mm.

Modelo	Dimensiones	Nro. de nodos	Calidad de malla
M1	6D x 4H x 7D	517973	0,851314
M2	6D x 4H x 7D	767458	0,868756
M3	6D x 4H x 7D	1343001	0,852716
M4	6D x 4H x 7D	1702942	0,856905

En todos los casos los estudiados se fija como criterio de convergencia de las diferentes variables del flujo un valor de residuos de 10^{-5} . Las Ecuaciones 21 y 22 referenciadas en ANSYS (*ob.cit*) apoyan

el control de la estabilidad de la solución, adicional al tradicional uso residuos, a fin de fijar un criterio de parada en las iteraciones del análisis numérico.

$$\int \phi \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} = \sum_{i=1}^n \phi_i \rho_i \vec{v}_i \cdot \vec{A}_i \quad (21)$$

La Ecuación 22 monitorea el flujo másico entre la entrada y salida del dominio. La misma determina el valor del flujo sumando la variable del campo a través de una superficie en fundamento de la

densidad del fluido y el producto escalar del vector velocidad (\vec{v}) por el vector área (\vec{A}). Paralelamente, la Ecuación 22 asegura la estabilidad del cálculo del momento resultante en la THG.

$$C_{MA} = \frac{\vec{M}_A}{1/2 \rho v^2 AL} = \frac{\vec{r}_{AB} \times \vec{F}_p + \vec{r}_{AB} \times \vec{F}_v}{1/2 \rho v^2 AL} \quad (22)$$

Donde A especifica un centro de momento, B es origen de la fuerza, \vec{r}_{AB} es el vector momento, \vec{F}_p es el vector presión, v es la velocidad, L longitud y, \vec{F}_v vector fuerza viscosa. A los fines

únicamente ilustrativos, la Figura 6 muestra el desarrollo en la una simulación de la THG así como el proceso de iteraciones.

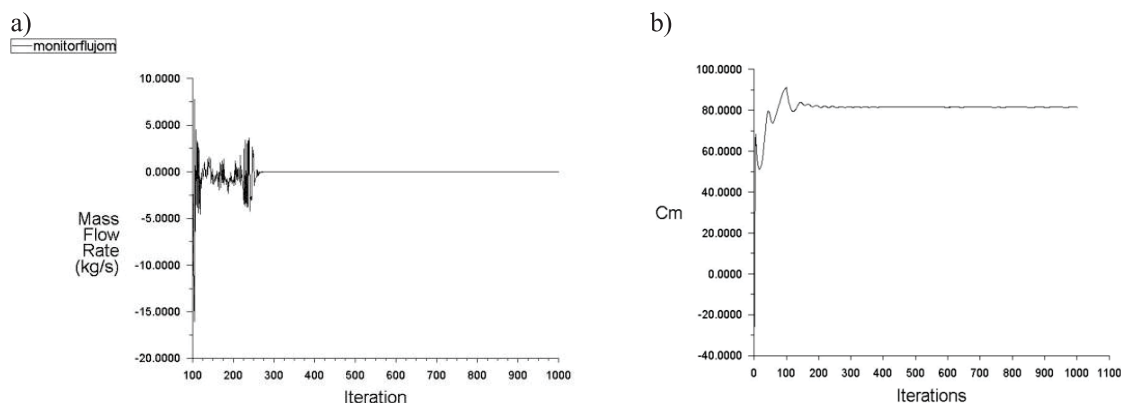


Figura 6. Control de las simulaciones mediante: a) Flujo másico. b) Coeficiente de momentos.

La valoración de los modelos de turbulencia frente a los dominios indicados en la Tabla 1, y que responden a la intensificación de nodos en el mallado. Se observa en la Figura 7 la tendencia del torque respecto al número de nodos del dominio computacional como una valoración de los siete modelos de turbulencia empleados en la simulación de la THG. Si bien

el valor del torque, como dimensión referencial, presenta oscilaciones durante la densificación del dominio, debe complementarse la Figura 7 con un estudio del error relativo asociado a cada discretización a fin de establecer algún criterio de selección de los modelos de turbulencia para la THG.

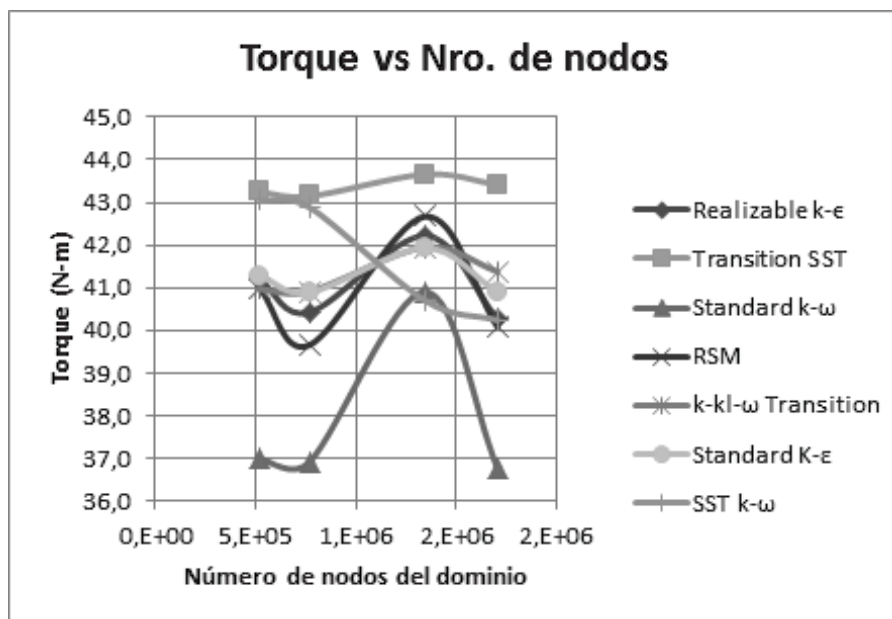


Figura 7. Valoración Torque vs. Número de nodos en modelos de turbulencia

La Figura 8 muestra el cálculo del error relativo para los modelos de turbulencia considerados, en ella el modelo *Standard k-ε* indica una estabilidad de la predicción del torque en dominios con más de 10^6 nodos.

El error relativo más bajo es de 0,15% y corresponde al modelo *k-kl-ω Transition*, en cambio el mayor error relativo es de 11,25% correspondiente al *Standard k-ω* para un rango de $5,17 \times 10^5$ a $1,70 \times 10^6$ nodos.

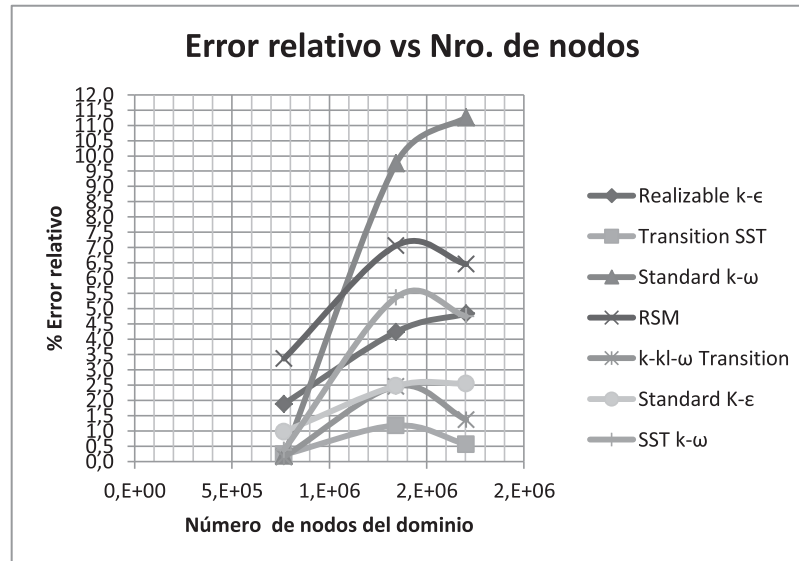


Figura 8. Valoración del error relativo en modelos de turbulencia para THG.

Gebreslassie (2012) plantea un estudio de convergencia para el análisis numérico en la modelización de una turbina de flujo libre. Su estudio de convergencia consiste en determinar la longitud de la estela aguas abajo de la THG cuyo perfil de velocidad no sea afectado por la geometría de la turbina misma y en consecuencia se pueda predecir el torque en la simulación cuyo, y valor no quede afectado por fenómenos de presión y arrastre entre a otros. También forma parte de estos estudios

el análisis de sensibilidad del mallado del dominio y que en la presente investigación se concreta en las Figuras 7 y 8.

La Figura 9 muestra la sección aguas abajo de la THG a modelizar y cuya longitud será incrementada tomando como base el diámetro D de la turbina en valores desde 7 a 22 veces D , partiendo del origen de coordenadas señalado en la Figura 2.

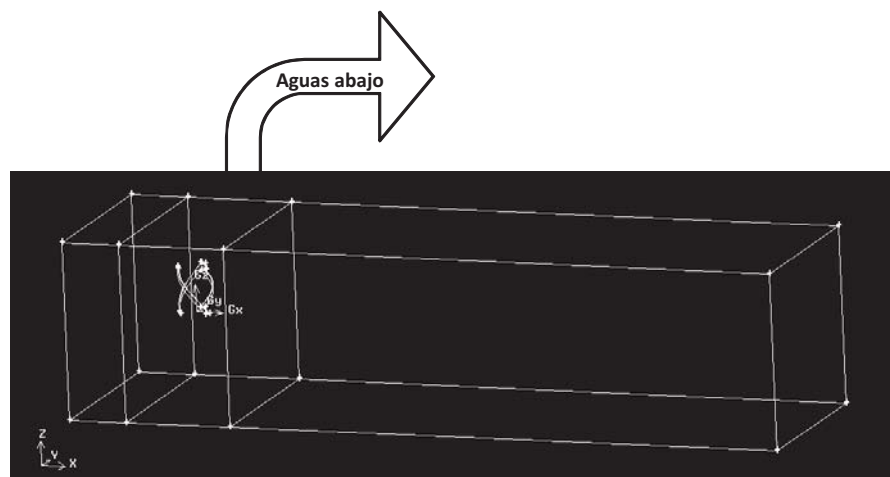


Figura 9. Sección aguas abajo de la THG.

La Tabla 2 resume las modificaciones del dominio aguas abajo de la turbina en la consideración del incremento de la longitud

del largo de estela. En todos los casos el número de nodos del dominio es de $7,6 \times 10^5$.

Tabla 2. Modelos de dominio de THG según la longitud de estela.

Modelo	Dimensiones	Longitud de estela (m)	Calidad de malla
M5	6Dx4Hx7D	3,15	0,868756
M6	6Dx4Hx10D	4,5	0,868756
M7	6Dx4Hx13D	5,85	0,868756
M8	6Dx4Hx16D	7,2	0,868756
M9	6Dx4Hx19D	8,55	0,868756
M10	6Dx4Hx22D	9,9	0,868756

Los resultados de las simulaciones para los dominios de Tabla 2 se expresan en términos del error relativo en la Figura 10. Los modelos de turbulencia allí presentados corresponden a aquellos con un error relativo menor al 3% de los estudios durante

intensificación de nodos del dominio. Siendo 0,0055% el menor error relativo asociado a la longitud de estela de en el modelo *Transition SST* y 1,13 % el mayor error relativo cuando se aplica el modelo *Realizable k-ε*.

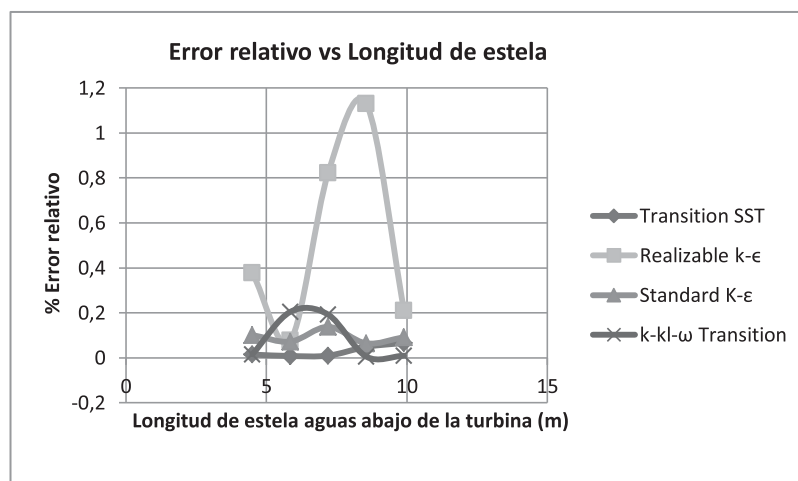


Figura 10. Error relativo asociado a la longitud de la estela aguas abajo de la THG.

La Figura 11 muestra la THG en el dominio correspondiente al modelo M9. La Figura 12 muestra líneas de corriente sobre la turbina y

vectores de velocidad sobre la misma para un flujo de 3 m/s y una velocidad angular de 200RPM.

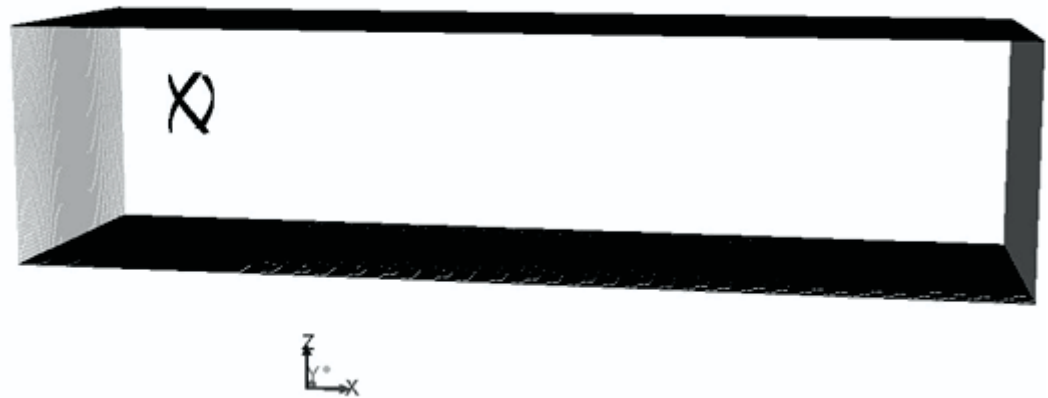


Figura 11. Turbina Gorlov en el dominio para 19D aguas debajo de la turbina.

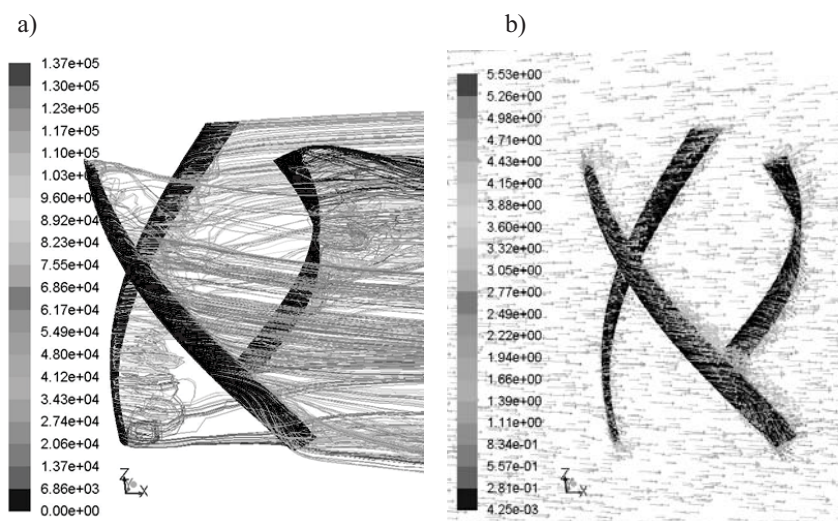


Figura 12. THG con flujo a 3 m/s y 200RPM. a) Líneas de corriente. b) Vectores de velocidad.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se han ensayado siete modelos de turbulencia en dominios computacionales de una THG. La valoración de los modelos de turbulencia toma como base la discretización del torque en el eje

axial de la THG cuando se modeliza en dominios 3D. Oberkampff & Trucano (*ob. cit.*) señalan la importancia de verificar el modelo matemático para el análisis numérico como forma de construir una relación cuantificable entre los modelos matemático y experimental.

La verificación del modelo incluye el llamado estudio de convergencia tendiente a determinar la precisión, el error mismo, con la que el modelo conceptual computacional interpreta al experimental. La posterior validación del modelo computacional, aquí no desarrollada, conformaría la totalidad de un estudio en ámbitos de CFD para THG. El análisis de los modelos de turbulencia con CFD en THG se ha conformado del estudio de análisis de sensibilidad del mallado del dominio computacional de la THG descrito en la Figura 7. Así como de la determinación del error relativo asociado a cada modelo de turbulencia cuando se discretiza el torque de la turbina, y cuyos resultados se muestran en las Figuras 8 y 10.

El modelo *Standard k-ε* muestra una estabilización en la predicción del torque en dominios mayores 1×10^6 nodos. Un error relativo menor al 0,2% se tiene en el modelo *Standard k-ε* por lo que presenta una menor perturbación frente a los fenómenos de estela de la turbina.

Por otra parte, el modelo *Realizable k-ε* diseñado para aplicaciones de flujos en rotación y estructuras complejas (ANSYS, ob. cit) muestra la necesidad de densificar la red del mallado de volúmenes finitos para procurar de estabilidad de la discretización del torque. Su respuesta valorada en la Figura 10 indica una notoria oscilación del modelo frente a fenómenos de estela de flujo. Paralelamente, el *Standard k-ω* y el RSM indican una importante susceptibilidad de resultados cuando se incrementa el dominio, razón por la cual fueron descartados en el análisis numérico considerando los fenómenos de estela de flujo.

En Bruce (2014) se emplean entre 6×10^6 y 12×10^6 celdas para el modelado la modelación de una THG, mientras que Le et

al. 2014 logran una malla de $1,5 \times 10^6$ nodos luego de chequear desarrollar un estudio convergencia. Adicionalmente, Hall (2012) refina mallas de hasta 7×10^6 elementos. Sin embargo, como elemento común, en todos estos casos de simulación y modelación se emplearon el modelo de turbulencia SST *k-ω*.

La Figura 7 muestra la necesidad de incrementar el número de nodos en procura de la independencia de la malla en modelos SST *k-ω*, en donde la malla de $1,7 \times 10^6$ nodos fue la más grande que el computador empleado en este estudio pudo resolver. En consecuencia, nuevas investigaciones de sensibilidad del mallado son necesarias a fin de construir una verificación de modelos matemáticos que empleen el modelo de turbulencia SST *k-ω*.

El estudio de Gebreslassie (2012), en su proceso de verificación y calibración del modelo matemático de simulación de una turbina hidrocínética, emplea como parámetro de comparación las variables presión y velocidad contra incrementos longitudinales aguas abajo de la turbina. Tratándose del estudio mostrado en la Figura 10 para la evaluación de modelos de turbulencia frente a fenómenos por longitud de estela, los modelos *Standard k-ε* y *Transition SST* indican una menor sensibilidad a incrementos de la longitud del dominio computacional de la THG aguas abajo de la turbina.

En general los modelos de turbulencia aquí presentados mostraron un error relativo inferior al 2% como efecto de perturbaciones por el incremento del dominio computacional aguas abajo de la turbina. En contraposición, las simulaciones en la THG indican una mayor sensibilidad ante variaciones del número de nodos,

pudiendo alcanzar hasta un 11,25% de error relativo con el modelo *Standard k- ω* .

Finalmente, un modelo matemático para el estudio de THG, podría conformarse con las Ecuaciones 2, 3 y 4 junto con las Ecuaciones 5 y 6 del modelo de turbulencia *Standard k- ϵ* para el dominio indicado en la Figura 3, cuando la longitud de estela es de 19 el valor del diámetro D de la turbina. Dicho modelo matemático tendría un error relativo de 0,06% según los datos aportados para la Figura 10.

CONCLUSIONES

Se han valorado siete modelos de turbulencia en dominios computacionales de volúmenes finitos para THG. El estudio de convergencia considerado se ha fundamentado en la densificación del mallado del dominio computacional y en el incremento de la longitud de estela de los mismos. Se observa una tendencia a la disminución del error relativo asociado a los modelos de turbulencia cuando las mallas superan los $1,5 \times 10^6$ nodos, excepto en el modelo *Standard k- ω* . Así también, tres modelos de turbulencia muestran una menor afectación por fenómenos de estela de la THG: *k-kl- ω Transition*, *Standard k- ϵ* y *Transition SST*. El error relativo asociado al torque de cada dominio exhibe una variación entre 0,15 y 11,25% en los estudios de sensibilidad de mallas. Errores relativos menores al 2%, asociados a diferentes las longitudes de estela del dominio computacional podrían indicar una menor dependencia del torque de THG de este factor geométrico. Hasta ahora los resultados indican que los modelos de turbulencia: *Standard k- ϵ* , *Transition SST* y *k-kl- ω Transition* presentan comportamientos estables para estudios de convergencia de THG.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSYS. ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide. ANSYS, Inc., 2009.
- Arboleda, B.; Beatove, S.; Bustamante, S.; y Ruiz, J. Simulación numérica del flujo en turbomáquinas hidráulicas. Estado del arte y fuentes de error. Aplicación a turbinas Francis. Revista Universidad EAFIT, 44(152):90-114, 2011.
- Bruce, E. Numerical Modelling of a Gorlov Cross Flow Tidal Turbine. 3rd Oxford Tidal Energy Workshop, Oxford, UK, 2014.
- Cengel, Y. y Cimbala, J. Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones. 1era. ed. McGraw-Hill, México. 337, 2006.
- Cortés, M.; Fazio, P.; Rao, J.; Bustamante, W.; y Vera, S. Modelación CFD de casos básicos de convección en ambientes cerrados: Necesidades de principiantes en CFD para adquirir habilidades y confianza en la modelación CFD. Revista ingeniería de construcción, 29(1): 22-45, 2014.
- GAMBIT 2.2. Training notes. CFD preprocessor. Fluent, Incorporated.s.l., 2005.
- Gebreslassie, M. Simplified CFD modelling of tidal turbines for exploring arrays of devices (Doctoral dissertation, University of Exeter, Inglaterra), 2012.
- Gerhart, P.; Gross, R.; y Hochstein J. Fundamentos de mecánica de fluidos. 2da. ed. U S A : A d d i s o n - W e s l e y Iberoamericana, 1995.
- Hall, T. Numerical simulation of a cross flow marine hydrokinetic turbine (Doctoral dissertation, University of Washington, USA), 2012.
- Harrison, M.; Batten, W.; Myers, L.; y Bahaj, A. Comparison between CFD simulations and experiments for predicting the far wake of horizontal axis tidal turbines. IET Renewable Power Generation, 4(6):613-627, 2010.
- Lartiga, C., Development of a rig and testing procedures for the experimental investigation of horizontal axis kinetic turbines (Doctoral dissertation, University of Victoria, Canadá), 2012.

- Le, T.; Lee, K.; Park, J.; y Ko, J. Flow-driven rotor simulation of vertical axis tidal turbines: A comparison of helical and straight blades. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 6(2): 257-268, 2014.
- Li, Z. Advanced Computational Modeling for Marine Tidal Turbine Farm (Doctoral dissertation, University of Cincinnati, USA), 2012.
- Marturet, G. Simulación fluidodinámica de un modelo de turbina hidrocínética tipo Gorlov. M.Sc., Tesis, Ingeniería Mecánica, UNEXPO, Venezuela, 2012.
- Miller, V. Dynamic Modeling and Environmental Analysis of Hydrokinetic Energy Extraction (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh, USA), 2010.
- Oberkampf, W. y Trucano, T. Verification and validation in computational fluid dynamics. *Progress in Aerospace Sciences*, 38(3): 209-272, 2002.
- Oro, J. y Pérez, J. Perspectiva histórica de la simulación numérica del flujo en máquinas hidráulicas. *Ingeniería del agua*, 18(1):15-27, 2014.
- Saboochi, Z.; Sorkhkhah, S.; y Shakeri, H. Developing a model for prediction of helical turbine flowmeter performance using CFD. *Flow Measurement and Instrumentation*, 2015.
- Shiono, M.; Suzuki, K.; y Kiho, S. Output characteristics of Darrieus water turbine with helical blades for tidal current generations. In *Proceedings of the Twelfth International Offshore and Polar Engineering Conference*, Kitakyushu, Japan, 859-864, 2002.
- Tsai, J. y Chen, F. The Conceptual Design of a Tidal Power Plant in Taiwan. *Journal of Marine Science and Engineering*, 2(2):506-533, 2014.
- Zhang, L.; Liang, Y.; Liu, X.; Jiao, Q.; y Guo, J. Aerodynamic performance prediction of straight-bladed vertical axis wind turbine based on CFD. *Advances in Mechanical Engineering*, 2013.

SOCIO HUMANÍSTICO

ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN, LABORATORIO DE FÍSICA I DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA.

LEARNING EVALUATION STRATEGY BASED ON FEEDBACK, IN PHYSICS LABORATORY I UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA.

Autores:

Guerra, Karyna; Ramírez, María; Sanabria, Irma.

Decanato de Investigación, Departamento de Matemáticas y Física. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, República Bolivariana de Venezuela.

Corresponding Author: kguerra@unet.edu.ve

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito fundamental diseñar una estrategia de evaluación basada en retroalimentación a fin de conocer los resultados de aprendizaje en los estudiantes del Laboratorio de Física I de la UNET. Para ello se diagnosticó el proceso actual a través de una entrevista semi-estructurada aplicada a los docentes de la asignatura y luego se hizo una revisión documental para identificar las principales tendencias utilizadas por los docentes que permitieron diseñar la estrategia, la cual finalmente fue validada por expertos. Los hallazgos obtenidos permitieron diseñar una estrategia basada en retroalimentación dirigida a los docentes y estudiantes del Laboratorio de Física I de la UNET. Esta propuesta metodológica le asigna al estudiante un rol fundamental en el proceso de evaluación y contempla para cada práctica una evaluación diagnóstica, formativa y final con retroalimentación tanto individual como grupal.

ABSTRACT

The present research had as a fundamental purpose to design an evaluation strategy based on the feedback in order to know results of student learning in the Physics Laboratory I of the UNET. To this end is diagnosed the current process is through a semi-structured interview applied to teachers of the course and then is made a literature review to identify the main trends used by teachers who helped design the strategy, which was finally validated by experts. The findings obtained made possible to design a strategy based on feedback aimed to the teachers and students of Physics Laboratory I of the UNET. This methodological proposal assigns the student a fundamental role in the evaluation process and provides for each practice a diagnostic, formative and final evaluation with both individual and group feedback.

Palabras Clave: Evaluación de aprendizaje, Retroalimentación, Estrategia

Key Words: Evaluation of learning, Feedback, Strategy.

INTRODUCCIÓN

En la formación académica de un estudiante, es primordial como parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje, la evaluación del aprendizaje, sin evaluación no se puede conocer si existió o no un buen proceso de enseñanza y mucho menos se puede identificar si se alcanzó el objetivo de aprendizaje. Flores y Ramírez (2009).

La evaluación es el proceso por medio del cual se determina el grado en el que un alumno está logrando ciertos objetivos de aprendizaje. En esencia, la evaluación es una forma de determinar qué cosas se han logrado a lo largo de un proceso educativo, de aquellas cosas que se querían lograr.

Torre (2012) considera la evaluación como una situación de aprendizaje y la misma debe ir acompañada de retroalimentación, donde el docente comunica al alumno sus debilidades y fortalezas de aprendizaje después de haber evaluado su trabajo; es decir la evaluación del estudiante debe ser personalizada para que el docente consiga información valiosa sobre el qué y el cómo aprenden sus estudiantes con el fin de ayudarles en su proceso de formación.

El proceso de evaluación implementado dentro de las universidades venezolanas no difiere de lo antes expuesto, así lo afirma Salcedo (2010) al expresar que la evaluación es primordial en el proceso educativo, sin embargo en la mayoría de aulas la evaluación sólo se limita a la aplicación de pruebas. Muestra de ello es lo que ocurre en el proceso de evaluación del Laboratorio de Física I de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), donde algunos docentes llevan a cabo una evaluación de aprendizaje que solo considera la calificación. En la búsqueda de caminos y aportes metodológicos en procesos evaluativos esta investigación se orientó hacia el diseño de una estrategia de evaluación de aprendizaje basada en la retroalimentación. Se pretende ofrecer un aporte al desarrollo y mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en los Laboratorios de Física I de la UNET.

MÉTODO

Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva bajo la modalidad de proyecto factible, porque busca dar solución a un problema educativo, que en este caso es mejorar el proceso de evaluación de los aprendizajes en los Laboratorios de Física I de la UNET, a través del diseño de una estrategia de evaluación basada en retroalimentación dirigida tanto a los estudiantes como a los profesores de la asignatura. UPEL (2006) establece que:

El Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados.

En esta investigación se cumplieron sólo las primeras etapas del proyecto factible, específicamente la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados; esta evaluación se hizo a través del juicio de expertos. A continuación se presentan las etapas llevadas a cabo para el desarrollo de la investigación como proyecto factible:

Primera etapa, llamada etapa base, en la que se obtuvo todo el soporte teórico que sustentó y canalizó la investigación. Para ello fue necesario el diagnóstico de la situación actual del proceso de evaluación de los aprendizajes en la materia Laboratorio de Física I de la UNET, realizado a través de una entrevista semi-estructurada, dirigida a los profesores de la materia, que permitió conocer que se estaba haciendo y aplicando actualmente sobre evaluación de los aprendizajes. De igual modo en esta etapa se determinaron las principales tendencias que existen de evaluación de aprendizaje, realizando una indagación documental de las teorías, modelos y aplicaciones existente a fin de identificar alternativas de evaluación para la propuesta.

Segunda etapa, es la etapa de desarrollo, consistió en la elaboración de la propuesta. Para ello se diseñó la estrategia de evaluación basada en retroalimentación a ser utilizada por los docentes del Laboratorio de Física I, que sugiere proporcionar información del rendimiento académico del estudiante, su avance y evolución. El diseño se realizó tomando en cuenta la metodología y estructura de diseño de la estrategia establecida por Delgado (2006) y Feo (2010), así mismo se consideró la situación actual de evaluación llevada a cabo por los docentes a fin de mejorar las debilidades detectadas en el diagnóstico, las tendencias de evaluación de aprendizaje y los lineamientos establecidos por la UNET.

Tercera etapa, corresponde a la última etapa del presente reporte de investigación, considerada etapa de evaluación; en esta se validó la estrategia considerando su estructura, pertinencia y función por medio de expertos en el área.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el diagnóstico se determinó que el proceso de evaluación implementado por algunos de los profesores en los Laboratorios de Física I, se centra en aplicar un instrumento al estudiante a

fin de poder cuantificar lo aprendido después de desarrollada la práctica, no incluye aspecto cualitativos. En la revisión documental se observó que existen diversas investigaciones sobre evaluación del aprendizaje, que generan distintos enfoques y formas de llevarla a cabo. Es importante señalar que los documentos estudiados se desarrollaron en un contexto educativo, las tendencias más comunes identificadas son: el docente durante el proceso de evaluación debe implementar diversas herramientas que le ayuden a innovar y mantener vinculado y motivado al estudiante durante la evaluación. Una de estas herramientas es la retroalimentación pues es un factor indispensable para alcanzar el aprendizaje a través de la relación dialógica con los estudiantes en la cual se analizan los aciertos y errores para ir fortaleciendo las habilidades y corrigiendo las debilidades que el estudiante pueda presentar. Por otra parte, se identificó que el uso de medios de comunicación tecnológicos son usados para ayudar a enriquecer la retroalimentación y por ende el proceso de evaluación. La estrategia propuesta se diseñó haciendo una adaptación de la estructura sugerida por Delgado (2006) y Feo (2010) y se le adicionó tres elementos: Principios básicos, Beneficiarios y Control y evaluación de la estrategia. Quedando la estructura como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Estructura de la estrategia de evaluación de los aprendizajes

Una vez definida la estructura, la estrategia propuesta que se recomienda es:

ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE DEL LABORATORIO DE FÍSICA I DE LA UNET, BASADA EN RETROALIMENTACIÓN.

1. Idea Rectora

Lograr que los docentes de la asignatura Laboratorio de Física I de la UNET, comprendan que la evaluación de aprendizaje, no es una medición final o certificación de los resultados reflejados en una calificación. Lo que se busca es que el docente logre seguir la evolución de cada estudiante con respecto a su aprendizaje y pueda detectar sus dificultades para ayudarlo a mejorarlas a fin de lograr que aprenda en la búsqueda de una participación más activadurante su proceso de aprendizaje.

2. Objetivos

Ofrecer a los docentes del Laboratorio de Física I de la UNET, una estrategia de evaluación basada en retroalimentación, que les permita conocer el proceso y evolución de aprendizaje de sus estudiantes y al mismo tiempo que le proporcione al estudiante motivación y compromiso para que se involucren en el proceso de evaluación de forma activa y con ello mejorar la calidad de su aprendizaje.

3. Principios básicos

La evaluación de aprendizaje debe:

- Ser progresiva, involucrar al estudiante e incluir retroalimentación (oral y escrita). Para ello puede ser diagnóstica, formativa y final.
- Permitir la auto-evaluación así como también, retroalimentación grupal e individualizada.
- Responder a criterios de evaluación claramente definidos para que los estudiantes sepan ¿qué se espera de ellos?, ¿qué es lo que tienen que aprender y por qué?.
- Motivar al estudiante para una participación activa durante la retroalimentación y la construcción de su aprendizaje.
- Estar orientada hacia la obtención y documentación de información sobre el aprendizaje de los estudiantes incluyendo instrumentos de recolección como: diario del profesor, registro de observación, que permitan hacer referencia sobre el nivel de comprensión, las habilidades y destrezas de los estudiantes.
- Emplear la retroalimentación para subsanar las brechas que puedan existir entre el aprendizaje del estudiante y lo que estaba previsto en los objetivos y competencias.
- Propiciar una retroalimentación que resalte las fortalezas y no las debilidades.
- Dirigir los comentarios de retroalimentación hacia las anotaciones o patrón de corrección, pero nunca directamente hacia el estudiante.
- Facilitar la interacción entre el docente y el alumno durante la evaluación. Para ello puede hacer uso de medios electrónicos.

4. Beneficiarios

Los beneficiarios son los docentes y estudiantes del Laboratorio de Física I

5. Métodos

La estrategia de evaluación, está orientada a una evaluación dinámica basada en la Retroalimentación. A su vez está enfocada en tres tipos de evaluación (evaluación diagnóstica, evaluación formativa y la evaluación final) de las cuales la evaluación diagnóstica y la evaluación formativa utilizan la retroalimentación como herramienta enriquecedora del proceso de aprendizaje, tal y como se describe a continuación.

6. Plan de acción generalizado

Inicialmente el docente debe tomar en cuenta que las prácticas se pueden agrupar por unidad de aprendizaje para ser evaluadas con mayor facilidad. La Tabla 1, muestra dicha agrupación.

Tabla 1. Prácticas del Laboratorio de Física I de la UNET por unidad de aprendizaje

UNIDADES	PRÁCTICAS
I	<ul style="list-style-type: none">• Cifras significativas, Orden de Magnitud• Medición, Errores o Incertidumbre de Medición• Propagación de Errores
II	<ul style="list-style-type: none">• Leyes de Newton
III	<ul style="list-style-type: none">• Cinemática de la Partícula (Registro estroboscopio)• Modelo Matemático
IV	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de Choques en una Dimensión
V	<ul style="list-style-type: none">• Rotaciones
VI	<ul style="list-style-type: none">• Oscilaciones

Etapas de la estrategia

Se sugiere que el docente debe llevar a cabo las etapas mostradas en la Figura 2:

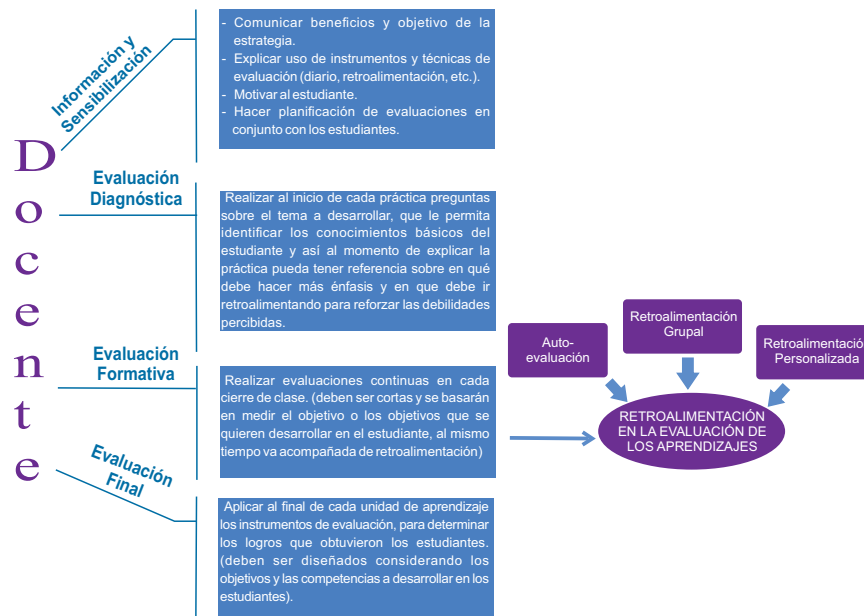


Figura 2. Etapas de evaluación basada en retroalimentación

Etapa de información y sensibilización, requiere de una planificación de las evaluaciones con los estudiantes, el docente en la primera sesión propone cómo será realizado el proceso de evaluación y pide opinión a los estudiantes sobre la misma en cuanto a: fechas, criterios, métodos o procedimientos de evaluación. Luego busca el consenso que le permitirá concretar y definir la planificación sin dejar de lado las normas establecidas por la UNET; logrando con ello que los estudiantes se sientan

identificados y comprometidos con lo planificado.

Etapa de evaluación diagnóstica, el docente antes de cada práctica envía por correo electrónico una serie de preguntas básicas, con el objetivo de indagar acerca de los conocimientos previos de los estudiantes necesarios para un desarrollo adecuado de la práctica. Tabla 2, muestra la sugerencia de las preguntas básicas por práctica.

Tabla 2. Preguntas básicas por práctica para hacer evaluación diagnóstica.

UNIDADES	PRÁCTICAS	PREGUNTAS BÁSICAS
I	• Cifras significativas, Orden de Magnitud	• ¿Qué es una cifra? ¿Qué es notación científica? ¿Cómo se determina la notación científica de un número? ¿Qué significa orden de magnitud?
	• Medición, Errores o Incertidumbre de Medición	• ¿Qué es una medición? ¿Qué es una medida? ¿Qué se necesita para determinar una medida? ¿A su parecer todas las medidas son exactas?
	• Propagación de Errores	• ¿Qué diferencia existe en medir la longitud del largo y del ancho de una hoja y en medir el área de la hoja? ¿Cómo se calcula el perímetro y el área de un cuadrado? ¿Qué necesita para conocer la medida de las variables que le permiten calcular el perímetro o área de un cuadrado?

Tabla 2. Preguntas básicas por práctica para hacer evaluación diagnóstica. (continuación)

UNIDADES	PRÁCTICAS	PREGUNTAS BÁSICAS
II	<ul style="list-style-type: none"> Leyes de Newton 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el diagrama de cuerpo libre de un bloque que se traslada por un plano inclinado rugoso? ¿Qué tipo de movimiento experimenta un bloque que desciende por un plano inclinado? ¿Qué se requiere para calcular la aceleración de un bloque que se traslada por un plano inclinado rugoso?
III	<ul style="list-style-type: none"> Cinemática de la Partícula (Registro estroboscópico) Modelo Matemático 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué es un registro estroboscópico? ¿Qué se puede medir en un registro estroboscópico? ¿Qué se necesita para medir en un registro estroboscópico? ¿Qué se puede calcular a través de un registro estroboscópico? ¿Qué es una escala de transformación? ¿Qué herramienta matemática permite visualizar el comportamiento de un conjunto de números? ¿Cómo se puede representar el comportamiento de un conjunto de números? ¿Qué diferencia hay entre una variable dependiente y una variable independiente? ¿Qué es una escala?
IV	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de Choques en una Dimensión 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué es un choque? ¿Tipos de choques? ¿Qué es un chispometro? ¿Qué se puede medir con un chispometro? ¿Cómo se calcula la velocidad en un MRU?
V	<ul style="list-style-type: none"> Rotaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué unidades se mide la fuerza? ¿Qué se necesita para que un cuerpo rote? ¿Qué se necesita para calcular la aceleración de un cuerpo que desciende trasladándose desde cierta altura?
VI	<ul style="list-style-type: none"> Oscilaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué es un péndulo simple? ¿De qué está compuesto un péndulo simple? ¿Qué representa el periodo en un ciclo? ¿Qué se necesita para medir el periodo? ¿Qué representa la frecuencia en un ciclo?

Evaluación formativa en esta etapa se enfatiza la retroalimentación del aprendizaje, la cual consiste en dar a conocer al estudiante sus logros y sus aspectos por mejorar, con el objeto de que sea consciente de sus debilidades y fortalezas y pueda corregir en función de ello, Se busca que el estudiante en un proceso dialectico con el docente y sus compañeros se haga consciente de sus errores conceptuales, los supere y de esta forma mejore su desempeño académico. Al mismo tiempo con ello el docente obtiene información sobre lo aprendido por el estudiante y conoce la evolución del mismo. Se recomienda, para una retroalimentación efectiva, que el docente sea cuidadoso en la forma de

presentar las correcciones para indicar los errores y los aspectos a mejorar en función de los procedimientos que se debieron realizar.

Para enriquecer esta retroalimentación tanto el docente como el estudiante deben hacer uso de un diario para registrar el proceso de evaluación y se recomienda para motivar al estudiante a implementar el diario, asignar algún porcentaje de la evaluación a este documento de registro. En la Figura 3, se muestra el mapa conceptual que permite sintetizar y visualizar los pasos a seguir para la implementación de la estrategia propuesta.

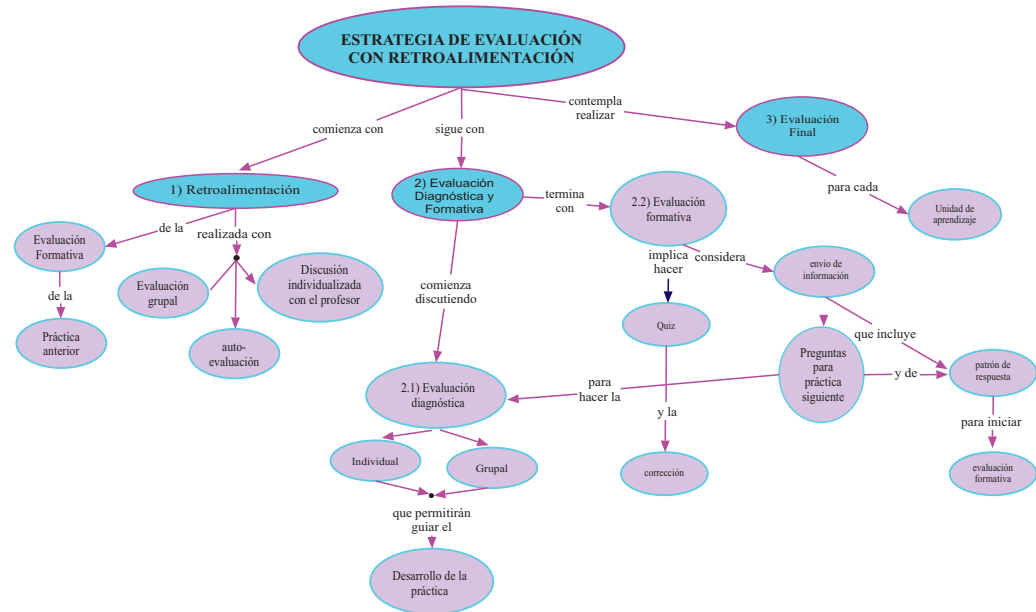


Figura 3. Mapa conceptual de la estrategia de evaluación

Secuencia Didáctica

En la primera clase, el docente debe comenzar con la **etapa 1** denominada **sensibilización e información**, al finalizar dar preguntas básicas a investigar para la siguiente clase. En el segundo encuentro se iniciará con la etapa de **evaluación diagnóstica**, se desarrollará la práctica, se aplicará la prueba corta en los

últimos 10 min y una vez corregida la prueba envía a los estudiantes por intranet- UNET, patrón de corrección de la prueba aplicada, para ser impreso, así mismo envía preguntas básicas a utilizar para la prueba diagnóstica de la siguiente práctica. En las prácticas sucesivas se llevará a cabo como se muestra a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3. Secuencia de etapas de la estrategia.

Etapa 1: RETROALIMENTACIÓN	
Actividades del Docente	Actividades del Estudiante
1. Al inicio de la práctica entregar a cada estudiante prueba corta corregida.	1.1 Recibe la prueba y utiliza formato impreso y diario.
2. Dar inicio a la auto-retroalimentación, explicar al estudiante que debe individualmente revisar su prueba comparándola con el formato de resultados que trajo impreso, con los comentarios o anotaciones hechas en la prueba corregida (1min). Hacer anotaciones en el diario mientras los estudiantes hacen la auto-retroalimentación.	2.1 Realizar auto-evaluación (4 a 5 min). El alumno compara su prueba con el formato de resultados e identifica sus errores y sus habilidades.
3. Dar inicio a la retroalimentación grupal. Promover la interacción entre los estudiantes para que en conjunto discutan sobre sus dudas (1min). Hacer anotaciones en el diario mientras los estudiantes hacen la retroalimentación.	3.1 Realizar retroalimentación grupal con sus compañeros de mesón de clase (4 a 5 min).

Tabla 3. Secuencia de etapas de la estrategia. (continuación)

Etapla 1: RETROALIMENTACIÓN	
Actividades del Docente	Actividades del Estudiante
4. Iniciar retroalimentación personalizada (docente – estudiante); hacer uso del formato resuelto, prueba corta corregida, lo leído en los diarios previamente (2 min por estudiante).	4.1 Interactuar con el docente, preguntar dudas sobre los contenidos y las anotaciones de la prueba corta. (2min cada estudiante si el estudiante requiere la retroalimentación).
5. Realizar anotaciones en el diario (2min).	5.1 Hacer registro sobre el proceso de evaluación y sobre los contenidos de la práctica en su diario. (2min).
En el caso de que el instrumento de evaluación utilizado sea una actividad grupal en clase o informe, se debe hacer retroalimentación grupal (entre los estudiantes) y retroalimentación personalizada (docente –grupo de trabajo). Es necesario mencionar que si el instrumento de evaluación es un informe, el docente no enviará patrón al correo; la retroalimentación será con base en las anotaciones y sugerencias hechas en el informe corregido.	

Etapla 2: EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA Y EVALUACIÓN FORMATIVA
DIAGNÓSTICA

Actividades del Docente	Actividades del Estudiante
1. Realizar evaluación diagnóstica haciendo uso de las preguntas propuestas a investigar. (Hacer sondeo de los conocimientos básicos que tiene el estudiante).	1.1 Participar en la evaluación respondiendo las preguntas elaboradas por el docente.
2. Desarrollar y retroalimentar la práctica en función de los conocimientos básicos identificados durante la evaluación diagnóstica.	2.1 Participar en clase e interactuar con el docente durante el desarrollo de la práctica.

FORMATIVA

1- Hacer prueba corta o actividad de evaluación planificada sobre lo visto en la práctica al final de la misma.	1.1 Presentar prueba corta (10 min)
2- Corregir prueba corta.	
3- Enviar por correo electrónico formato resuelto de la prueba corta, antes de la siguiente práctica.	3.1- Revisar correo e imprimir formato enviado por el docente. 3.2 Revisar formato a fin de tener una idea de cómo respondió la prueba. 3.3 Llevar formato impreso para la próxima práctica. 3.4 Hacer anotaciones en el diario.

Para el caso de las **unidades de aprendizaje I y III**, se debe repetir la secuencia de pasos de la etapa 1 y 2, con cada uno de los contenidos hasta completar las prácticas que conforman la unidad de aprendizaje para poder realizar la evaluación final.

Tabla 3. Secuencia de etapas de la estrategia. (continuación)

Etapa 3: EVALUACIÓN FINAL	
Actividades del Docente	Actividades del Estudiante
1. Recordar a los estudiantes que en la próxima práctica tienen evaluación final de la unidad de aprendizaje.	1.1 Estudiar las prácticas de la unidad que se va a evaluar.
2. Diseñar prueba final que considere los contenidos que representan la unidad que se está evaluando.	2.1 Presentar prueba final.
3. Corregir, revisar y registrar los logros alcanzados por cada estudiante.	
4. Entregar prueba corregida.	

Es necesario considerar que para las prácticas análisis de choques y rígid II que requieren de elaboración de informe como instrumento

de evaluación, el docente deberá hacerlo en tres fases, como se muestra a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4. Fases a seguir para prácticas que ameritan informe.

FASE 1	FASE 2	FASE 3
Evaluación diagnóstica de la práctica a desarrollar en la semana.	Evaluación diagnóstica de la práctica a desarrollar en la semana.	Evaluación diagnóstica de la práctica a desarrollar en la semana.
Desarrollar práctica.	Recibir informe de la práctica anterior.	Retroalimentación del informe corregido.
	Desarrollar práctica.	Recibir informe de la práctica anterior.
	Corregir informe (fuera de las horas de clase)	Desarrollar práctica.
		Corregir informe (fuera de las horas de clase).

1- Control y Evaluación de la Estrategia

Para la revisión y medición de lo propuesto, se recomienda que: semanalmente el docente debe revisar el diario de los estudiantes de manera aleatoria, así mismo debe llevar un registro de la evolución de cada estudiante tanto, cualitativo como cuantitativo por unidad, para ello en lo que respecta a lo cualitativo utilizará el diario y para la parte cuantitativa Excel, lo que en

conjunto permitirá saber si el estudiante está motivado, si corrigió sus debilidades y mejoró su rendimiento, si ejecuta lo establecido en la estrategia y por ende si la estrategia funciona o no. Así mismo, se recomienda realizar una valoración al finalizar la aplicación de la estrategia en relación a las siguientes dimensiones que se muestran a continuación en la Tabla 5; adaptadas del protocolo de evaluación implementado por Sanabria (2012).

Tabla 5. Descripción de las dimensiones de control y evaluación de la estrategia

DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
Motivación	La estrategia contribuye a generar interés en el docente y en el estudiante para que participen activamente en cada uno de los pasos sugeridos en ella.
Eficacia	La estrategia de evaluación de los aprendizajes basada en retroalimentación logra el objetivo para el que fue diseñada.
Versatilidad	La estrategia se adapta a los usuarios y logra que los mismos desarrollen la capacidad de actuar según su rol o función sin confusiones.
Sencillez	La utilización de los procedimientos que sugiere la estrategia resultan sencillos y agradables.
Calidad y estructuración	Los elementos, recursos y actividades que conforman la estrategia poseen calidad técnica y estructuración adecuada.
Originalidad	La estrategia muestra métodos innovadores en sus procedimientos.
Sistema de comunicación	El lenguaje utilizado en la redacción de la estrategia es adecuado y entendible para los usuarios.
Flexibilización de actividades	Son flexibles y adaptables las actividades de evaluación sugeridas en la estrategia.
Seguimiento	La estrategia presenta la posibilidad de llevar un seguimiento y control de la misma.
Sistema de evaluación	El proceso de evaluación que se propone en la estrategia es justo para los estudiantes y los docentes.
Información sobre la planificación y desarrollo de la estrategia.	La información, planificación y orientaciones presentadas en la estrategia resultan completas y de utilidad.

Fuente: Sanabria 2012

Finalmente la información será analizada por el docente que aplique la estrategia, a fin de identificar si hay aspectos por mejorar en la misma. La información suministrada por los docentes al momento de evaluar la estrategia será estudiada por la autora de esta investigación con el objeto de considerar y mejorar las sugerencias y las fallas detectadas para futuras aplicaciones.

La última etapa del proyecto factible implementada en esta investigación fue la validación, la cual se hizo por juicio de expertos en el área, esta validación en términos generales fue calificada como *Excelente*. En relación con las dimensiones consideradas para evaluar la estrategia (Motivación, eficacia, versatilidad, sencillez, calidad y

estructuración, originalidad, sistema de comunicación, flexibilización de actividades, seguimiento, sistema de evaluación e Información sobre la planificación y desarrollo de la estrategia), según la opinión de ellos basados en la escala de likert fueron valoradas en el nivel excelente y satisfactorio. Los expertos hicieron algunas observaciones y sugerencias que fueron consideradas para enriquecer la estrategia de evaluación basada en retroalimentación propuesta.

CONCLUSIONES

-La estrategia diseñada es una propuesta metodológica debido a que no fue aplicada solo evaluada a juicio de expertos y está

dirigida tanto a los docentes como a los estudiantes del Laboratorio de Física I de la UNET.

-La propuesta realizada persigue que se realice una evaluación dinámica en la cual el estudiante sea parte fundamental del proceso. Esta busca apoyar y fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Laboratorio de Física I, mediante la realización de una evaluación diagnóstica, formativa y final con base en la retroalimentación tanto individual como grupal. El plan de acción sugerido es flexible, dinámico, motivador y en todo momento considera al estudiante para que participe activa y comprometidamente en la construcción de su aprendizaje, así mismo ayuda al docente a conocer más a sus estudiantes y a reflexionar sobre su trabajo para mejorarlo constantemente.

- La validación por expertos determinó que la estrategia diseñada es pertinente en cuanto a su concepto y estructura metodológica. Esto permite inferir que esta propuesta metodológica brindará un apoyo a los docentes del Laboratorio de Física I en lo que respecta a la evaluación del aprendizaje de los estudiantes que cursan dicha asignatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Delgado, A. Una estrategia de la evaluación del aprendizaje en el Nivel Medio Superior de la Universidad Autónoma de Guerrero: el ejemplo de la Química Inorgánica en el 2º grado de la Unidad Académica N° 10. Disponible: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASH0180/51aa39cb.dir/doc.pdf> (2006)[Consulta: 2013, Enero 4].

Feo, R. Orientaciones Básicas para el Diseño de Estrategias Didácticas. Disponible: http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2010_16_13.pdf. (2010)[Consulta: 2013, Enero 21].

Flores, M. y Ramírez, M. Interrelación de la Evaluación de los Aprendizajes con la Retroalimentación como Estrategia para la Mejora Educativa. Disponible: http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/ci_22.pdf. (2009) [Consulta: 2013, Enero 4].

Salcedo, H. La evaluación educativa y su desarrollo como disciplina y profesión: presencia en Venezuela. Revista de Pedagogía [Revista en línea], 31. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=07989792&AN=91578450&h=xGyhZl/cn9tfvkNA6Y2s97iI0eHkiT56bCn0PtTudFozbB2l2VzbMKXo1QVeR388oJZuTzV9v41tsJVLUjF1CA%3d%3d&cr1=c> (2010).[Consulta: 2014, Mayo 14].

Sanabria, I. El aprendizaje de Física I en entornos tecnológicos Un Modelo de Formación Blended Learning Basado en el Desarrollo de Habilidades Cognitivas Básicas. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Experimental del Táchira. (2012).

Torre, J. La información de retorno en la evaluación (*feedback*). Disponible: <http://web.upcomillas.es/personal/peter/otros documentos/Feedback.pdf> (2012)[Consulta: 2013, Agosto 9].

Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Disponible: <http://neutron.ing.ucv.ve/NormasUPEL2006.pdf> (2006)[Consulta: 2013, Septiembre 4].

CIENCIAS EXACTAS

MELASTOMATACEAE EN LOS MUNICIPIOS FERNÁNDEZ FEO Y TORBES DEL ESTADO TÁCHIRA

MELASTOMATACEAE IN THE MUNICIPALITIES FERNÁNDEZ FEO AND TORBES OF TÁCHIRA STATE

Autor:

Zapata, Yurli

Jardín Botánico del Táchira. Decanato de investigación.
Universidad Nacional Experimental del Táchira, San
Cristóbal, Estado Táchira.

Corresponding autor: yzapata@unet.edu.ve

RESUMEN

Las Melastomataceae son consideradas por algunos autores como la sexta familia más grande de plantas con flores, la hoja se considera como uno de los órganos que ayuda al reconocimiento de la familia, siendo de nerviación acródroma con filotaxia opuesta. Presentan flores dialipétalas con una gran variabilidad en las características de los estambres, y es por esto que la mayor parte de su diferenciación al nivel genérico y específico se basa en estas estructuras. Todas las especies de Melastomataceae tienen estambres doblados en la fase de botón y es un carácter que las diferencia claramente de familias cercanas como Myrtaceae. El hábito de crecimiento es mayormente arbustivos, en algunas son lianas y otras epífitas, de fruto capsular o tipo baya. El objetivo de la investigación fue conocer las especies presentes en los municipios Fernández Feo y Torbes, delimitando un área de 400 m², ubicando a lo largo de cada transecto un total 15 unidades muestrales en forma selectiva. Se realizaron colectas de especies en floración presentes en las zonas, siguiendo la metodología tradicional para elaboración de herbario. Para el momento del muestreo se encontró en el municipio Fernández Feo 11 géneros representados en 24 especies de los cuales *Miconia* es el que presenta mayor abundancia, seguido del género *Clidemia* y *Tibouchina*. Para el municipio Torbes estuvo representada en 16 especies siendo también el género *Miconia*. Los hábitos de crecimiento encontrados para ambos municipios fueron arbustivos, siendo el arbóreo el más escaso.

ABSTRACT

The Melastomataceae are considered by some authors as the sixth largest family of flowering plants, the leaf is considered as one of the organs that helps family recognition, being acrodroma nerviation with opposite filotaxia. They present Dialipetals flowers with a great variability in the characteristics of the stamens, and that is why most of their differentiation to the generic and specific level is based on these structures. All the Melastomataceae species have stamens bent in the bottom phase is a characteristic that clearly differentiates nearby families Myrtaceae. The growth habit is mostly shrubby, some are lianas and other epiphytes, capsular fruit or berry type. The aim of the research was to determine the species present in the municipalities Fernandez Feo and Torbes, delineating an area of 400 m², placing along arboreal being the scarcest .each transect sampling units totaling 15 selectively. collections of flowering species present were made in areas, following traditional methodology for preparation of herbarium. By the time of the sampling was found in the municipality Fernandez Feo 11 genres represented in 24 species of *Miconia* which is the one with greater abundance, followed by *Clidemia* and *Tibouchina* genus. For the Torbes municipality was represented in 16 species and is being also the genus *Miconia*. Growth habits found for both municipalities were shrubby, being arboreal scarcest.

Palabras Clave: Melastomataceae, género, especie, municipios, Venezuela.

Key Words: Melastomataceae, genus, species, municipalities, Venezuela .

INTRODUCCIÓN

El nombre de la familia melastomataceae se deriva de género tipo *Melastoma*, proviene del griego μέλας, αἷμα, αἷν que significa negro, y στομα, ατος, que significa boca, equivalente al castellano “bocanegra” y alude al tinte oscuro que, al ser comidas, dejan en la boca las bayas de *Miconia malabathricum*, la primera especie descrita de la familia (Uribe, 1972). Es una familia cosmopolita de los Trópicos y Subtrópicos. La componen aproximadamente 240 géneros y 3000 especies, pertenece al Orden Myrtales, ya que se considera que esta familia esta muy cercana a Myrtaceae y Onagraceae, se diferencian de Myrtaceae por la ausencia de glándulas puntiformes en las hojas y un reducido número de estambres, y de Onagraceae por la nerviación de las hojas. Se subdivide en tres subfamilias: Melastomatoideae, Astronioideae y Memecyloideae. Es una de las más grandes familias de plantas de Sudamérica, y representa un elemento muy característico de la flora amazónica (Heywoud, 1979).

La familia está distribuida en las regiones tropicales y subtropicales del mundo con alrededor de 4570 especies (Clausing y Renner, 2001). Cerca de un cuarto de las especies de la familia 1056 especies, (Goldenberg, 2000) pertenecen al género *Miconia* Ruiz y Pavon, el más grande de la familia, que se distribuye desde el Sur de México hasta el Norte de Argentina y Uruguay. El género *Miconia* se distingue por las hojas sin formicarios, las inflorescencias generalmente terminales y no rodeadas por brácteas foliosas, el hipanto sin constricción en el ápice, los pétalos con ápice redondeado o emarginado, nunca agudo y los frutos bacciformes (Goldenberg, 2004). A su vez, este género presenta una gran diversidad morfológica en las hojas, en la arquitectura de las inflorescencias y el androceo.

El hábito de crecimiento de la familia es mayormente árboles y arbustos, en algunas especies son lianas y otras epífitas. Algunos géneros tienen valor ornamental por presentar flores vistosas como, ejemplo *Tibouchina* (Renner, 2003). La mayoría de las especies se caracterizan por tener inflorescencias terminales o axilares, flores usualmente cimosas, zigomorfos o actinomorfos. Las flores no producen néctar y la

polinización es casi exclusivamente por insectos, específicamente por abejas recolectoras de polen (Wurdack, 1973).

En cuanto a la distribución, Quiñones (2010) reporta que es una familia de plantas compuestas por 150 géneros y unas 4500 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, principalmente en el Centro de Sur América. Por otro lado, Almeda (2012), reporta que esta familia tiene unos 150 géneros y cerca de 5000 especies. Comprende árboles, hierbas, lianas y epífitas distribuidas ampliamente alrededor de los trópicos del Nuevo y viejo Mundo.

Para Venezuela, Wurdack (1973), reporta como la sexta familia más grande de plantas con flores, con aproximadamente 50 géneros y más de 500 especies. Además señala que existen dos centros notables de densidad de especies que se hallan en Venezuela donde se destaca los Andes y en la Cordillera de la Costa y en las Sabanas Naturales y Tepuyes de Guayana en las regiones xerófilas del norte son, pobres en esta familia.

Michelangeli y Cotton, (2008) han reportado en el Nuevo Catalogo de la Flora Vascular de Venezuela 213 especies. Esta familia está bien representada en bosques húmedos, la mayoría son especies arbustivas pero pocas son especies de árboles o emergentes (Gentry, 1993 citado en Cárdenas, 2006).

Cárdenas, (2006) indican que para la Guayana venezolana existen 49 géneros (incluyendo Mouriri y Votomita géneros que ahora pertenecen a Memecylaceae), donde el género *Miconia* posee 120 especies identificadas, divididas en 4 grupos según sus características vegetativas como son: morfología del haz y envés de las hojas además del tipo de pubescencia.

El rango altitudinal de estas especies van desde los 0 msnm hasta los 4000 msnm, de todas las especies antes mencionadas 20 son consideradas como especies endémicas de Venezuela (Michelangeli y Cotton, 2008).

Muchas especies nativas de Venezuela son ornamentales en flores o follaje. También las describen como plantas arbustivas o hierbas, a veces lianas, árboles o epífitas, con tallos

cuadrangulares, algunas veces mirmecofilas; hojas opuestas, descusadas; de manera que cada par de hoja se sitúa en ángulo recto, rara vez verticiladas, simples, enteras y carecen de estipulas, sobresaliendo con facilidad por su nervación (Wurdack 1973).

Dentro de sus características botánicas las flores son generalmente de color rosado a púrpura. Los estambres tienen formas variadas, carácter que se utiliza para distinguir y separar algunos géneros. Una forma de inflorescencia es la de cimosa, puede ser terminal o formarse en las axilas de una de las hojas opuestas. El fruto es una baya o cápsula con ovario infero. Dentro de los géneros conocidos tenemos el *Melastoma*, el cual está confinado a los trópicos Orientales y Australia (Peralta, 2012).

Atendiendo a la finalidad de la botánica sistemática como es ordenar las diferentes formas vegetales en grupos de distintas categorías, familias, géneros, especies, que reflejan las relaciones naturales de parentesco o al menos los peldaños morfológicos de ese desarrollo, cabe resaltar que en el trópico existe gran diversidad en cuanto a la composición florística, lo cual pone en relieve la gran necesidad de profundizar día a día, en la identificación de nuestra flora, aun no del todo conocida o inventariada.

En Venezuela hasta el momento existe un estudio sistemático crítico de los géneros y especies de la Melastomataceae realizados por Wurdack (1973) y otros reciente para el 1997 por especialistas en herbarios Venezolanos como VEN y MY quienes han tratado parcialmente ciertas especies que habitan en nuestro país. Razón por la cual se requiere continuar un estudio más detallado y sobre todo en bosques que aún no han sido estudiados.

El propósito de esta investigación, es presentar una lista de especies de Melastomatacea encontradas desde septiembre 2012 hasta octubre 2013 con el fin de identificarlas y caracterizarlas morfológicamente en los municipios Fernández Feo y Torbes, ya que esta familia no ha sido reportada para estos municipios en su mayoría. Se tomó como criterio taxonómico el fácil reconocimiento por su particular venación de la hoja, realizando un análisis de la morfología externa comparada del material botánico de campo y de colecciones depositadas en herbarios

venezolanos. Lo que permite contribuir, en la medida posible al conocimiento de la flora de estos municipios, siendo necesario continuar con investigaciones futuras, que conduzca al aporte científico y de fortalecimiento en la colección del herbario regional del Táchira J.J. Pacheco, donde se encuentran resguardadas cerca de doce mil especímenes que representan la flora del Estado.

MATERIALES Y MÉTODO

El área de estudio y fases de campo comprendió el municipio Fernández Feo, ubicado entre los 220 a 800 msnm, a lo largo de todas las localidades dentro del municipio, con un relieve plano a accidentado, con pendientes cercanas al 2% y 65%, con una precipitación media anual 2300 – 2750 mm y temperatura media anual 12°C – 30°C. Con bosques húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano y bosque pluvial premontano. Los principales recursos hídricos son los ríos: Uribante, Chururú, Doradas, Cuíte, Teteo y Burgüa, de regímenes permanentes; pertenecientes a la cuenca del Río Orinoco (INE- Táchira).

Otra área muestreada fue el municipio Torbes, cuyo sector se encuentra enclavado en el paisaje de montaña, presenta un relieve quebrado que se ve interrumpido por la presencia de mesetas y terrazas bajas (El Palmar de La Cope y Vega de Aza) conformadas por deposiciones de materiales transportados desde las montañas por ríos y quebrada, por acción de la gravedad. Topografía con pendientes mayores a 35% y precipitación media anual 1500 – 2300 mm y temperatura media anual 17°C – 24 °C, de bosque presentes muy húmedos premontano, bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano. La altitud entre 620-800 m.s.n.m.

Para las fases de campo se realizaron muestreos en comunidades herbáceo-arbustivas y algunas especies arbóreas. La evaluación de los bosques de ambos municipios se hicieron bajo recorridos y en cada punto de muestreo se delimitaron parcelas de 400 m², ubicando lo largo de cada transecto un total 15 unidades muestrales en forma selectiva, a intervalos regulares, tratando de involucrar todas las variantes fisionómicas de la vegetación, dependiendo de la topografía y relieve, las formas variaron de cuadradas a

rectangulares. El tamaño de las parcelas fue diseñado basado en trabajos realizados por Acebey y Kromer (2001), quienes trabajaron en bosques tropicales. Este tamaño corresponde al área mínima para parcelas florísticamente representativas para mantener las parcelas ecológica y fisonómicamente homogéneas. Al mismo tiempo se realizaron las colectas de especies en floración presentes de las zonas bajo estudio y se contaron la totalidad de los especímenes de la familia en las parcelas.

El tiempo de colecta fue durante 12 meses (Septiembre 2012 - Octubre 2013), a fines de caracterizar morfológicamente las especímenes se colectaron 3 ejemplares siguiendo el patrón tradicional para la elaboración de herbarios de acuerdo al procedimiento de Souza (1986). Posteriormente los especímenes fueron depositados en el Herbario Regional Juan José Pacheco ubicado en el Parque Natural Paramillo- Jardín Botánico UNET.

Para la identificación a nivel de campo de esta familia se siguió bajo el criterio de reconocimiento de su lámina foliar, nervadura tipo acródroma y tipos de inflorescencias.

Las identificaciones se realizaron a nivel de género, otras en la posibilidad a nivel de especie con la ayuda de bibliografía especializada de la familia, claves para la determinación de plantas de Flora de Avila de Steyermark y Hubber (1978), Wurdack (1973). Bajo comparaciones de colecciones de herbarios MY (Maracay-UCV) y MERF (Mérida). Para la determinación a nivel de especie se realizaron descripciones a base de material vivo y herborizado a fin de visualizar los caracteres morfológicos; haciendo énfasis en detalles de las estructuras anatómicas, morfológicas de flor, fruto y semilla. Para las observaciones de características pocos visibles (posición del ovario, número de lóculos, número de carpelos y pubescencia de las hojas) fue necesario el uso de lupas estereoscópicas. La lista de especies se construyó con datos tales como: El nombre de los géneros, especies, características morfológicas, etimología y ubicación según el municipio, presentándose la descripción en orden alfabético.

RESULTADOS

Especies de Melastomataceae encontradas en los municipios Fernández Feo y Torbes.

En la Tabla 1, se evidencia la totalidad de especímenes encontrados en las áreas de muestreo que representan la familia Melastomataceae. Se encontraron en la totalidad 25 especies representadas en 11 géneros en los municipios Fernández Feo y Torbes. Se evidencia que en el municipio Fernández Feo para el momento del muestreo la riqueza de especies estuvo distribuida en 11 géneros, representadas en 24 especies de los cuales *Miconia* es el de que mayor abundancia, luego *Clidemia*, seguido del género *Tibouchina*, que estuvo representado entre una a dos especies. El municipio Torbes está representado por 16 especies siendo el género *Miconia* el de mayor presencia. Se infiere de acuerdo a las observaciones generales a simple vista la presencia de suelos poco profundos y pobres de nutrientes en algunas parcelas, en otros más profundos, lo que estaría relacionado con una baja diversidad. Según Navarro y Maldonado (2012), la diversidad vegetal llega a depender de las características topográficas y nutrientes, determinando ciertos microclimas diferentes entre si lo que explicaría las diferencias de especies encontradas en ambas áreas.

En este sentido, el hábito de vida de la familia Melastomataceae predominante en ambas áreas fue arbusto representada en el 95%, las herbáceas 4% y el menos frecuente fue el arbóreo con el 1%. De esta manera la altura no llega a ser un parámetro sólido para explicar la frecuencia de los hábitos de vida de esta familia, se deduce que las condiciones topográficas y edáficas, junto a factores climáticos relacionados con los cambios de altura, los que tengan relación con la ocurrencia de estos. En este sentido el género *Miconia* presenta una amplia distribución en el estado Táchira desde los 150- 3000 msnm, cuyos datos han sido corroborados en revisión de la colección del Herbario Regional del Táchira, donde se puede constatar que este género está presente, así como también el género *Clidemia* tiene una amplia distribución desde los mismos niveles.

Tabla 1. Lista de especies Melastomataceae en los municipios Fernández Feo y Torbes (Periodo Septiembre 2012- Octubre 2013).

Géneros	Especies	Municipios
<i>Aciotis</i>	<i>Aciotis aequatorialis</i> Cogn. <i>Aciotis</i> sp	Fernández Feo Fernández Feo-Torbes
<i>Arthrostema</i>	<i>Arthrostema ciliatum</i> R & P.	Fernández Feo-Torbes
<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia glossularioides</i> (L) Triana. <i>Bellucia</i> sp	Fernández Feo- Torbes Fernández Feo
<i>Clidemia</i>	<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl) D.Don <i>Clidemia ciliata</i> Var, elata (Pittier) L. Uribe <i>Clidemia hirta</i> (L) D.Don. <i>Clidemia elegans</i> (Aubl) Grisab. <i>Clidemia sericea</i> D.Don. <i>Clidemia dentata</i> D. <i>Clidemia</i> spp	Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo Fernández Feo-Torbes
<i>Hienrettea</i>	<i>Hienrettea fisanthera</i> Gleason	Fernández Feo
<i>Henriettella</i>	<i>Henriettella rimosa</i> Wurdack.	Fernández Feo
<i>Miconia</i>	<i>Miconia pulvinata</i> Gleason <i>Miconia dodecandra</i> Naud <i>Miconia prasina</i> Naud <i>Miconia albicans</i> (Bonlp) Cogn. <i>Miconia</i> spp	Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes Fernández Feo-Torbes
<i>Granffenrieda</i>	<i>Granffenrieda gracilis</i> (Triana) L.	Fernández Feo
<i>Merianea</i>	<i>Merianea grandidens</i> Triana.	Fernández Feo-Torbes
<i>Tibouchina</i>	<i>Tibouchina semidecandra</i> (Vahl) Baill. <i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill. <i>Tibouchina bipenicillata</i> (Naud) Cogn.	Fernández Feo-Torbes Fernández Feo Fernández Feo
<i>Tococa</i>	<i>Tococa</i> sp	Fernández Feo
	Totalidad de Número de especímenes en ambos municipios.	Fernández Feo (2792)- Torbes (2275)

Por lo tanto, las colectas exhaustivas de esta familia han demostrado que existe una riqueza de especies en el Estado, tal como lo reporta Bono (1996), la existencia de 27 géneros y 170 especies siendo los Andes y la Cordillera de la Costa centros notables de alta densidad de especies de esta familia; a nivel nacional Badillo *et al.*, (1985) señala la presencia de 55 géneros y 460 especies. Estos resultados demuestran que el inventario sistemático de Melastomataceae es útil para conocer patrones

de la diversidad, ya que la familia, es ecológica y taxonómicamente diversificada. Esto significa alta riqueza de especies y presencia en diferentes ecosistemas.

No obstante, es importante tener en cuenta que los muestreos de especies vegetales se deben hacer sistemáticos y estandarizados, es decir, que se pueda replicar en el tiempo, permitiendo hacer comparaciones entre las especies presentes. La importancia radica que esta

familia se ubica entre las de mayor número de especies de los bosques andinos y húmedos tropicales por su fácil reconocimiento en el campo por su nerviación, la mayoría de especies son hierbas, arbustos y escasos son arbóreas, por lo que son fáciles de colectar, para el reconocimiento y separación de los géneros es importante la observación de los caracteres del fruto, semilla, estambre así como el número y forma de los pétalos. Esta no es estrictamente la secuencia ni los únicos caracteres, sin embargo, son básicos y sin ellos difícilmente se puede identificar un ejemplar a menos que se conozca muy bien la flora de donde proviene.

Conviene señalar que con las especies con frutos capsulares son importantes las características de los estambres; con las especies de fruto tipo baya algunas veces es más importante el tipo de inflorescencia y la forma de los pétalos para reconocer géneros.

CONCLUSIONES

- Se encontraron 25 especies de Melastomataceae representados en 11 géneros en los municipios Fernández Feo y Torbes.
- Los géneros *Miconia* y *Clidemia* resultaron comunes para ambos municipios.
- Los hábitos de crecimiento arbustivos son predominantes en ambas áreas de muestreo, siendo el arbóreo el más escaso.

AGRADECIMIENTOS

Al Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira por el financiamiento de la investigación. A Ing. Elsie Acuña, Ing. Mónica Pérez, por su apoyo en las colectas del material vegetal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Acebey, A y Kromer T. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del Campamento Río Eslabón y de la Laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, La Paz – Bolivia. Revista de la Sociedad Boliviana de Ecología 3(1/2): 104 – 123. 2001.

- Almeda, F. Systematic of andean genus *Centradeniastrum* (Melastomataceae) Flora of the Venezuela Guayana, 11: 526-569. 2012.
- Badillo, V.; Schnee, L. y C. Benitez de Rojas. Clave de las Familias de Plantas Superiores de Venezuela. 7ª Edición. Espasa Editores. Caracas, Venezuela. 1985.
- Bono, G. Flora y Vegetación del Estado Táchira. Venezuela, Monografie XX. Museo Regional di Scienze Naturali. Torino. Italia. 819-915. 1996.
- Cárdenas, L. Taxonomía y diversidad del género *Miconia* (Melastomataceae) en el Parque Nacional Yanachaga Chémillen-Pasco. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú. 246. 2006.
- Clausing, G. y S. Renner. Molecular Phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: implications for character evolution. American Journal of Botany. 88: 486-498. 2001.
- Goldenberg, R. Género *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae). I. Listagens analíticas, II. Revisão Taxonômica da Seção *Hypoxanthus* (Rich. Ex DC.) Hook. f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas 2000.
- Goldenberg, R. Género *Miconia* (Melastomataceae) no estado do Paraná. Acta Botanica Brasilica 18: 927-947. 2004.
- Heywood, V. Bloeiende Planten Van de Wereld. Holanda. Mundi PRIS. 236-237. 1979.
- Michelangeli, F. y Cotton, E. *Melastomataceae*. En Hokche, O.; Berry, P. y Huber, O. (eds.). *Nuevo catálogo para la flora vascular de Venezuela* Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela. 2008.
- INE Táchira. Disponible: www.ine.gov.ve/documentos/see/estados/tachira/situacionfisica.htm [Consulta 2016 Septiembre 15].
- Navarro, G. y M. Maldonado. Geografía ecológica de Colombia: Vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño – Departamento de difusión Colombiana. 2012.
- Peralta P. Las Especies del Género *Tibouchina* (Melastomataceae) en Argentina. Darwiniana 40(1-4): 107-120. 2012.
- Quiñones M., L. M. Diversidad de la familia Melastomataceae en la Orinoquia colombiana. Biblioteca José Jerónimo Triana 5: 16-25. 2010.

- Renner, S. Systematic studies in the Melastomataceae: *Bellucia*, *Loreya*, and *Macairea*. Mem. New York Bot. Gard. 50: 1-112. 2003.
- Souza, M. Estudio Taxonómico Genero *Tibouchina* Aubl (Melastomataceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Insula 16: 10-16. 1986.
- Steyermack, A. y Hubber O. Flora del Avila. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Vollmer Foundation. Caracas-Venezuela. 1978.
- Uribe, L. Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca. 5 (1-3): 56-62, Passifloraceae, Begoniaceae, Melastomataceae. Publ. Inst. Ciencias Naturales, Bogotá. 1972.
- Wurdack J. Melastomataceae. Flora de Venezuela. Volumen VIII. Edición Especial del Instituto Botánico de Caracas. 1973.

DISEÑO DE LAS PAILAS PARA UN CENTRAL PANELERO A VAPOR

PAILS DESIGN FOR A STEAM PANEL PLANT.

Autores:

Alarcón, Karla; Alayón, Mario; Carrero, Yvan; Díaz, Carmen; Vivas, Marisabel(*)

Universidad Nacional Experimental del Táchira.

Corresponding author: mvivasm@unet.edu.ve

RESUMEN

Una de las principales bases de la economía rural en el estado Táchira, es el cultivo de la caña de azúcar con fines paneleros, obteniendo un producto conocido como “panela” que se encuentra actualmente en diferentes presentaciones. Hasta ahora se han utilizado procesos no controlados, con equipos mal diseñados que generan pérdidas en las diferentes etapas, resultando ser ineficiente en términos energéticos, ya que en la mayoría de los trapiches tradicionales se utilizan combustibles agregados por la baja eficiencia térmica de las hornillas, impactando negativamente el medio ambiente y la salud humana. Esta investigación plantea el diseño de un central panelero cuya fuente energética es vapor de agua. Para ello se realizaron dos pruebas experimentales, una para delimitar las temperaturas de cada proceso de elaboración de panela y otra para hallar el coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña. Se calculó el área de transferencia de calor de cada paila considerando un tiempo adecuado para el proceso, presentando los resultados en una hoja de cálculo. Se plantea el reemplazo de la cámara de combustión por una caldera para producir vapor ya que estos procesos industriales permiten tener niveles de producción más altos y obtener un producto más homogéneo y de mayor calidad. Adicionalmente, al usar calderas se obtiene mayor control de la combustión y se elimina el uso de bagaceras.

ABSTRACT

The sugarcane cultivation is one of the mainstays of the rural economy in the Tachira state, resulting in a product known as "brown sugar" or "hardened molasses" that comes in different shapes: square, rectangular and grainy. Up to now, uncontrolled processes have been used, with poorly designed equipment that generates losses at different stages, proving to be energy inefficient, since in most traditional mills, added fuels are utilized due to the low thermal efficiency of the burners, impacting negatively the environment and human health. This research presents the design of a "hardened molasses" plant whose energy source is steam. For this, two experimental tests were performed: one for each narrow "hardened molasses" temperature processes and another to find the heat transfer coefficient of sugarcane juice. The heat transfer area for each vat was calculated considering an appropriate time for the process, data was pulled out in a spreadsheet. It is proposed to replace the combustion chamber by a boiler to produce steam which allows higher production levels and obtaining a more homogenous and quality product. Additionally, by using boilers, combustion process is better controlled and eliminating sugarcane husks fed burners.

Palabras Clave: °Brix, Diseño de pailas, Coeficiente de Transferencia de calor, vapor de agua.

Key Words: Brix, pails design, heat transfer coefficient, steam.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña panelera es una de las principales bases de la economía rural en el estado Táchira, donde se obtiene como producto la panela. Los centrales paneleros, conocidos como trapiches, se caracterizan por emplear procesos rudimentarios y poco productivos, que están diseñados sin tomar en cuenta ningún criterio tecnológico ingenieril trayendo como consecuencia un proceso poco eficiente, con altos tiempos de producción y productos finales de baja calidad.

La panela es un edulcorante con características nutritivas obtenida mediante la concentración de la sacarosa contenida en el jugo de la caña de azúcar, cuyo proceso productivo comienza con la extracción del jugo, que una vez separado pasa por ebulliciones sucesivas, donde pierde humedad y se concentra para formar una masa blanda y dúctil que al enfriarse se solidifica en bloques. La solidificación se obtiene, al disminuir la humedad debido a la aglomeración de moléculas de sacarosa, las cuales se unen mediante puentes formados por las moléculas de azúcares reductores, principalmente glucosa y fructuosa, cuando los niveles de concentración de estos tres azúcares y de otros sólidos solubles, son superiores al 90% (90°Brix). Entendiendo por Grados Brix (°Brix) la concentración de sólidos solubles (Spencer, 1982).

El proceso artesanal realizado en el trapiche comienza con la extracción del jugo de caña empleando un molino, para obtener como principal producto el jugo crudo que contiene entre 17 a 24% de sacarosa, y como secundario el bagazo húmedo que se usa como combustible en el mismo trapiche (Acosta, 2002). Luego se realiza la limpieza de los jugos en dos etapas: la prelimpieza y la clarificación. La prelimpieza consiste en eliminar por medios físicos (diferencia de densidad) y a temperatura ambiente el material grueso del jugo. El jugo sin clarificar, pasa directamente a la paila recibidora a una temperatura 2 a 3°C mayor a la ambiental, para iniciar la fase térmica del proceso mediante el calentamiento del jugo hasta 60°- 65°C. El proceso de clarificación tiene como fin eliminar los sólidos en suspensión mediante la adición de sustancias que permiten la aglomeración de las partículas (Sandoval, 2001).

La siguiente etapa es la evaporación, en ella se emplea calor para llevar el jugo de 65 °C hasta una aproximadamente 99 °C aprovechando el cambio de fase del agua de líquido a vapor, y así eliminar 60% del agua presente y aumentar el contenido de sólidos solubles. Cuando los jugos alcanzan una temperatura de 99 °C se inicia el proceso de concentración, el cual se realiza en la paila concentradora.

A partir de los 100°C la inversión de la sacarosa se acelera, haciendo que el porcentaje de azúcares reductores iniciales se duplique durante la concentración. Por lo tanto es aconsejable realizar esta etapa en el menor tiempo posible, asegurarse de que las mieles posean un pH cercano a 5,8 y con una velocidad de calentamiento menor a 0,7 °C/min, todo esto con el propósito de obtener mayor porcentaje de azúcares reductores y evitar la cristalización (Carrero, 2004).

El punto de panela se obtiene aproximadamente a los 110 °C, con un porcentaje de sólidos solubles de 92 °Brix; se determina por la consistencia, color y densidad de las mieles, y se obtiene por la remoción del agua en exceso del jugo de caña, a través de un proceso conocido como punteo (Acosta, 2002). El punto final de la panela generalmente está dado por el operario, mediante observación visual, por la aparición de ciertas características físicas y organolépticas que dependen en gran manera de su experiencia. Los pasos finales los constituyen el batido, moldeo y empaque.

Durante siglos la panela se ha fabricado en forma artesanal sin darle mayor valor agregado al producto y sin haber sido objeto de cambios tecnológicos significativos. En un trapiche tradicional la panela se produce en hornillas, un dispositivo que, desde el punto de vista físico, transforma la energía del bagazo en energía calorífica que se utiliza en un proceso de evaporación abierta del jugo a fuego directo. La hornilla consta de dos partes; la cámara de combustión y la zona de evaporación del jugo de caña. La cámara de combustión es un espacio confinado que se encuentra ubicado en la parte anterior de la misma, donde se realiza la combustión del bagazo. En la cámara de combustión, el bagazo reacciona con aire para obtener energía térmica, produciendo gases calientes y cenizas. Los gases calientes

contribuyen a la evaporación del jugo de caña. La evaporación es abierta, porque se realiza en pailas expuestas a la presión atmosférica y el calentamiento es a fuego directo, porque los fondos de las pailas se exponen directamente a los gases de combustión.

En una hornilla con diseño adecuado, el bagazo de la molienda utilizado como combustible debería ser suficiente para que el agua del jugo de caña se evapore y pueda producirse la panela. Sin embargo la forma rudimentaria como se fabrica la panela es ineficiente en términos energéticos, y en la mayoría de los trapiches es necesario utilizar otros combustibles por la baja eficiencia térmica de las hornillas. Los más usados son: madera, guadua y caucho de llantas usadas, lo que tiene serias consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud humana. Por un lado en algunas zonas la deforestación ha sido severa, y por otro la combustión del caucho produce altos índices de contaminación (Acosta, 2002).

La preocupación por la contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales ha llevado a realizar nuevos diseños de hornillas y procesos productivos con mayor eficiencia energética. En procesos más tecnificados la cámara de combustión se reemplaza por una caldera para producir vapor que se utiliza en la zona de evaporación por medio de intercambiadores colocados en las pailas. Estos procesos permiten tener niveles de producción más altos y obtener un producto más homogéneo y de mayor calidad. Adicionalmente, al usar calderas se obtiene mayor control de la combustión y se elimina el uso de bagaceras (Velásquez *et al.*, 2005).

Adicionalmente las desventajas energéticas existentes conllevan a baja productividad, es por ello que los principales estudios se dirigen al mejoramiento de la transferencia de calor en el sistema, incluyendo evaluaciones de los sistemas existentes (González, 2010), modelaciones y simulaciones numéricas del proceso de transferencia de calor para evaluar los coeficientes de transferencia (La Madrid *et al.*, 2015); y diseños de nuevos procesos como sistemas de evaporación de múltiple efecto (Ordoñez *et al.* 2012) y evaporadores de película en placa plana (Mendieta y Escalante, 2013).

Por lo anteriormente expuesto y con la finalidad de realizar un aporte a la mejora de los procesos de obtención de panela se plantea el esquema de diseño de pailas para un central panelero que emplee como fuente de energía vapor de agua. Este diseño mejorará los tiempos de producción de panela, disminuirá notablemente los daños al medio ambiente y por ende mejorará el beneficio económico de los productores.

El principal aporte y contribución del presente artículo al conocimiento actual en el desarrollo tecnológico de la agroindustria de la panela, es proporcionar una herramienta útil y sencilla para el diseño de pailas paneleras cuya fuente de calentamiento para el jugo de caña sea vapor de agua. Este proceso es usado en algunos centrales colombianos (Ordoñez *et al.* 2012) donde se hacen inversiones de infraestructura para el mejoramiento tecnológico, sin embargo, en Venezuela no existen reportes de uso de esta tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en dos fases. La primera experimental, para hallar el valor del coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña; y la segunda proyectiva basada en el desarrollo de una hoja de cálculo para el diseño de las pailas de calentamiento, evaporación, concentración y punteo del proceso de la elaboración de la panela además de la selección del tipo de caldera adecuada para cada diseño en particular.

Fase I: Cálculo de Coeficiente de Transferencia de Calor.

Para el desarrollo de esta fase se llevaron a cabo dos experimentos, el primero con el objetivo de delimitar las etapas del proceso de la elaboración de la panela, tomando como criterios las temperaturas de entrada y salida y la cantidad de agua a evaporar en cada etapa. Para ello se tomaron 300 ml de jugo de caña y se sometieron a calentamiento registrando la temperatura y masa del jugo de caña, cada 60 segundos hasta al punto de ebullición del jugo de caña (95 °C aproximadamente), y cada 15

segundos hasta la temperatura final de 110 °C. En la figura 1 se muestra el esquema seguido para este experimento. Se calcularon los

grados Brix y el calor específico (Cp) del jugo para cada lectura. El experimento se realizó por triplicado.



Figura 1. Equipo experimental para cálculo de temperaturas de ebullición y masa evaporada de jugo de caña.

El segundo experimento se hizo con el fin de obtener en forma experimental el coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña para el proceso. Para ello se diseñó y construyó un modelo de paila evaporadora, en aluminio, con las siguientes dimensiones: diámetro

101.60mm, altura de 115.30mm, y espesor de 2.10mm. La transferencia de calor se realizó mediante 3 resistencias de 100 vatios y 120 voltios y las medidas de temperatura se realizaron con un termopar tipo k. El equipo empleado es el mostrado en la figura 2.



Figura 2. Equipo experimental para cálculo de coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña.

El procedimiento se realizó, por triplicado, con 350 ml de jugo de caña, la conexión de las resistencias en paralelo entre fase y neutro, voltaje (V) fijo de 120 voltios y presión atmosférica de 101.3 Kpa. Se tomaron datos de temperatura del recipiente (termopar),

temperatura del jugo (termómetro), corriente y voltaje cada 15 segundos hasta la condición de punto de panela (120°C aproximadamente). Luego se calculó el coeficiente de transferencia de calor (h), de la panela para cada instante de tiempo con la ecuación 1.

$$h = \frac{V \times I}{A \times (T_s - T_\infty)} \quad (1)$$

h = coeficiente de transferencia de calor ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)

V = voltaje (Volt)

I = intensidad de la corriente (Amp)

A = área de transferencia de calor (m^2)

T_s = temperatura de recipiente ($^{\circ}C$)

T_{∞} = temperatura del jugo ($^{\circ}C$)

Fase II: Diseño de las pailas para un central panelero a vapor

Para esta investigación se diseñaron las pailas precalentadora, evaporadora, concentradora y punteadora; las cuales requieren vapor de agua para realizar el proceso de evaporación y concentración del jugo de caña. Para comenzar el diseño se consideran los parámetros requeridos:

- Capacidad del molino (C_m), [Kg de caña/h] ó en su defecto Capacidad de producción (C_p), [Kg de panela/h].
- Eficiencia del molino (E_m), [%].
- Temperatura del vapor (T_v), [$^{\circ}C$].

- $^{\circ}Brix$ iniciales del jugo (B_j), [Brix].
- Temperatura de entrada del jugo (T_e), [$^{\circ}C$].

Para el diseño de las cuatro pailas de un central panelero a vapor se empleó el esquema presentado en la tabla 3, cuyas ecuaciones de transferencia se tomaron de Incropera (1999). Los parámetros de diseño para cada una de las pailas se muestran en la tabla 2. Los parámetros iniciales a calcular son la masa de jugo (m_j), que puede calcularse dependiendo si se conoce la capacidad del molino (C_m) o la capacidad de producción (C_p); y la masa de agua a evaporar (m_{H_2O}), cuyas ecuaciones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros iniciales de diseño.

Parámetro	Ecuación	
Masa de Jugo (m_j), [Kg]	Conocido C_m	$m_j = C_m * \frac{E_m}{100}$ (2)
	Conocido C_p	$m_j = \frac{C_p * 10Kg \text{ de jugo}}{1.7 Kg \text{ de panela}}$ (3)
Masa de agua a evaporar (m_{H_2O}), [Kg]	$m_{H_2O} = m_j * \left(1 - \frac{B_j}{92}\right)$ (4)	

Tabla 2. Parámetros de diseño para cada paila.

Paila	Precalentadora	Evaporadora	Concentradora	Punteadora
Porcentaje de masa de agua a evaporar (% H_2O_e)	0%	60%	30%	10%
Densidad Jugo (j) [$\frac{Kg}{m^3}$]	1000	1000	1104,04	1201,66
Tiempo de Operación (t_o) [min]	2	16	22	31
Temperatura de entrada (T_e), [$^{\circ}C$]	T_{amb}	65	99	103
Temperatura de salida (T_d) [$^{\circ}C$]	65	99	103	110
Coeficiente de transferencia de calor (h), [$\frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$]	4407.27	3197.09	1621.45	1021,99

Tabla 3. Esquema de cálculo para el diseño de las pailas.

Volumen del jugo de caña (V_j), [m ³]	$V_j = \frac{m_j}{\rho_j}$	(5)
Masa de agua a evaporar ($m_{H_2O_e}$), [Kg]	$m_{H_2O_e} = m_{H_2O} * \%H_2O_e$	(6)
° Brix (B_{jinst})	$^{\circ}Brix = \frac{m_j * \frac{^{\circ}Brix}{100}}{m_j - m_{H_2O_e}} * 100$	(7)
Calor específico (C_p) [Kj/Kg°C]	$C_p = 4.18 * (1 - 0.006 * B_{jinst})$	(8)
Calor específico promedio (C_p), [Kj/Kg°C]	$C_p = \frac{C_{p_i} + C_{p_f}}{2}$	(9)
Calor requerido (Q) [Kj]	$Q = ((m_j - m_{H_2O_e}) * \bar{C}_p * (T_f - T_e) + m_{H_2O_e} * h_{fg}(T_p)) * 1.2$	(10)
Área de transferencia de calor (A), [m ²]	$A = \frac{Q}{t * 60 * h * (T_v - T_p)}$	(11)
Temperatura promedio del jugo (T_p), [°C]	$T_p = \frac{T_e + T_f}{2}$	(12)
Ancho de la paila (W), [m]	$W = 1,4 \text{ m}$	(13)
Largo de la paila (l), [m]	$l = \frac{V_j}{A}$	(14)
Alto de la paila (H), [m]	$H = \left(\frac{V_j}{A}\right) * 1.4$	(15)
Flujo másico de vapor (m_v), [Kg/s]	$m_v = \frac{Q}{t * 60 * h_{fg}(T_v)}$	(16)
Entalpia de vaporización (h_{fg}), [Kj/Kg]	$(T_v) = - 4,55919E-5 * T_v^3 + 0,017 * T_v^2 - 5,19452 * T_v + 2664,59431$	(17)
Volumen específico del vapor (V_g), [m ³ /Kg]	$V_g = 7,062e-0,02T_v$	(18)
Diámetro de la tubería de vapor (D), [plg]:	$D_p = \sqrt{\frac{m_v * V_g * 4}{v * \pi}} * \left(\frac{100}{2.54}\right)$	(19)

RESULTADOS

Una vez establecidos los procedimientos se plantean los siguientes resultados para cada etapa de desarrollo de la investigación.

Fase I: Cálculo de Coeficiente de Transferencia de Calor.

En la figura 3 se muestra la variación de la temperatura y °Brix en jugo de caña a lo largo

del experimento 1. En ella se observa claramente el aumento de ambos factores con el tiempo, debido a que el suministro de energía es usado para aumentar temperatura, y evaporar agua. Estos datos se usaron para establecer la temperatura final de cada etapa de evaporación de acuerdo a la cantidad de agua a evaporar.

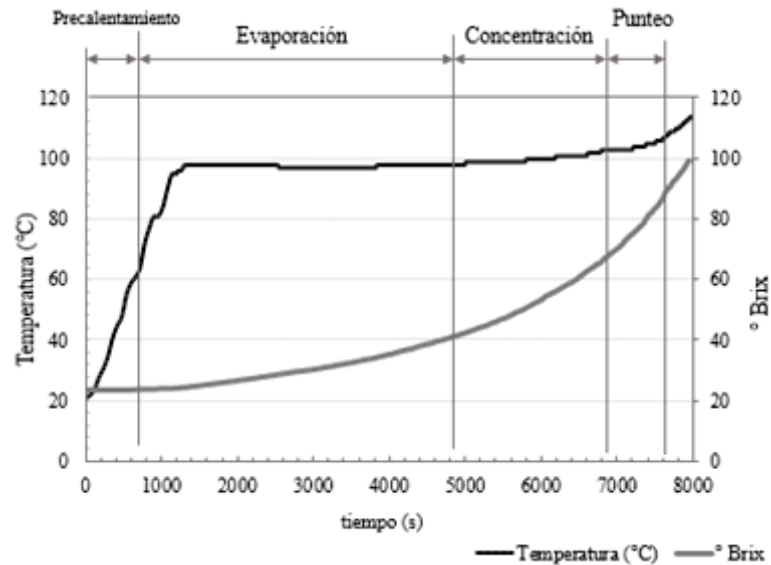


Figura 3. Variación de temperatura y °Brix en función del tiempo.

En la figura 4 se observa como varia el coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña (h) en el tiempo. Adicionalmente se delimitan dentro de la misma las etapas de calentamiento, evaporación, concentración y

punteo de acuerdo a las temperaturas; lo cual permite calcular el valor promedio de h en cada una de ellas y la desviación estándar (σ), presentados en la tabla 4.

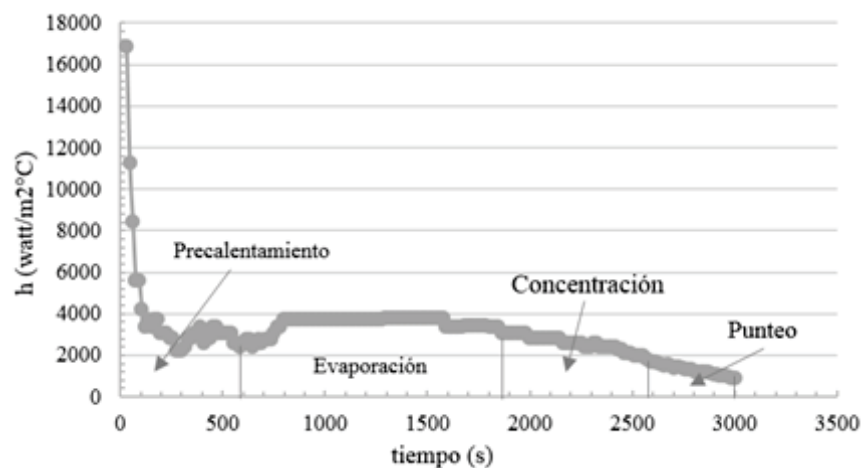


Figura 4. Coeficiente de transferencia de calor (h) Vs el tiempo (s).

Tabla 4. Coeficientes de Transferencia de Calor Promedio para cada etapa.

Etapa	$h(W/m^2\text{°C})$	$\sigma (W/m^2\text{°C})$
Precalentamiento	4407,275	3375,00
Evaporación	3197,093	591,21
Concentración	1621,448	90,39
Punteo	1021,987	140,01

Fase II: Diseño de las pailas para un central panelero a vapor

En esta fase se realizó el diseño de las pailas mediante una hoja de cálculo en Excel que permite conocer las dimensiones de cada una a partir de datos iniciales requeridos y los parámetros establecidos para cada etapa. Esta herramienta permite:

- Diseñar las pailas: precalentadora, evaporadora, concentradora y punteadora.
- Calcular los diámetros de las tuberías de vapor, condensado y del jugo.
- Seleccionar la cantidad de válvulas requeridas y la trampa de vapor en cada etapa, suministrando los datos requeridos en cada una de ellas.
- Seleccionar la caldera, a partir del flujo másico de vapor requerido.
- Seleccionar el volumen del tanque de condensado requerido para el proceso, conociendo la masa de condensado en el proceso.
- Calcular el diámetro del Manifold, a partir de los diámetros de las tuberías de vapor de cada paila.

ANÁLISIS

Fase I: Cálculo de Coeficiente de Transferencia de Calor.

Como se observa en la figura 3, la etapa inicial del proceso es un calentamiento en la cual la temperatura del jugo aumenta rápidamente sin pérdida apreciable de masa, por esta razón se asumió una pérdida de 0% de masa de agua, y los °Brix permanecen constantes, se delimitó esta etapa hasta 65°C ya que es la temperatura apropiada de entrada del jugo a la paila evaporadora. La segunda etapa es la evaporación, para la cual se estableció una pérdida de masa de agua 60% de la cantidad total de agua a evaporar, en ella se observa un aumento inicial de temperatura hasta 99°C donde comienza la evaporación de agua y se mantiene constante durante esta etapa. La tercera es la concentración, para la cual estableció una pérdida del 30% de agua resultando una temperatura de salida de 103°C. Finalmente se estableció una pérdida del 10% del total de agua a evaporar en la etapa de punteo para el cual la temperatura final es de 110°C.

En referencia al coeficiente de transferencia de calor, la etapa de calentamiento presenta el mayor valor, debido a que la energía transferida es usada para aumentar la temperatura y se transfiere rápidamente, adicional a que las diferencias de temperatura entre el jugo y la paila es baja por lo que el calor requerido en esta etapa es menor. En la etapa de evaporación el coeficiente es menor pero permanece constante a lo largo de la misma, debido a que la diferencia de temperaturas entre la superficie de la paila y el jugo de caña es aproximadamente la misma, y el calor requerido es superior en esta etapa. Para la concentración y el punteo, los coeficientes de transferencia de calor son menores, debido a que las diferencias de temperaturas entre la superficie de la paila y el jugo son las más altas.

Con los resultados obtenidos se calcularon los coeficientes de transferencia de calor promedios que se presentan en la tabla 4, los cuales se encuentran en el rango de valores presentados por otros investigadores como La Madrid et al. (2014) quien reporta un valor para el coeficiente de transferencia por ebullición entre 3200 y 4800 W/m² °C.

Fase II: Diseño de las pailas para un central panelero a vapor

El diseño de las pailas se realizó en una hoja de cálculo mediante el procesador de datos Excel. Este diseño comienza tomando en cuenta la capacidad de producción ó la capacidad del molino, la eficiencia del molino, temperatura del vapor, °Brix iniciales del jugo y temperatura de entrada del jugo. Para establecer el diseño de las pailas se sigue el procedimiento mostrado en la tabla 3.

A continuación se presenta la hoja de cálculo diseñada donde se calculan las pailas para una capacidad de molino de 2800 Kg caña/h, una temperatura de vapor de 190°C y unos °Brix iniciales de 17. En la figura 5 se muestra la hoja inicial donde se colocan los parámetros requeridos, celdas resaltadas en verde, la cual arroja las masas de jugo y de agua total a evaporar en las cuatro pailas, celdas azules.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Parámetros requeridos para el dimensionamiento de pailas,						
2	se deben introducir los datos con las unidades requeridas.						
3							
4	Capacidad del Molino (Cm) [Kg de caña/h]	2800					
5	Eficiencia del Molino (Eff) [%]	60					
6	Capacidad de Producción (CP) [Kg de panela/h]	0					
7	Temperatura del Vapor (Tv) [°C]	190					
8	°Brixin del jugo (Bj) [Brix]	17					
9	Temperatura de entrada del jugo (Te) [°C]	25					
12	Masa de Jugo (mj) [Kg]	1680					
13	Masa de agua a evaporar () [Kg]	1369,56522					
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Figura 5. Hoja de cálculo Parámetros Requeridos.

La figura 6 muestra el cálculo de la paila evaporadora, el mismo formato lo muestran las hojas de cálculo para cada paila. Las celdas marcadas en verde son datos requeridos y las marcadas en azul son los cálculos establecidos

de acuerdo a las ecuaciones de la tabla 3. En cada hoja se encontrará el dimensionamiento de la paila, de las tuberías de vapor, condensado y jugo, la cantidad de válvulas requeridas y la trampa de vapor necesaria.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Masa de agua a evaporar (mH ₂ O) [Kg]	821,73913							
2	Tiempo de operación (t) [min]	16							
3	°Brix del jugo a la salida (Bj) [Brix]	33,2765957							
4	Volumen de Jugo de caña (Vj) [m ³]	1,68							
5	Calor específico a la entrada (Cp) [Kj/Kg°C]	3,75364							
6	Calor específico a la salida (Cp) [Kj/Kg°C]	3,34542298							
7	Calor específico promedio (Cp) [Kj/Kg°C]	3,54953149							
8	Calor requerido (Q) [Kj]	2514178,46							
9	Calculo area de transferencia de calor (A) [m ²]	7,58482986							
10	Ancho de paila (w) [m]	1,4							
11	Largo de paila (l) [m]	5,41773561							
12	Altura de la paila (H) [m]	0,31009265							
13	Altura de la falca (F) [m]	0,12							
14	Entalpia de vaporización (hfg) [Kj/Kg]	1978,62067							
15	Flujo masico de vapor (mv) [Kg/seg]	1,32361697							
16	Volumen específico del vapor (Vg) [m ³ /Kg]	0,15798239							
17	Presión del vapor (Pv) [atm]	10,99644							
18	Velocidad para el vapor (v) [m/seg]	40							
19	Diámetro tubería de vapor (Dv) [pulg]	3,21200597							
20	Temperatura del condensado (tc) [°C]	163							
21	Densidad del liquido (p) [Kg/m ³]	904,770423							
22	Densidad del jugo (ps) [Kg/m ³]	1123,97642							
23	Diámetro tubería de Condensado (Dc) [pulg]	2,40296696							
24	Tiempo requerido para el traslado del jugo (tt) [min]	2,5							
25	Diámetro tubería de jugo (Dj) [pulg]	1,82997701							
26									

Figura 6. Hoja de cálculo Paila Evaporadora.

La figura 7 presenta los cálculos relacionados con la caldera donde se obtienen la potencia de la caldera, el volumen del tanque de condensado y el diámetro del manifold. La caldera seleccionada como suministro de energía al proceso dependerá de la cantidad de vapor requerido en el central y de la presión del mismo, para ello se seleccionó una caldera

acuatubular de tubos rectos, en la cual el agua circula por el interior de los tubos y los humos o gases producto de combustión circulan por la parte exterior de estos. Estas calderas presentan mayor eficiencia, capacidad, presión y rapidez de respuesta, elasticidad de diseño en cuanto a espacio y capacidad, simplicidad en la limpieza interna y externa de los tubos (Duque, 2002).

	A	B	C	D	E	F
1	Potencia requerida (P) [BHP]	719,249933				
2	Volumen del tanque (Vt) [L/hr]	18629,1564				
3	Diámetro del Manifold (Dm) [pulg]	9,52788352				
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Figura 7. Hoja de Cálculo Parámetros de la Caldera.

CONCLUSIONES

La implementación de un central panelero a vapor, es una tecnología innovadora para la producción de panela que se emplea en algunos trapiches colombianos y que presenta algunas ventajas como mejoramiento en la calidad del proceso, incremento de rendimiento y capacidad de producción, disminución de daños causados al medio ambiente, reducción de tiempos de producción, entre otras.

Se evaluaron las temperaturas de entrada y salida para cada parte del proceso de forma experimental permitiendo calcular el coeficiente de transferencia de calor del jugo de caña para cada etapa de producción de panela, que se usó posteriormente en el diseño de las pailas.

El coeficiente de transferencia de calor calculado para jugo de caña tachirense representa un importante aporte para la industria panelera rural, el cual podrá ser empleado en el mejoramiento de centrales existentes o en el diseño de nuevos procesos. Sus valores se encuentran en el rango reportado por otros autores.

El diseño de las pailas se realizó de forma sencilla mediante una hoja de cálculo en Excel, que permite dimensionar las mismas a partir de

datos iniciales como capacidad de producción o capacidad del molino; además de calcular diámetros de tuberías, potencia de la caldera y diámetro del manifold para la distribución de vapor.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada para realizar esta investigación del Laboratorio de Investigación en Ciencias Básicas e Ingeniería (LICBI), Laboratorio de Investigación en Termofluidos especialmente al profesor Orlando Pérez y al Laboratorio de Bioquímica de la UNET.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acosta, J. Diagnóstico de los Centrales Paneleros para Mejorar la Calidad de la Panela en el Estado Táchira. San Cristóbal. Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2002.
- Carrero, Y. Desarrollo de una paila evaporadora multicapas para centrales paneleros. Trabajo presentado para ascender a la categoría de profesor asistente. San Cristóbal. Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2004.
- Duque, J. Fundamentos de Plantas de Potencia. Trabajo presentado para ascender a la

- categoría de profesor asociado. San Cristóbal. Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2002.
- González K. Determinación de las pérdidas energéticas y sus puntos críticos en hornillas paneleras Ward-cimpa en la Hoya del río Suárez. Trabajo de grado presentado para optar al título de ingeniero químico. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2010.
- Incropera, F.; Witt, D. Fundamentos de Transferencia de Calor. (4a.ed.). México, PRENTICE HALL. 1999.
- La Madrid, R.; Delgado, L. y Marcelo D. Modelación matemática de la transferencia de calor en un intercambiador de calor abierto para producción de panela granulada. XXI Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente. Universidad de Piura. Piura. 2014.
- La Madrid, R.; Marcelo D.; Saavedra, D. y Mendoza. E. Análisis numérico del proceso de transferencia de calor en intercambiadores de calor abiertos. XXII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente. Universidad de Piura. Arequipa. 2015.
- Mendieta, O. y Escalante, H. Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 14(2), 113-127. 2013.
- Ordoñez, R., Hernández, C. y Pedraza, L. Modelado de un Sistema de Evaporación de Múltiple Efecto para la Producción de Panela (Azúcar no Centrifugado). Información Tecnológica. 23(6), 105-120. 2012.
- Sandoval, G. Caracterización Técnica y Cultural de la Cadena Agroindustrial Panelera. Santander. CIMPA, CORPOICA. BARBOSA. 2001.
- Spencer, M. Manual de la Caña de Azúcar. (3ª.ed.). México. MCGRAWHILL. 1982.
- Velásquez A.; Héctor I.; Agudelo S., Jorge I.; Álvarez G., Jorge I. Mejorando la producción de panela en Colombia. LEISA. Revista de Agroecología. Disponible en: <http://goo.gl/Tey5XRn>. 2005

CIENCIAS EXACTAS

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN PANELAS DE LOS MUNICIPIOS SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO Y CÁRDENAS DEL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA.

EVALUATION OF QUALITY PARAMETERS IN PANELAS OF THE MUNICIPALITIES OF SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO AND CÁRDENAS AT TACHIRA STATE, VENEZUELA

Autores:

Solórzano, Carmen; Montilva, Leonarda

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela

Corresponding author: csolorza@unet.edu.ve

RESUMEN

Se analizaron muestras de panela en bloque y granulada de diferentes centrales paneleros ubicados en los municipios con tradición en la elaboración de este producto artesanal del estado Táchira y se determinaron aspectos que influyen en la calidad del producto final. Debido a que en el país no existe una norma técnica para panela se usó como referencia las normas técnicas ecuatorianas y colombianas. Se hizo el análisis microbiológico para organismos aerobios mesófilos, hongos y levaduras, además parámetros físicoquímicos de humedad, sólidos solubles y pH. Los valores obtenidos se analizaron con apoyo de estadística descriptiva. Los resultados para humedad arrojaron valores medios para panela granulada de 6,51% y en bloque de 4,04%; los sólidos solubles están ubicados en 87,68 y 88,27 °Brix y el pH promedio de 5,80 y 5,71. Los resultados para el recuento de mohos y levaduras en panela arrojaron valores por debajo de los establecidos en las normas técnicas Ecuatoriana NTE INEN 2331, NTE INEN 2332 (2002) y la norma técnica Colombiana NTC 1311 (2009). El análisis de humedad para panela granulada arrojó valores muy altos al utilizar como guía las normas ecuatorianas y colombianas. La evaluación microbiológica según norma COVENIN 902-1987 y recuento de mohos y levaduras según norma COVENIN 1337-1990, indican que la panela evaluada se considera aceptable para consumo humano. Se concluye que se requiere establecer la norma técnica venezolana para regular y estandarizar los parámetros de calidad para panela en bloque y pulverizada.

ABSTRACT

Panela block and granulated samples were analyzed at different agro-industries in the municipalities with tradition producing this handmade Táchira's product and aspects that influence the quality of the final product were determined. Because there is no technical standard for panela in this country, Ecuadorian and Colombian technical standard were used as reference. Microbiological analysis for organisms aerobic mesophilic, fungi and yeast, in addition physicochemical parameters of humidity, pH and soluble solids was made. The values obtained were analyzed with descriptive statistics support. The results average moisture values for granulated panela 6,51% and for block panela 4,04%; soluble solids are located at 87,68 and 88,27 °Brix and the average pH of 5,80 and 5,71. The results for yeast and fungi count values below those established in the Ecuadorian technical standards NTE INEN 2331, NTE INEN 2332 (2002) and Colombian technical standards NTC 1311 (2009). The analysis of parameters such moisture in granulated panela shows very high using as guide the Ecuadorian and Colombian standards values. The microbiological evaluation with standard COVENIN 902-1987 and yeast and fungi reckoning with standard COVENIN 1337-1990, indicates that the panela is considered acceptable for human consumption. It is concluded that is require to establish a Venezuelan technical standards to regulate and standardize the quality parameters for block and granulated panela.

Palabras Clave: Panela, análisis microbiológico, sólidos solubles, humedad, calidad.**Key Words:** Panela, microbiological analysis, soluble solids, humidity, quality.

espeso permitiendo a continuación que el jarabe se solidifique y granule por batido”.

La característica artesanal de la agroindustria rural de la panela le ha adicionado nuevos sectores de consumidores, aquellos que buscan alimentos menos refinados, con aportes adicionales de nutrimentos y que favorezcan a los productores locales. Sin embargo, los consumidores también exigen la calidad de los productos artesanales, y esto se logra controlando parámetros que son considerados por sus atributos sensoriales: color, textura, apariencia y sabor.

Los factores que influyen en los atributos sensoriales y en los parámetros físicos y químicos de la panela pueden clasificarse en dos grandes grupos, los agroecológicos, que tienen que ver con las condiciones del ecosistema en caña panelera, incluye factores físicos como el relieve, suelo, altura, horas de luz, vientos y precipitaciones y los asociados al procesamiento de la panela, como tiempo de apronte, condiciones de almacenamiento de la caña, prelimpieza y limpieza de jugos, cantidad de cal agregada, método de clarificación, pureza de la cal, tipo y dosis del floculante, velocidad de calentamiento, eficiencia energética del proceso, temperatura de punteo, método de batido y condiciones de almacenaje (Hernández *et al.*, 2004; Hernández, 2005; Solórzano *et al.*, 2013).

En consecuencia, una vez procesada la panela puede verse afectada por la aparición de mohos, levaduras y microorganismos aerobios mesófilos, que pueden producir alteraciones en la calidad del producto como cambios en el color, olor y sabor, de igual manera actúan ocasionando modificaciones químicas de carácter organoléptico y nutricional, afectando la duración de conservación del producto en el mercado (Pujol *et al.*, 2008). El recuento de mohos, levaduras y microorganismos aerobios mesófilos refleja la calidad sanitaria del producto, indicando las condiciones de higiene de la materia prima y la forma como fue manipulado el producto antes de ser empacado.

En el marco de las consideraciones anteriores, las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos son reguladas por normas y reglamentos técnicos, tal es el caso de la panela de caña. Sin embargo

no existe un reglamento técnico normativo para el producto en Venezuela que establezca los requisitos que debe cumplir la panela en sus presentaciones sólida o granulada para el consumo humano.

En el estado Táchira existen centrales paneleros dedicados a la producción comercial de panela en presentaciones sólida y granulada, por ello se plantea la necesidad de evaluar en qué medida el producto proveniente de distintas agroindustrias rurales regionales se corresponde con los parámetros de calidad establecidos en las normas técnicas de países vecinos, como Colombia y Ecuador, los cuales manejan condiciones agroecológicas, sociales y técnicas similares a la expresada en los andes tachirenses.

MÉTODO

La presente investigación deriva de un proyecto de extensión que abarca el seguimiento de nueve centrales paneleros productivos en los municipios Sucre, Junín, Ayacucho y Cárdenas del Estado Táchira. Con el objeto de evaluar aspectos que inciden en la calidad de la panela se realizó análisis de parámetros fisicoquímicos como humedad, sólidos solubles y pH; además análisis para microorganismos mesófilos, levaduras y hongos, utilizando los métodos de ensayo para alimentos de las normas venezolanas COVENIN 902 (1987) y COVENIN 1337 (1990), comparando los valores con respecto a los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Ecuatoriana NTE INEN 2331, 2332 (2002) y la Norma Técnica Colombiana NTC 1311 (2009).

Se sometió a muestreo todos los lotes del producto elaborado en cada uno de los nueve centrales paneleros. Los datos obtenidos fueron sometidos a técnicas de registro y tabulación, lo que permitió la síntesis de los mismos en función de su posterior estudio, utilizando para ello la estadística descriptiva, estimando frecuencias relativas y valores promedio de los parámetros evaluados.

Muestreo del producto

Se siguió la metodología de muestreo propuesta en la norma COVENIN 236 (1979)

para azúcar, ya que no se cuenta con norma de muestreo para panela en Venezuela. Se tomaron 5 muestras primarias de panela en puntos diferentes de cada uno de los lotes de los centrales paneleros, los cuales no sobrepasaban las 30 toneladas del producto en ninguno de los casos. Las muestras guardadas en bolsas selladas fueron debidamente identificadas de acuerdo con el tipo de presentación, se manejó la letra “b” para

bloque y la letra “g” para la panela granulada, se le identificó con el nombre comercial o nombre del productor y la localidad donde se recolectó (Tabla 1).

Las muestras primarias fueron trasladadas a la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), almacenadas en nevera a 10°C por un lapso de 15 días.

Tabla 1. Identificación de muestras de panela del estado Táchira

Código de muestra	Municipio
M ₁ b	Ayacucho
M ₂ b	Ayacucho
M ₃ b	Cárdenas
M ₄ g	Ayacucho
M ₅ g	Ayacucho
M ₆ g	Sucre
M ₇ b	Junín
M ₈ b	Junín
M ₉ b	Sucre

Las muestras primarias de panela extraídas fueron agrupadas y combinadas para conformar una mezcla compuesta para cada uno de los lotes. En todos los casos las muestras compuestas se redujeron por método de cuarteo, hasta obtener solo tres réplicas por lote de 500g cada una.

El análisis físicoquímico (humedad, pH y sólidos solubles) se realizó en el Laboratorio de Investigación en Ciencias Básicas e Ingeniería (LICBI) y el análisis microbiológico en el Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de la UNET.

Determinación de Humedad

A las muestras se les determinó humedad por duplicado utilizando el método propuesto en la Norma COVENIN 238 (1994). Se colocó 5 g de panela en cápsula de vidrio, se pesaron en balanza analítica Larko con grado de apreciación de ± 0.001 g; se colocaron en la estufa a 110 °C durante 24 horas, una vez transcurrido el tiempo se retiraron de la estufa,

se dejó enfriar y se pusieron en desecador durante 30 minutos, posteriormente se pesaron en balanza analítica y se calculó el porcentaje de humedad mediante la fórmula: $\% \text{ Humedad} = (P_i - P_f) / P_i \times 100$. Donde: P_i : peso al inicio y P_f : peso al final.

Determinación de pH

Las muestras se diluyeron previamente en agua destilada en una proporción 1:1 para determinar el pH a temperatura ambiente, usando un pH-metro marca Crison anteriormente calibrado.

Determinación de sólidos solubles

Para la determinación de los sólidos solubles se utilizó un refractómetro VEE GEE modelo BX-90 con precisión de $\pm 0,2\%$. Las muestras se diluyeron en una proporción 1:1 de panela y agua destilada, las lecturas medidas se corrigieron según tabla que incluía el refractómetro para temperatura ambiente de 27°C.

Análisis microbiológico

Para la elaboración de las soluciones se diluyeron las muestras de panela en agua peptonada al 0,1% por el método del enjuague. Para ello se pesaron 225 g de panela en bloque, se colocaron en bolsas estériles y se les adicionó 225 ml de agua peptonada, o en su caso, se pesaron 10 g de panela granulada y se les adicionó 90 ml de agua peptonada. Las bolsas con sus respectivas muestras se agitaron vigorosamente hasta su completa dilución. A partir de estas soluciones se procedió a obtener diluciones de 10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} y 10^{-4} de todas las muestras.

Para el recuento total de aerobios mesófilos se colocó 1 ml de la solución en placas de Petri previamente preparadas con un medio de cultivo Agar Triptona Glucosa Extracto de Levadura (TGE), incubado a 32°C por 48 h. Una vez transcurrido el tiempo se seleccionaron las placas que tuvieran entre 30-300 colonias según la norma COVENIN 902 (1987).

Para el recuento de hongos y levaduras se colocó 1 ml de la solución en placas de Petri previamente preparadas con un medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) con adición de solución antibiótica de cloranfenicol al 0,1% y se incubaron en oscuridad a temperatura ambiente durante 5 días. Transcurrido el tiempo de incubación se seleccionaron las placas que tuvieran entre 20-200 colonias, tal como lo señalan las normas venezolanas COVENIN 1337 (1990).

En ambos casos se realizó la siembra a profundidad, por duplicado y se contaron las colonias con la ayuda de un contador de colonias de campo oscuro. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (ufc/g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica. Contenido de Humedad

De acuerdo con los resultados obtenidos en la determinación de humedad para panela en bloque el valor máximo 5,70% corresponden a muestras de centrales paneleros ubicados en el

municipio Ayacucho, para la panela granulada el máximo valor encontrado fue de 6,80 % correspondiente al municipio Sucre (Tabla 2).

Según las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE-INEN 2332 (2002) la humedad para la panela granulada no debe exceder de 3%; mientras que la Norma Colombiana NTC1311 (2009) el valor máximo es de 5%. En este estudio los valores de humedad obtenidos en panela granulada se salen del rango permitido, siendo el promedio de 6,51% (Tabla 2), sobrepasando el valor máximo permitido en ambas normas, aspecto que no favorece la calidad del producto y los lapsos de vencimiento del mismo por los altos contenidos de humedad presente. Mujica *et al.* (2008), reportan que el contenido de humedad para almacenamiento de la panela debe estar preferiblemente por debajo de 3% y nunca por encima de 5 %.

El contenido elevado de humedad de la panela favorece la inversión de los azúcares y el crecimiento de hongos y bacterias, ocasionando cambios en el color por descomposición y formación de ácidos orgánicos, que afectan la calidad del producto (Uppal y Sharma, 1999 citado por Tiwari *et. al.*, 2004; Singh *et al.*, 2012).

Para la panela en bloque, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2331 (2002) establece un valor máximo de 7 % mientras que la Norma Colombiana NTC1311 (2009) da un valor máximo de 9 %. Los resultados obtenidos en las muestras evaluadas para panela en bloque en promedio fueron de 4,04 % (Tabla2), encontrándose dentro de los parámetros permitidos.

Determinación de pH

En relación con la determinación de pH, la muestra de panela mas alcalina se consiguió en el municipio Cárdenas con un valor de pH= 5,98 y la más ácida corresponde a pH=5,49 en el municipio Ayacucho, (Tabla 2).

La norma colombiana no detalla los valores de pH que debe tener la panela en bloque o granulada, mientras que las normas ecuatorianas especifican que debe ser de 5,90. El resultado promedio de las muestras tachirenses arrojó 5,71 para la presentación granulada y 5,80 para

la panela en bloque (Tabla 2), acercándose a los requerimientos normados. Estos valores contrastan con los obtenidos por Hernández y Amaya del INIA-Táchira (2000), quienes encontraron un rango de pH más amplio de 3,96 a 7,02 para panelas comerciales producidas en diferentes municipios del estado Táchira.

Estudios similares efectuados por Rodríguez *et al* (2004), en la Hoya del Río Suárez en Colombia, determinó que el pH variaba entre 5,77 y 6,17. Por otra parte, evaluaciones realizadas en la India por Sing *et al* (2012), reportan valores de 6,5-6,9. Con respecto al pH, su relevancia se basa en que puede ser un indicador de exceso de cal durante el proceso de obtención de la panela.

Tabla 2. Caracterización físicoquímica de panelas en municipios del estado Táchira

Código	Municipio	Humedad (%)	pH	°Brix
M ₁ b	Ayacucho	2,50	5,92	88,6
M ₂ b	Ayacucho	5,70	5,82	87,6
M ₃ b	Cárdenas	5,30	5,98	88,6
M ₇ b	Junín	4,28	5,89	87,6
M ₈ b	Junín	3,44	5,60	86,6
M ₉ b	Sucre	3,01	5,58	87,1
Promedio panela en bloque		4,04	5,80	87,68
M ₄ g	Ayacucho	6,38	5,82	88,6
M ₅ g	Ayacucho	6,35	5,49	88,6
M ₆ g	Sucre	6,80	5,82	87,6
Promedio panela granulada		6,51	5,71	88,27
Promedio ? total/9			5,77	87,88

Determinación de Sólidos solubles

Como resultado de la medición de los sólidos solubles se observa valores similares para ambas presentaciones en bloque y granulada, siendo estas en promedio de 87,68 y 88,27 °Brix respectivamente.

Las normas técnicas ecuatoriana y colombiana, no especifican el contenido de sólidos solubles totales que debe tener la panela, sin embargo esta es una variable cuya medición es sencilla cuando se cuenta con el refractómetro, a los fines de controlar parámetros relacionados con la calidad del producto.

Mujica *et al.* (2008) reportan valores superiores de sólidos solubles totales en panelas granuladas provenientes de variedades de caña Puerto Rico 61632 y Mayarí 5514 (96,4 °Brix), mientras que Hernández y Amaya (2000) reportan valores más cercanos a los

obtenidos en este estudio (74,24 y 84,00 °Brix). Por otra parte los valores estipulados por el Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá (2007) como requisitos para panela sólida van de 87 a 89 °Brix y para la panela granulada de 90 a 94 °Brix. En este sentido los hallazgos encontrados en el presente estudio en sus dos presentaciones, en bloque y granulada fueron similares, siendo el promedio de 87,68 y 88,27 °Brix respectivamente (Tabla2), aspecto que llama la atención ya que para la panela granulada se reportan valores con mayor contenido de sólidos solubles.

Análisis microbiológico. Recuento total de mohos y levaduras

Los promedios para el recuento de mohos y levaduras más bajos los arrojó las muestras de panela en bloque con $3,8 \times 10^1$ ufc/g y por el contrario los valores promedio más altos de microorganismos aerobios mesófilos con $7,17 \times 10^1$ ufc/g, por otra parte la panela

granulada arrojó valores promedio más altos para mohos y levaduras $6,33 \times 10^1$ ufc/g y en promedio valores más bajos para aerobios mesófilos $4,67 \times 10^1$ ufc/g, (Tabla 3).

Según la norma ecuatoriana para el recuento de mohos y levaduras en panela granulada el nivel considerado de buena calidad es 100 ufc/g y no debe pasar las 200 ufc/g tomando un mínimo

de 3 muestras para analizar, no permitiendo más de 2 muestras con valores máximos. En este sentido las muestras analizadas en la presentación granulada de las panelas evaluadas se encuentran dentro del rango aceptable, siendo el promedio total de 63,3 ufc/g, el valor más elevado fue de 155 ufc/g, correspondiente a una de las muestras del municipio Ayacucho (Tabla 3).

Tabla 3. Recuento total de mohos, levaduras y aerobios mesófilos (ufc/g) de panelas en diferentes municipios del estado Táchira

Código	Municipio	Mohos y levaduras	Aerobios mesófilos
M _{1b}	Ayacucho	$1,5 \times 10^1$	3×10^1
M _{2b}	Ayacucho	$1,5 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$
M _{3b}	Cárdenas	5×10^1	19×10^1
M _{7b}	Junín	$2,5 \times 10^1$	3×10^1
M _{8b}	Junín	2×10^1	9×10^1
M _{9b}	Sucre	$10,5 \times 10^1$	$7,5 \times 10^1$
Promedio panela en bloque		$3,8 \times 10^1$	$7,17 \times 10^1$
M _{4g}	Ayacucho	$0,5 \times 10^1$	1×10^1
M _{5g}	Ayacucho	$15,5 \times 10^1$	$10,5 \times 10^1$
M _{6g}	Sucre	3×10^1	$2,5 \times 10^1$
Promedio panela granulada		$6,33 \times 10^1$	$4,67 \times 10^1$

En cuanto a la panela en bloque el nivel considerado de buena calidad por la norma ecuatoriana para el recuento de mohos y levaduras es 200 ufc/g y no debe pasar las 500 ufc/g tomando un mínimo de 3 muestras para analizar, no permitiendo más de 2 muestras con valores máximos, en el análisis de las panelas evaluadas el máximo valor encontrado fue de 105 ufc/g (Tabla 3). De acuerdo a los resultados arrojados en las muestras evaluadas tanto la presentación granulada como la sólida cumplen con los estándares de calidad de la norma ecuatoriana.

Según la norma colombiana este parámetro varía, siendo igual tanto para la presentación en bloque como para la granulada el requisito para el recuento de mohos y levaduras, considerado un parámetro normal 50 ufc/g y valores máximos de 150 ufc/g tomando un

mínimo de 5 muestras para el análisis y no permitiendo más de 2 muestras con valores máximos. En el estudio realizado los resultados arrojados para la panela evaluada con código M_{5g} del municipio Ayacucho (Tabla 3) no cumple con esta medida señalada en la norma colombiana.

Recuento de microorganismos aerobios mesófilos

En cuanto a calidad microbiológica más de la mitad de las muestras se ubican con <30 ufc/g de Mohos y levaduras y con 30-100 ufc/g de aerobios mesófilos. En relación con la norma venezolana COVENIN 1337 (1990) para mohos y levaduras en alimentos, estima un límite máximo de 100 colonias, los resultados de la panela tachirenses agrupan el 77,77% de las muestras por debajo de ese valor, (Tabla 4).

Tabla 4. Valores porcentuales de calidad microbiológica en panelas del estado Táchira

Parámetros	Mohos y levaduras (%)	Aerobios mesófilos (%)
<30 ufc/g	55,55	33,33
30-100 ufc/g	22,22	55,55
100-300 ufc/g	22,22	11,11
>300 ufc/g	0	0

Existe similitud en el trabajo reportado por Pujol *et al.* (2008) donde el número de recuentos microbiológicos para aerobios mesófilos de las muestras de panela fue bajo, el 76% de las mismas presentaron recuentos estimados menores a 100 ufc/g, que en el caso de las panelas tachirenses el 88,88% de las muestras tuvo recuentos estimados menores a 100 ufc/g (Tabla 4).

En relación con la norma venezolana COVENIN 902 (1987) para determinación cuantitativa de colonias de bacterias aerobias en alimentos, establece un límite máximo de 300 colonias, en este sentido los resultados de la panela tachirenses en ninguno de los casos llegó a superar este valor (Tabla 4).

CONCLUSIONES

El análisis de parámetros como humedad para panela granulada arrojó valores muy altos utilizando como referencia las normas ecuatorianas y colombiana, lo que indica que se debe optimizar la temperatura de punteo para normalizar este valor.

Los sólidos solubles y pH de las muestras evaluadas se acercan a los valores normales reportados por otros trabajos de investigación. Para la panela granulada se reportan valores con mayor contenido de sólidos solubles, aspecto muy relacionado con condiciones de maduración de la caña, temperatura de punteo y humedad del producto.

El análisis microbiológico para presencia de hongos y levaduras realizado a las muestras de panela en bloque y granulada proveniente de diferentes centrales paneleros ubicados en el estado Táchira, al ser evaluado con las normas técnicas Ecuatoriana NTE-INEN 2331 (2002) - NTE INEN 2332 (2002) y la norma técnica Colombiana NTC 1311 (2009) arrojó resultados satisfactorios, de tal modo que el producto no constituye riesgo para el consumidor.

Los resultados obtenidos como recuento estándar por gramo de muestras de panela sólida y granulada según el método establecido en la norma COVENIN 1337 (1990) y COVENIN 902 (1987) para evaluar la calidad microbiológica en alimentos califican a las panelas como aceptable para consumo humano, esto se explica dado que es un producto en cuyo proceso se alcanzan temperaturas de punteo de aproximadamente 118°C para panela sólida y por encima de los 123°C para panela granulada, además de los porcentajes de humedad del producto por debajo del 7%, aspectos que favorecen la preservación del producto.

Los parámetros evaluados están relacionados con la elaboración, almacenamiento y manipulación en general que ha recibido la panela, en este sentido la panela pudiera contaminarse si al comercializarse no se utilizan envases que aseguren su protección, que puedan alterar sus características fisicoquímicas y aspectos relacionados con la salubridad e higiene del producto, afectando las cualidades organolépticas.

Se requiere establecer la norma técnica venezolana para regular y estandarizar los parámetros de calidad para panela sólida y pulverizada y tener una guía de evaluación local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, R.; Ríos, E.; Martínez, A.; Ramos F.; Cruz, J. y Cuevas, M. Uso de cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27(1) 31-39. 2011.
- Hernández, E. Aspectos agronómicos del cultivo de la caña panelera. FONAIAP – CENIAP. Bramón estado Táchira. Colección N° 47 Enero-Marzo. 1995.
- Hernández, E. y Amaya, F. Referencia tecnológica para el proceso de obtención de panela de calidad. INIA-Táchira. Venezuela. 2000.
- Hernández, E.; Amaya, F.; Y Giraldo-Vanegas, H. Alternativas tecnológicas para la producción de caña panelera. MAT, DAINCO, FUNDACITE: San Cristóbal. 149, 2004.
- Hernández, G. Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de chiapas, México. *INCI* [online] 33(11) 855-860, 2008. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008001100016 [Consulta septiembre 2015].
- Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. Reglamento técnico DGNTI-COPANIT 80. Tecnología de los alimentos. Productos de azúcar. Panela. 15, 2007. Disponible en: <http://www.mici.gob.pa/imagenes/pdf/R.T-80-2007.pdf> [Consulta agosto 2015].
- Mujica, V. Guerra, M. Y Soto, N. Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. *Interciencia.* 33(8): 598-603, 2008.
- Norma Venezolana COVENIN 1337-90. Alimentos. Recuento de mohos y levaduras. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1337-1990.pdf>. 1990 [Consulta agosto 2015].
- Norma Venezolana COVENIN 236-79. Azúcar. Método de muestreo. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/236-79.pdf> 1979 [Consulta agosto 2015].
- Norma Venezolana COVENIN 238-94. Azúcar. Determinación del contenido de humedad. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/238-94.pdf> 1994 [Consulta agosto 2015].
- Norma Venezolana COVENIN 902-87. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/902-87.pdf> 1987 [Consulta agosto 2015].
- Norma Técnica Colombiana 1311 (NTC 1311). Productos Agrícolas. Panela. Tercera actualización. ICONTEC. Colombia. 1-16,. 2009.
- Norma Técnica Ecuatoriana 2331 (NTE INEN 2331). Panela Sólida. Requisitos. Primera Edición. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Ecuador. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2331.2002.pdf> 2002 [Consulta agosto 2015].
- Norma Técnica Ecuatoriana 2332 (NTE INEN 2332). Panela Granulada. Requisitos. Primera edición. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Ecuador. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2332.2002.pdf> 2002 [Consulta agosto 2015].
- Pujol, V.; Díaz, J.; Rodríguez, E.; y Arias, M. Contaminación microbiológica y actividad antimicrobiana del azúcar de caña cristalizada sobre algunos agentes de interés médico en Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 56(2):431-437, 2008.

- Roa, J.; y Rodríguez, N. Utilización de bagazo de caña de azúcar amonificado en ovejas mestizas West African. Trabajo presentado en II Jornadas Integrales de Caña de Azúcar UNET. 2006.
- Rodríguez, G.; García, H. Roa, Z. y Santacoloma, P. Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/AGSF_WD6s.pdf 2004[Consulta agosto 2015].
- Sanabria, J. Diagnóstico de los componentes comercialización y consumo de panela en los municipios San Cristóbal y Cárdenas del estado Táchira. Universidad Nacional Experimental del Táchira: San Cristóbal, Venezuela. Tesis de pregrado no publicada. 2006.
- Singh, P.; Suman, A.; Arya, N.; Gupta, R.; And Rai, R.K. Evaluation of sugarcane jaggery shelf life under modified environments: influence of physico-chemical and microbial properties. Indian Journal of Sugarcane Technology 27(01):32-36, 2012.
- Solórzano, C.; Carrero, Y.; Padilla, V.; Alayón, M. y Herrera, J. Desempeño ambiental de la agroindustria rural de caña panelera en el municipio Junín, estado Táchira, Venezuela. Revista Científica UNET 25 (1):38-45, 2013.
- Solórzano, C. y Carrero, Y. Identificación de impactos ambientales en la agroindustria rural en caña panelera del estado Táchira – Venezuela. Trabajo presentado en IV Congreso Internacional de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en Monterrey, México. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/ivciccds/?view=featured> 2013 [Consulta septiembre 2015].
- Tiwari, G., Sanjeev, K. Y Prakash, O. Evaluation of convective mass transfer coefficient during drying of jaggery. Journal of Food Engineering. 63:219-227. 2004.

Vol.
1
1987

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
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

Vol.
2
1988

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Respuesta del Corocillo <i>Cyperus rotundus</i> L. a la aplicación directa de fosfato 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. (Hymenoptera: Apidae). - 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

Vol.
3
1989

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Método heurístico para obtener soluciones básicas a los problemas de transporte en programación lineal. - Porras, R.	5
Caracterización morfológica de algunas especies de <i>Albugo</i> , existentes en Maracay, estado Aragua, Venezuela. - Acevedo, R.	15
Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica. - Reyes, I.; Gamboa, J.	19
Prevalencia por Geohelmintos en escolares de San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela. - Molina, A.	27
Manejo de un Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiencia. - Barbosa, C.	35
Evaluación de dos fungicidas sistémicos para el control de la Roya del Café. - Escobar, C. y Bustamante, E.	41
Prevalencia de <i>Stefanuros dentatus</i> en cerdos sacrificados en el matadero de San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. - Morales, O.	47
Morfometría de abejas africanizadas en el estado Táchira, Venezuela. - Perruolo, G.	51
Coleópteros, coprófagos y necrófagos (<i>Scarabaeidae, Silphidae</i>) atraídos a cebos, en bosques venezolanos. - Havranek, D.	55
Estrategia de defensa de la colmena de abejas <i>Apis mellifera</i> , L. (Hymenoptera: Apidae). - Tapias, O.	65

Vol.
4
1990

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela. - Casanova, R. y Perruolo, G.	2
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela. - Casanova, R. y Perruolo, G.	12
Efecto residual a nivel de invernadero de tres rocas fosfóricas del estado Táchira, Venezuela, usando maíz (<i>Zea mays</i> L.) como planta indicadora. - López, A.; Casanova, E.; Chacón, L.; Paz, M.; Guerrero, J.	29
Sensibilidad artística y vocación. - Mora, P.	49
Bionomía de la fauna Anophelica en Socopó, estado Barinas, Venezuela. - Perruolo, G.; Briceño, J.; Briceño, R.; Carter, K.; Gascón, L.; Mazzarri, M.; Segovia, L.; Vizcarrondo, J.; Zerpa, N.	60
Respuesta de las gallinas ponedoras a niveles variables de energía-proteína en la unidad avícola de la UNET. - Romero, I.	73
Separación mecánica y manual de carne y residuos en peces de agua dulce <i>Hoplosternum littoralis</i> y <i>Hoplias malabaricus</i> . - Sánchez, H.	82

Vol.
5
1991

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño y construcción de un fundidor extractor de cera de abejas (<i>Apis mellifera</i> L.) -Báez, F.; Méndez, H.; Casanova, R.; Méndez, J.	1
Análisis microbiológico del queso pasteurizado. -Carreño, M.	11
Identificación de algunos virus de la caraota (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por métodos serológicos y plantas indicadoras en algunos cultivos en el estado Táchira. -Durán, F.	25
Comportamiento a nivel de invernadero del Biofertilizante PHS frente a otras fuentes de fósforo usando maíz (<i>Zea mays</i> L.). -López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.	37
Evaluación de la efectividad agronómica residual a nivel de invernadero del biofertilizante PHS usando maíz (<i>Zea mays</i> L.) como cultivo indicador. -López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.	45
La matemática No-Determinista y la derivación en espacio topológico. -Mirabal, R.	53
Distribución geográfica de las garrapatas que atacan al ganado en el estado Táchira, Venezuela. -Perruolo, G.; Morales, O.; Sánchez, J.	61
Adaptación informacional de la abeja <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae) Parte II. -Tapias, O.; Balderrama, N.	71
Caracterización del proceso de cromado sobre una base metálica. -Duque, L.; Contreras, J.	89
Diseño y construcción de un prototipo de la máquina de fatiga rotativa. -Barrios, J.; Duque, H.	90

Vol.
6
1992

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Tres métodos para controlar la Palomilla de la cera, <i>Galleria mellonella</i> L., en panales almacenados de cera de abejas. -Casanova, R.	15
Escarabajos (<i>Coleoptera. Scarabaeidae</i>) Coprófagos y Necrófagos atraídos a cebos en el estado Táchira, Venezuela. -Havranek, D.	17
Configuración histórica del espacio regional y estrategias para su desarrollo. -Martens, J.	27
El Género <i>Pteridium</i> (<i>Polypodiaceae</i>) en el estado Táchira, Distribución geográfica y comentarios de interés. -Pérez, L.; Pacheco, J.	41
Inventario del nivel de motivaciones de las necesidades de logro, afiliación y poder en los productores de El Nula, estado Apure, Venezuela. -Thielen, J.	51
Pruebas de patogenicidad de <i>Fusarium</i> sp. en plantas de tomate. -Vásquez, R.	67

Vol.
7
1993

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Toxicidad del Néctar de la planta <i>Ryania speciosa</i> Valh (Flacourtiaceae), sobre abejas <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae). -Casanova, R.; Olivares, B.; Mendoza, C.	5
Estructura del Capital total tangible y su relación con la rentabilidad en fincas ganaderas de doble de doble propósito en los municipios García de Hevia y Panamericano del estado Táchira, Venezuela. -Díaz, F.	13
Detección y determinación de taninos en Pulpa de Café secada al ambiente. -González, N.; Ramírez, J.; Aldana, J.; Clifford, M.	23
Incidencia e impacto económico de la despigmentación en un rebaño Brahman registrado. -Montoni, D.; Chacón, M.; Mago, M.	33
El aprendizaje cooperativo y el autoconcepto académico: sus efectos sobre el rendimiento en estudiantes universitarios. -Pernía, I.	41
Distribución geográfica de los Murciélagos (Mammalia: Quiropteros) en el estado Táchira. -Perruolo, G.; Morales, O.	51

Vol.
9(1)
1997

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Anatomía / Morfología	1
Biología / Genética	29
Docencia	44
Ecología	46
Etnobotánica	72
Fisiología / Fotoquímica	76
Jardín Botánico	96
Taxonomía / Sistemática	103

Vol.
9(2)
1997

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Gestión educativa en el jardín botánico de Caracas: Un modelo de aula abierta. - Tecenvi, A.	1
Taxonomía y Biodiversidad. - Aristiguieta, L.	4
El nicho ecológico vegetal: de la fotosíntesis al hiperespacio. - Fariñas, M.	8
Taller: Permisología e información sobre fitodiversidad en Venezuela (Workshop: Permission Policy and Information on Phytodiversity in Venezuela). - Gaviria, J., Zambrano, O., Silva, A., Castellanos, E., Ruiz, Th., De Martino, G. y Sánchez, I.	13
La selva de bejucos ejemplo de bosque natural inestable de la Guayana Venezolana: Avance de Investigación. - Hernández, L.	16
Proyecto libro rojo de las plantas de Venezuela. - Llamosas, S. y Rojas, F.	21
Análisis de las técnicas utilizadas en el estudio fenológico de la vegetación. - Ortiz, R.	24
Presentación y conservación de especies en el palmetum del jardín botánico de Caracas, Venezuela. - Stauffer, F.	30
Jardines Botánicos, conservación de la biodiversidad y política ambiental venezolana. Advertencia necesaria. - Trujillo, B.	34
Corredores ecológicos en los andes de Venezuela - Yerena, E.	42

Vol.
10(1)
1998

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Bolívar y la Religión Católica. - Ballesteros, L.	29
El sistema socio-económico de Bolívar. - Carrillo, T.	31
Bolívar, política, y ética. - Chávez, A.	35
Bolívar y autonomía universitaria. - Díaz, T.	39
Origen de la sociedad bolivariana - Higuera, G.	43
Bolívar y el poder moral - Labarca, P.	55
Bolívar universitario - Lombardi, A.	77
Bolívar escritor ante el espejo de la crítica - Mora, P.	79
Fundamentos para una charla sobre Bolívar en cuanto que escritor - Paredes, P.	87
Bolívar y la unidad hispanoamericana - Rodríguez, L.	89
Los andinos en el marco de la identidad nacional la independencia por estos Lares - Sandoval, M.	91
Bolívar en San Cristóbal - Villamizar, I.	95

Vol.
8(1)
1999

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Comportamiento Agro-Ecológico del <i>Pteridium aquilinum</i> , en el estado Táchira, Venezuela. - Pérez, L.; Pacheco, J.	5
Una respuesta para la Reforma de la Academia de las Universidades - Ramírez, O.	19
Distribución geográfica de <i>Pieridae</i> (Insecta: Lepidóptera) en el estado Táchira, Venezuela. - Rey, F.	37
Inventario de las plantas Medicinales del estado Táchira, Venezuela. - Vera, A.	55

Vol.
8(2)
1999

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Utilización del ramio (<i>Bohemeria nivea</i>) en la alimentación de conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, O. y Zambrano, L.	5
Valores en educación superior y su jerarquía de valores en un grupo de estudiantes, universidad nacional experimental del Táchira - Bortone, R.	23
Evaluación del ingrediente activo coumafos para el control de <i>Varroa jacobsoni</i> en colonias con cría de abejas africanizadas (<i>Apis mellifera</i> L.), ubicadas en el municipio montes, estado Sucre –Venezuela. - Casanova, R.; Barrios, L.; Mendoza, C.	45
Relación entre las abejas <i>Apis mellifera</i> L. y la planta "fruta aguacero" <i>Ryania speciosa</i> valth., en el Parque Nacional Mochima, municipio Sucre, Estado Sucre, Venezuela. - Casanova, R.	55
Densidad estelar hacia el polo sur galáctico - Molina, R.; Stock, J. y Ontiveros E.	63
Fluctuación poblacional de <i>lutomyia</i> spp. (diptera: psychodidae) en zonas endémicas de leishmaniasis en el estado Táchira. Venezuela. - Perruolo, G.; Moncada, A. y Tapias, O.	75

Vol.
12(1)
2000

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Evolución del comportamiento "Grooming" contra *Varroa jacobsoni* (acarid:dermanicidae) en abejas africanizadas ((Hymenoptera:apidae) en el estado Táchira-Venezuela
- **Casanova, R.; Hevia, A.**

1

Nueva especie de *Lepthospaeria* Venezolana.
- **García, E.**

11

Caracterización florística de las parroquias Coquivacoa y Olegario Villalobos del municipio Maracaibo, Estado Zulia.
- **Rey, F.**

19

Clasificación automática de espectros estelares tomados con prisma objetivo
- **Molina, R.**

39

Supervivencia de *Boophilus microplus* en pastizales del estado Táchira, Venezuela
- **Perruolo, G.**

53

Induce de especificidad de la abeja *Apis mellifera scutella* Latreille, en diferentes meses del año.
- **Tapias, O.; Monsalve, J.**

73

Comportamiento de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) sobre nueve líneas de catimor en la finca Tuquerena, Rubio, estado – Táchira.
- **Vivas, A.; Barragán, G.**

93

Vol.
12(2)
2000

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Bledo (*Amaranthus spp*) como ingrediente en dietas para conejos en crecimiento y engorde.
- **Bautista, E.; Barrueta, H.**

1

Daños causados a *Varroa jacobsoni* (acarid:dermanicidae) por comportamiento "grooming" de abejas africanizadas (Hymenoptera.apidae)
- **Casanova, R.**

19

Crecimiento y fertilidad post-parto de hembras mestizas lecheras en un rebaño del norte del estado Táchira, Venezuela.
- **García, J.**

29

Fisonomía de la vegetación y especies vegetales de interesa picola, de altos de Paramillo. San Cristóbal, estado Táchira. Venezuela.
- **Tapias, O.**

61

Vol.
13(1)
2001

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Categorías de la identidad corporativa de las instituciones universitarias
- **Márquez, I.**

1

Aplicación de redes neuronales en espectros estelares
- **Molina, R.; Rosales, M.**

13

Evaluación colorimétrica de 28 muestras de miel de abejas *Apis mellifera* L., provenientes de siete zonas de vida del estado Táchira
- **Mendoza, L.; Casanova, R.**

27

Estudio morfológico de *Sclerotium cepivorum* Berk, agente causal de la pudrición blanca del ajo
- **Moreno, I.; Acevedo, R.**

51

Uso de recursos localmente disponibles para la construcción de nidos artificiales de abejas sin aguijón (Meliponinae)
- **Moreno, F.; Cardozo, A.**

71

Plan de manejo para la conservación de las abejas sin aguijón (Meliponinae) en explotaciones madereras. Caso explotaciones del sur del estado Portuguesa.
- **Moreno, F.; Díaz, L.; Cardozo, A.**

79

Dinámica poblacional de *Culicoides insignis* (Diptera:ceratopogonidae) en el estado Táchira. Venezuela
- **Perruolo, G.**

95

Tendencia de vuelo de la abeja *Apis mellifera scutellata* Latreille. (Hymenoptera:apidae) hacia diferentes sectores geográficos en Altos de Paramillo – Jardín Botánico del Táchira, San Cristóbal – estado Táchira
- **Tapias, O.**

113

Vol.
14(1)
2002

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Evaluación de la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) y ajo porro (*Allium ampeloprasum*) asociados a la cobertura vegetal muerta con un mínimo manejo agronómico
- **Contreras, O. y Moreno, F.**

1

Florae herbariorum tachirensis N° 1: nomina acanthaceae.
- **García, E.; Tapias, O.; Monsalve, G.; Marciano, E.; Acuña, E.**

11

Caracterización taxonómica de la biótica líquénica del jardín botánico del Táchira, San Cristóbal. Edo. Táchira. Venezuela.
- **García, M.**

26

Caracterización y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray.
- **González, N.; Sánchez, F.; Usubillaga, A.**

45

Validación de un biosensor para la detección de mastitis a través de la conductividad eléctrica.
- **Zambrano, S.; Acosta, F.; Contreras, C.**

55

Vol.
14(1)
2002

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Estudio comparativo de las soluciones analítica y numérica para la conducción de calor bidimensional en el estado estable en una pared compuesta - Arévalo, R.	1
Medidor de flujo basado en el principio de disipación de calor - Contreras, C.; Rodríguez, J.; Di Sipio, R.; Tarazona, J.; Contreras, J.	11
Automatización de un sistema híbrido: tres tanques y un surtidor. Parte I: Ingeniería Conceptual e Ingeniería Básica. - Montilla, M.	24
La investigación en la carrera de arquitectura-UNET: Elementos para su análisis. - Vivas, F.	43

Vol.
15(1)
2003

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Una infraestructura para la difusión de conocimiento en las PYME - Carpio, M.; Pérez, L.	1
Evaluación de parámetros sanguíneos indicadores de metabolismo energético y proteico en hembras Brahman, en la Hacienda Santa Rosa, estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	11
Análisis de proantocianidinas en commelinaceae en el Estado Táchira. Venezuela - Arnaude, O.; González, N.	41
Evaluación de la inseminación instrumental y la fecundación natural medida a través de la efectividad de postura en abejas reinas (<i>Apis mellifera</i>) - Carvajal, C.; Ochoa, A.; Casanova, R.; Cárdenas, A.	49
Reporte de caso de infección por adenovirus bovino tipo 3 asociado a <i>Mycoplasma Boris</i> en la zona norte del estado Táchira - Moreno, C.	61

Vol.
15(2)
2003

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Identificación de patógenos causales de diarrea en terneros en la zona norte del estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	1
El proceso de preincubación en el modelo de incubación UNET. - González, L.	9
Concentraciones minerales en suero sanguíneo de hembras bovinas Brahman en una finca del sur del estado Táchira, Venezuela. - Depablos, L.; Moreno, C.	17
Comportamiento productivo y reproductivo de búfalas Murrah en tres explotaciones lecheras del estado Táchira. Venezuela. - Zambrano, R.; Contreras, R.	35
Evaluación de la efectividad de la postura en abejas reinas de genotipo italiano <i>apis mellifera ligustica</i> y genotipo africanizado <i>apis mellifera</i> L. - Ochoa, H.; Carvajal, G.; Casanova, R.; Cárdenas, I.	45

Vol.
16(1)
2004

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Estimación del volumen ventricular izquierdo usando algoritmos genéticos - Bravo, A.	1
Sistema de información decisión de la unidad de admisión de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. - Marrero, C. y Moreno, T.	7
Nueva calibración de un método de clasificación estelar - Molina, R.	17
Establecimiento de un plan estratégico prospectivo para la proyección turística del estado Táchira, Venezuela. - Madriz, D.; Ramírez, B.	24
Normalización y estandarización del protocolo para propagación <i>in vitro</i> de mora de castilla (<i>rubus glaucus</i>) - Solórzano, C.; Linares, S.; Marante, R.	44
Disolución <i>in vitro</i> de fosfatos por hongos del género <i>penicillium</i> aislados de suelos del yacimiento fosfático "monte fresco", estado Táchira, Venezuela. - Valdiz, Z. y Reyes, I.	51

Vol.
16(2)
2004

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
El poder político y el poder militar en Venezuela - Porras, C.	72
Pulpa de café ecológica ensilada con melaza en dietas para conejos (<i>oryctolagus cuniculus</i>) destetados - Bautista, O.; Álvarez, I.; Barrieta, H.	84
Efecto del ácido oxálico en el control de <i>varroa destructor</i> (<i>acar: dermanicidae</i>) en colonias de abejas africanizadas <i>apis mellifera</i> (hymenoptera: apidae). - Casanova, R.; Uzcátegui, F.; Bracho, R.; Albarracín, L.; Grad, N.; Perruollo, G.; Tapias, O.	94
Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación - García, A.	104
Caracterización físico – química en quesos blancos semiduros no pasteurizados, expendidos en la zona norte del estado Táchira - Colmenares, M.; Zambrano, M.; Galiano, S.	118

Vol.
17(1)
2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Implementación del método Simplet en un programa de elementos finitos basados en volúmenes de control - Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.	1
Potencialidades productivas del estado Táchira, Venezuela. - Madriz, D.; Ruiz, B.; Castillo, E.; Niño, L.; Márquez, M.; Parra, M.	11
Uso de patentes para la determinación de tendencias tecnológicas. Caso de estudio: nanotecnología. - Amador, B.	33
Amaranthaceae del herbario Juan José Pacheco de la Universidad del Táchira, Venezuela - Monsalve, J.; Tapias, G.; Acuña, E.; Zapata, S.	51
Evaluación del efecto de dos programas de fertilización sobre el comportamiento de pasto estrella (<i>cynodon nlemfuensis</i>) en el período de lluvias en una finca comercial - Castellanos, L.; Chacón, C. y Moreno, A.	71
Valor nutritivo del pasto <i>brachiaria humidicola</i> (rendle) schweick a diferentes edades en condiciones de bosque seco tropical - Rodríguez, N.	89

Vol.
17(2)
2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Nodulación de quinchoncho <i>cajanus cajan</i> por rizobios disolventes de fosfatos de calcio aislados de leguminosas del estado Táchira - Reyes, I.; Alcedo, Y.	90
Caracterización microbiológica y vida útil de la cuajada ácido láctica obtenida a partir de leche pasteurizada - Rivas, F.; Zambrano, M.; Galiano, S.	100
Caracterización bromatológica de la cuajada láctica obtenida a partir de leche pasteurizada - Zenini, S.; Galiano, S.; Zambrano, M.	115
Utilización de la pulpa de café ecológica ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos <i>oryctolagus cuniculus</i> en crecimiento y engorde - Barrieta, H.; Enderson, CH.; Bautista, O.	125
Sustentabilidad y educación ambiental para docentes de educación básica y diversificada utilizando indicadores ambientales en la cuenca del río Táchira - Venezuela - Sánchez, F.; Reyes, I.	133
Sistema de adquisición dedicado a la obtención de señales cardiovasculares utilizando el computador como herramienta de monitoreo y registro - Granda, F.	145
El recurso humano en la PYME del estado Táchira - Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F.; Ugueto, M.	157

Vol.
18(1)
2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	Págin
Concentración de nitrógeno ureico en leche (nul) bovina durante la lactancia en una finca al norte del estado Táchira - Moreno, C.; Mora, R.; Amaya, F.; Olivares, R.	1
Detección de <i>listeria</i> spp. en quesos blancos semiduros comercializados en San Cristóbal estado Táchira - Carrillo, L. y Zambrano, M.	9
Asociación de cultivos hortícola de hoja (Lactuca sativa, Allium ampeloprasum y Coriandrum sativum) con uso de cobertura vegetal muerta - Carrillo, L. y Zambrano, M., Moreno, F.; Contreras, O. y Bracho, B.	18
Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en la zona norte del Estado Táchira - Porras, D.; Briceño, W. y Molina, A.	25
SGA-V: implementación en VHDL'93 de un algoritmo genético simple - Niño, J.; Amaya, J.	31
Diagnóstico gerencial de la PYME tachirenses. zonas Puente Real-La Ermita y Santa Ana-Rubio-Capacho - Madriz R., D.; Castillo P., E.; Márquez G., M.; Niño M., L.; Molina M., J.; Moreno M., M.; Quiroz V., Y.	41
Diagnóstico de la pequeña y mediana empresa manufacturera del estado Táchira bajo la norma COVENIN 1980-89 - Márquez, G. M.; Niño, M. L.; Madriz, R. D.; Castillo, P. M.	55
Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900- 1945 - Casanova, B.	65
Adobe: técnica constructiva, confort y ambiente - Useche, I.; Durán, J.	74
La vivienda indígena en el Táchira, respuesta constructiva y ambiental - Villanueva, L.	89
Residuos sólidos: propuestas ecotecnológicas para la industria de la construcción - Useche, I.; Martínez, A.; Suárez, N.; Contreras, J.; Zapata, J.	98

Vol.
18(2)
2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño de cartilla para la construcción de un modelo de vivienda en los páramos tachirenses - Delgado, D.; Useche, I.	103
Aproximación inicial a las implicaciones ambientales del crecimiento residencial, municipio independencia, Estado Táchira - Durán, J.	110
Concepto de renovación urbana en la planificación del área central de San Cristóbal - Pérez de M., T.	117
Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900- 1945 - Casanova, B.	125
La bioclimática como herramienta en la intervención de edificaciones patrimoniales: "El Balcón de Bolívar" - Sánchez, S; Ramirez, S.	134
Planificación ergo deterioro ambiental en méxico - Cabrera, V.; Tenorio, L.; Luna, J.	143
Arquitectura y desarrollo - Mosquera, J.	152
Implementación de materiales didácticos de apoyo para la enseñanza y aprendizaje del idioma ingles - Cañas, L.	162
Propiedades fractales de patrones de crecimiento en el modelo DLA mediante automatas celulares - González, J.; Rivera, H.; Tucci, K.	173
Herramienta para el procesamiento y visualización de la señal EEG - Guillén, B.; Timaure, R.; Cuadros, J.	181
capacidades tecnológicas de la pyme del sector textil del ESTADO Táchira - Amador, B.; Bautista, G.	193
Proceso de implantación de las nuevas tendencias de mantenimiento en procesos productivos - Zambrano, S.; Leal, S.	181
Simulación computacional de la hidrodinámica del flujo incompresible a través de un codo - Torres, S.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	212

Vol.
19(2)
2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificación espectral cuantitativa. redes neuronales artificiales en el análisis de estrellas gigantes K-M. Molina, R.	80
Evaluación de fluidos refrigerantes no perjudiciales al medio ambiente Salerno, D.	87
Implementación de laboratorios de instrumentación y control a distancia Chacón, R.	95
Algoritmo para la resolución de problemas numéricos con satisfacción de restricciones Rodríguez, D.	105
La intención de crear empresas de los estudiantes de la UNET próximos a graduarse Labarca, I.; Pérez, L.	111
Desarrollo de un microbot móvil autónomo Andrickson, J.; Yáñez, J.	120
Análisis de incertidumbre para una placa orificio según el método de COLEMAN- STEELE Alvarado, M.; Méndez, D.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	127
Alienación, neoliberalismo y derechos humanos Weky, L. Balbo, J.	133
Mejoras en la calidad de la producción artesanal del bloque hueco de concreto (BHC) Villanueva, L.	140

Vol.
19(1)
2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Variables de medición del impacto socioeconómico de la implementación de sistemas fotovoltaicos autónomos Fumo, N.; Villamizar, P.	1
Comunicación entre InTouch® de Wonderware® y el PIC16F877 Contreras, C.; Contreras, A.; Peñaranda, N.	7
Revision documental exploratoria sobre los factores que inciden en el proceso innovativo de la pyme manufacturera venezolana Márquez, A.; Ruiz, B.	15
Construcción de un equipo para la instalación del armamento del helicóptero AS532 COUGAR Laya, A. 1; Bustamante, J. 2; Duran, D. 2; Hernández, J2.	25
Implementación del protocolo DNP3.0 para una unidad de monitoreo de variables eléctricas de potencia Contreras, C.; Zambrano, U.	33
El sector panadero, una alternativa de desarrollo para el Estado Táchira Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F. y Ugueto, M.	38
Prevalencia de Balantidium coli (ciliophora:bursariidae) en cerdos del matadero municipal de San Cristóbal Estado Táchira Venezuela Bonilla, M. ; Perruolo, G.	50
Evaluación del proceso de polinización de algunos cultivos comerciales y estimación del rendimiento frutícola Salamanca, G.1; Casanova, R. 2; Osorio, M.	58
Nivel de preparación hacia la red de las alcaldías venezolanas, en su función administrativa como prestadora de servicios públicos Núñez, E.	69
Flora y vegetación de bosques húmedos montanos bajos del Parque Nacional Chorro el Indio. Táchira. Venezuela Monsalve, J1. Zapata, S2. Tapias, G3. Acuña, E4.	79

Vol.
20(1)
2008

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificador difuso neuronal aplicado a casos de enfermedades hepatobiliares representadas por datos con patrones solapados Chacón, J.; Volcanes, R.; Lameda, C.	1
Características de experiencias en redes empresariales de pyme's del estado táchira Cardozo, N.; Pérez, F. y Ugueto, M.	11
Diseño básico de un ciclo rankine con fluido orgánico para una estación de flujo petrolera Velázquez, L; Torres, M; Rodríguez, P; Escalante, H; Rosales, W.	23
Cuadro de mando integral en los procesos gerenciales de la empresa compañía anónima de administración y fomento eléctrico (CADAFE) Cabeza, María A.; Cabeza, María E.	32
Propuesta para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en la asignatura ingeniería de la producción I Márquez, M. y Niño, L.	41
El control metacognitivo y los mapas conceptuales para facilitar la comprensión de estructuras conceptuales complejas Ramírez de M., M.; Aspée, M.; Sanabria, I.; Tellez, N.	51
Los barrios de ranchos en el eje Palmira-San Josecito. rol urbano García, N.	62
Madurez vocacional y perfil de valores humanos en estudiantes universitarios que se cambian de especialidad Bortone, R.	72

**Vol.
20(2)
2008**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Metodología para el análisis dinámico de válvulas cardíacas artificiales usando el método de los volúmenes finitos Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	73
Gestión de recursos humanos por competencias, camino para el direccionamiento estratégico de empresas. caso de estudio Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.	79
Biodiversidad asociada con el género <i>lymnaea</i> lamarck 1801 (<i>lymnaeidae</i> : pulmonata; gastropoda), en los andes venezolanos Chacón-Ortiz, A., Guerrero, Ch. y Tovar-Rodríguez, W.	87
Culicoides travassosi forattini, 1957 (diptera:ceratopogonidae): nueva especie para VENEZUELA Perruolo, G.	95
La aplicación de estrategias de aprendizaje, deducidas e inducidas, en la comprensión lectora de inglés: pregrado de ingeniería de la Universidad Nacional del Táchira Cañas, L.	99
Sistema estructural itinerante para la atención de desastres Cánovas, J.; Marciano, M.; Villanueva, L.; Rivas, N. y Murzi, H.	106
Manual para la implementación de un sistema de gestión ambiental en mataderos municipales Lara, M.; Cabeza, M.; Espinosa, C.	117
SAN CRISTÓBAL: de la metrópoli imaginada a la metrópoli real Mogollón, L.	125

**Vol.
21(1)
2009**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Caos colectivo en redes de pequeño mundo González-Estévez, J.; Cosenza, M.	1
Modelo de intercambio económico en una sociedad estratificada con interacciones locales Herrera, J.; Cosenza, M.; Tucci, K.	8
Auto-organización en redes AD-HOC Albornoz, J.	14
Coexistencia de temperaturas granulares diferentes en una capa granular fluidizada Trujillo, L.; Roca J.; Sigalotti Di G. L.	25
Estimación de la dimensión fractal en series de tiempo de la frecuencia cardíaca fetal Ortega, J.; Infante, S.; González, X.	35
Optimización de la conectividad de redes de mapas acoplados mediante un algoritmo genético Estévez, R.; Tucci K.	46
Efecto de la densidad de vehículos de transporte público en la fluidez del tráfico: un modelo autómatas celular Márquez, J.	56
Emergencia de redes de pequeño mundo en sistemas coevolutivos de mapas caóticos acoplados Chipia, M.; Cosenza, M.	60

**Vol.
21(2)
2009**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
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.; Usbillaga, A.	69
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
Diseño instruccional de la asignatura metodología de la investigación Balbo, J.	101
Efecto 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, R.	115

**Vol.
22(1)
2010**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA Desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) en café pergamino con tres niveles de humedad, en condiciones de laboratorio Salazar, M.; Reyes, J.; Vivas, A.; Sánchez, J.	1
Caracterización microbiológica y físico química del fermento utilizado en la elaboración del pan andino en Venezuela Vonasek, S.; Zambrano, M.	9
Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth) Briceño, W.; Omaña, R.	17
INDUSTRIAL Modelado y simulación del funcionamiento de una celda de combustible PEM para uso automotriz Posso, F.; Duque, W.	25
Propuesta para la evaluación y mejoramiento de los métodos de trabajo en la PYME Márquez, M.; Pérez, F.	34
Diseño de bloques incompletos balanceados aplicando búsqueda Tabú Rodríguez, D.	43
Reingeniería del Sagaj para su ejecución en la Grid Castro, J.; Casique, D.; Amaya, J.	51
EXACTAS Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol Araujo, E.; Carrero, D.	60

Vol.
22(2)
2010

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA Determinación de biomasa forrajera en residuos de cosecha de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp. híbrido) Moreno, A.¹; Cárdenas, L.; Zambrano, R.²; Darghan, E.¹; Delgado, L.²; Montilla, J.²	68
INDUSTRIAL Análisis de las capacidades locales de innovación en el estado Táchira Márquez, Alexandra; Pérez, Laura	74
EXACTAS Actividad reproductiva de <i>Hypsiboas lanciformis</i> COPE, 1870 (AMPHIBIA: ANURA: HYLIDAE) en los Andes de Venezuela Tovar-Rodríguez, William¹; Chacón-Ortiz, Andrés¹ y De Jesús-Duran, Rosa² Determinación taxonómica del orégano silvestre y sus relaciones ecológicas en la minas de Lobatera - Táchira - Venezuela Zapata, Yurli¹; Tapias, Omar¹ Seroprevalencia de <i>Toxoplasma gondii</i> (protozoo: sarcocystidae) en cerdos del matadero de San Cristóbal Táchira Venezuela Calderón, Yolimar¹; Perruolo, Gustavo¹	87 96 103
SOCIO HUMANÍSTICO La casa – patio, variaciones tipológicas en los núcleos urbanos del Táchira, Venezuela Casanova, Betania	108

Vol.
23(1)
2011

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL ¿Existe responsabilidad social en las universidades? Infante, Cora Propuesta de gestión para el financiamiento a corto plazo en la PYME metalmeccánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira Parra, Maira; Ruiz, Bianey; Madriz, Delia; Castillo, Elizabeth	1 9
SOCIO HUMANÍSTICO El área metropolitana de San Cristóbal. Aspectos demográficos y de división político-territorial Mogollón, Ligia Residuos de la construcción y nuevos componentes Constructivos-Ecomaterial Zapata, José G.	17 25
AGROPECUARIA Evaluación del comportamiento higiénico (CH) en poblaciones de abejas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (L.) en Portuguesa-Venezuela Casanova, O. Raúl; Cárdenas, Iván; Albarracín, Luis Prevalencia y carga parasitaria de cultivos de cachamay (<i>Colossoma macropomum</i> CUVIER, 1818 X <i>Piaractus brachipomus</i> CUVIER, 1818) Ramírez-Mora, José Nobel¹; Eslava-Mocha, Pedro René; Agudelo, Eddy	31 36
EXACTAS Mejora del proceso de destilación artesanal para la producción de etanol Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Cárdenas, Mayrin; Carrero, Yvan; Alayón, Mario Complejidad estadística en series temporales: aplicación a señales EEG Escalona-Morán, M.; ¹Molina, L. A.; ²Cosenza, M. G. Influencia de la topología en la distribución de riqueza en un modelo determinista de intercambio económico ¹ González-Estévez, J.; ²Cosenza, M. G.; ³López-Ruiz, R.; ⁴Alvarez-Llamoza, O.	46 53 61

Vol.
23(2)
2011

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL Caracterización del proceso innovativo de las pequeñas y medianas empresas metalmeccánicas del estado Táchira Márquez, Alexandra; Mora, Yurby Como toman decisiones los empresarios exitosos Castillo, Elizabeth Modelado del efector final del robot alacrane para el contacto con el suelo García, Marcey¹; Martínez, Jorge²; García-Cerezo, Alfonso³ Consideraciones para el fortalecimiento de las competencias emprendedoras en el estudiante UNET Díaz, Manuel¹; Madriz, Delia² Marco integrador para el desarrollo de equipos de alto desempeño. Caso: unidad de investigación de la UNET Ugueto, Martha y Cardozo, Neyda La generación de electricidad en zonas rurales de latinoamérica utilizando celdas de combustible Posso, Fausto EXACTAS Efecto de los agroquímicos sobre las propiedades biológicas en suelos del estado Táchira Ramírez, Tibisay; González, Nélida; Meza, María; Pallares, Johana SOCIO HUMANÍSTICO Política social en el IX plan de la nación y el plan de desarrollo económico – social 2001-2007 Weky, Luis AGROPECUARIA Evaluación de la fertilización nitrogenada sobre oferta y composición química de pasto azul (setaria anceps) ²Zambrano, Ramón; ¹Montoya, Betty; ²Zambrano, Arlinda; ³Moreno, Alejandro; ¹Montilla, Juan	69 79 88 101 110 122 132 140 148

Vol.
24(1)
2012

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Propiedades mecánicas de la fundición gris producida por empresas del Táchira, Venezuela Peña, Milexa¹; Fuentes, José¹; Gallardo, José²; Zapatero, José³ El trabajo académico del estudiante UNET. Impacto y pertinencia Pérez, Freddy; Ugueto, Martha; Cardozo, Neyda Diagnóstico gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, Venezuela Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial Andrickson, José⁽¹⁾; Chacón, Edgar⁽²⁾; Amaya, Jhon⁽³⁾; Pabón, María⁽⁴⁾; Ramírez, Alba⁽¹⁾ Ambiente organizacional en las unidades académicas de la UNET Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Ugueto, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez Freddy; Infante, Cora Estudio comparativo de la influencia del abastecimiento de agua en las actividades económicas de la Fria, Venezuela y Mairena del Aljarafe, España Lara, Mayra¹; Cárdenas, Ana¹; Zambrano, Lisbeth¹; Navarro, Jesus² Mapas conceptuales y manipulación sensorial de modelos físicos elementales: una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional Téllez, Neira¹; Ramírez, María¹; Sanabria, Irma¹; Aspeé, Mario¹ Triplete de Ca II como calibrador de los parámetros atmosféricos T _{eff} , Log (g), [Fe/H] Molina, Ramón	1 13 21 31 45 55 63 75

Vol.
24(2)
2012

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA	
Producción de etanol en cultivos de caña de azúcar en fase plantilla (<i>Saccharum spp. híbrido</i>)	90
Labrador, José ¹ ; Contreras, Quiliano ² ; Hernández, Edith ³ ; Herrera, Juan ⁴ ; Alayon, Mario ⁵ ; López, Yulixe ⁶ ; Márquez, Leonardo, y Becerra Yohana ⁷	
Vida productiva en un rebaño bovino doble propósito en Venezuela. I. Modelo de Cox	98
Zambrano, Ramón ¹ ; Chirinos, Zuleima ² ; Bracho, Belkys ³ ; Yáñez, Luis ² ; Vito, José ¹ ; Moreno, Alejandro ¹	
INDUSTRIAL	
Modelo de optimización de sistemas de eventos discretos utilizando redes de Petri	105
Durán, Nelson	
Programación lineal ante el reto de la transcomplejidad del proceso de producción de quesos	113
Morris, Lloyd.; Salazar, Olga.; Quiñones, Yeanette	
EXACTAS	
Germinación y desarrollo de <i>Lippia micromera</i> Schauer en el sector Cazadero Minas de Carbón de Lobatera, Táchira- Venezuela	121
Zapata Yurli; Tapias Gabriel	
SOCIO HUMANÍSTICO	
Macrosectorización del riesgo de inundación en la cuenca del río Torbes	127
Useche, Ivan; Chacón, Leandro; Criollo, Rosa; Salas Zulay	

Vol.
25(1)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL	
Enfoque para la reconstrucción del ventrículo izquierdo en angiografía rotacional por rayos X	1
Bravo, Antonio ¹ y Medina, Rubén ²	
El rol de la universidad en el desarrollo de interacciones con el entorno productivo	19
González, Yanireth; Márquez, Alexandra; González, Salvador	
Arquitectura de control en labview para laboratorio de control, mediante plc twido	28
Andrickson, J.; Ramírez, A.; Pabon, M.; Barón, G.; Rangel, J.	
EXACTAS	
Desempeño ambiental de la agroindustria rural de caña panelera en el municipio Junín, estado Táchira, Venezuela	38
Solórzano C., C.; Carrero, Y.; Padilla, V.; Alayón, M. y Herrera, J.	
Efecto de <i>Trichoderma</i> , de sus metabolitos no volátiles y extractos de plantas sobre <i>P. brassicae</i>	46
Becerra C., C.; Escalante O., M. y Pérez R., M.	
Contaminación por parásitos caninos de importancia zoonótica en playas del estado falcón, Venezuela	54
Perruolo, L. Gustavo; Chacon-Ortiz, Andres; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés; Tovar, William	
Empleo de programas en labview para la dilución y mezcla de bebidas alcohólicas artesanales	58
Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Moreno, Mayerllyn	

Vol.
25(2)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
2013	
Responsabilidad Social Universitaria	
La agricultura ecológica y su impacto socio-ambiental en agrosistemas de café. Caso de estudio: Cooperativa Quebrada Azul, municipio Andrés Bello, estado Mérida (Venezuela)	1
Castillo, Maicol y López, Roberto	
Diseño de estrategias de neuromarketing para la Universidad Nacional Experimental del Táchira	13
Pacheco, Mónica del Carmen	
Fortalecimiento de la responsabilidad social universitaria en los docentes de la UNET	20
Rodríguez, Karena	
Orientación educativa y responsabilidad social universitaria garantía para la consolidación de una carrera profesional	28
Delgado Muñoz, Ana Rita	
Análisis de la aplicabilidad de los derechos humanos: desde una mirada internacional, nacional, local y del consultorio jurídico - Universidad Simón Bolívar, extensión Cúcuta	37
Illera, Mercedes	
Comunidades de aprendizaje para el desarrollo de la agroindustria rural en caña panelera del estado Táchira	45
Solórzano, Carmen Sol; Carrero, Yvan; Padilla, Victoria; Herrera, Juan ; Alayón, Mario y Vivas, Marisabel	
Entornos Virtuales	
Software educativo para la integración en la lectura de niños con discapacidad visual (baja visión)	56
Fernández, Luisenia	
Problemas de contextualización de transferencia de conocimiento virtual entre países; un estudio de caso	61
Vega, Lurelis; Rondón, Blanca; Matos, Nixdorís; Berrios, María del Socorro; Monsalve, Trina	
Transdisciplinariedad en las Ciencias Sociales	
Escritura académica, una práctica transdisciplinaria y colaborativa	68
Guerrero, Rosmar; Guerrero, Nathalia	
Actitud de los docentes de ciencias básicas ante la incorporación de las tic en el proceso de enseñanza y aprendizaje	73
Ramírez, Grellys; Vivas, Marisela	
Configuración del patrón cognitivo en la elaboración del proyecto de investigación	83
Rondón, Blanca; Sánchez, Marina; Berrios, María; Bastidas, Trina; Matos, Nixdorís	
La síntesis estereognósica como definición de la transdisciplinariedad	91
Miguel Martínez Miguélez	

Vol.
26(1)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
2014	
AGROPECUARIA	
Validación de un Protocolo de Plastinación como una técnica alternativa para la preservación de material biológico en el Laboratorio de Anatomía Animal de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.	1
Pernia, Jazael; López, Alejandro; Acosta, Bladimiro	
SOCIO HUMANÍSTICO	
Intervención de frentes de agua urbanos en América Latina. Principios de sostenibilidad	8
Ruiz Ferrer, Isis; Pérez de Murzi, Teresa	
Tutorial de Metodología de la Investigación, dirigido a estudiantes de Ingeniería Informática de la UNET	20
Ruiz, Yovanni; Moreno, Teresa; Leguizamón, Andrés y Velandia, Rocío	
Diagnóstico de la asignatura Geometría Descriptiva para diseñar un material de instrucción basado en TIC	34
Machado González, José Ramón	
Caracterización de residuos y desechos sólidos de la Clínica Médico-Odontológica del Instituto de Previsión Social del Personal Académico de la UNET (IPPUNET)	42
Carrero, Darcy; Peña, Luimart; Rangel, Zulay; Paz, Martin y Rodríguez, Karena	
INDUSTRIAL	
Influencia de la Extensión Universitaria UNET en el desarrollo endógeno del estado Táchira	53
Guerrero, Yadira y Ramírez, Jenny	
CIENCIAS EXACTAS	
Carbonatos Orgánicos Cíclicos como Monómeros: Síntesis y Caracterización	67
Monsalve, Meribary; Contreras, Jesús	
Calibración de un Algoritmo para la determinación de periodos en Estrellas Variables Periódicas	80
Velásquez, Raúl; Vivas, A. Katherina y Sánchez, Néstor	

**Vol.
26(2)
2014**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGENDA HÁBITAT. INDICADORES CLAVE DE VIVIENDA PARA EL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA García, Norma; Pérez, Teresa	91
CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA Márquez, Alexandra; Ruiz, Bianey	101
SIMULACIÓN TRIDIMENSIONAL MEDIANTE EL SOFTWARE ANSYS CFX 12.1 DEL FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DE LA CAVIDAD DE UN PERFIL 2415-3S CON UNA SERIE DE ÁLABES INTERNOS Mendoza, Luis D.; Velázquez Araque, L.; Casanova, Jesús	111
POLÍTICA SOCIAL EN EL IX PLAN DE LA NACIÓN Y EL PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO – SOCIAL 2001-2007 Weky, Luis	119
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE FRUTOS DE Swinglea glutinosa (Blanco) Merr González de C. N.; Araque, C.; Montilva, Z.; Velasco, J. y Usubillaga, A.	127
EVALUACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA ENTRE AISLAMIENTOS DE Trichoderma spp. Becerra Claudia; Escalante, Mayra y Galvis, Johana	133
RECONOCIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PLATANILLOS DE LA FAMILIA HELICONIACEAE EN EL ESTADO TÁCHIRA Acuña, Elsie; Tapias, Omar; Zapata, Yurli	142
DIPTEROS FORETICOS DE Dermatobia hominis (Linnaeus Jr., 1781) EN PEDRAZA, MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA Perruolo, L. Gustavo; Chacón-Ortiz, Andrés; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés y Tovar, William	154

**Vol.
27(1)
2015**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS DIMENSIONALES SOBRE LOS ESFUERZOS SOPORTADOS POR ENGRANES RECTOS Vivas, Josue; García, J. Marcey	1
LA GERENCIA DE PROYECTOS COMO HERRAMIENTA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Salazar Herrera Olga Jasmin; Morris Molina Lloyd Herbert; Castillo Romero Doris Yorlet; Guglielmi Ovalles Indira Isolina; Quiñonez Valduz, Yeanette Beatriz	14
REQUERIMIENTOS DEL ENTORNO SOCIOLABORAL PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES Ugueto, Martha; Madriz, Delia	25
PLAN ESTRATÉGICO DE EXTENSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL EN EL MUNICIPIO RANGEL DEL ESTADO MÉRIDA – VENEZUELA Zambrano R. Fernando; Vivas L.; Cañas A.	41
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR BAJO FERTIRRIGACIÓN EN EL PERIODO DE PLANTILLA Moreno, Alejandro; Molina, José A.; Darghan, Enrique; Montilla, Juan; Zambrano, Ramón	53
EVOLUCIÓN DE LAS REDES VIARIAS DE LOS ALREDEDORES DE SAN CRISTÓBAL. EFECTOS EN LA CONFORMACIÓN METROPOLITANA CONTEMPORÁNEA Mogollón de Márquez, Ligia Esther	60
ANÁLISIS QUÍMICO EN LA ESTRELLA GIGANTE HD 206066 Molina, Ramón E.	70

**Vol.
27(2)
2015**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
ELEMENTOS MOTIVACIONALES DEL DESEMPEÑO LABORAL: DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA. Carrero, María; Márquez, Alexandra; González, Yanireth	85
PROPUESTA DE MIGRACIÓN A IPV6 PARA UNA RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS. CASO DE ESTUDIO RED UNET Monsalve, Norma; Amaya, Jhon; Reyes, Douglas; Pernia, Edgar	97
ECOSISTEMAS DEL ESTADO TÁCHIRA COMO ESPACIOS PARA LA ENSEÑANZA EN BIOLOGÍA. Chacón-Ortiz, Andrés; Tovar, William; Perruolo, Gustavo; Salcedo, Marco	107
DIAGNÓSTICO FÍSICO DE LA CASA DE LA HACIENDA PARAMILLO Márquez, Manuel; Pinzón, Lourdes; Porras, María; Useche, Ivan	114
USO DE LAS NARRATIVAS TRANSMEDIA COMO UNA NUEVA FORMA DE COMUNICACIÓN EN LA ERA DIGITAL Contreras C., Juan J.	126

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1. Generales

- 1.1. 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), título del artículo, abreviatura de la revista, volumen (Número): páginas (inicial y final), Año. b.- Si se trata de libros: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), título del libro, Edición, lugar de publicación (ciudad), casa editora, paginación, Año. 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
- 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. Él (los) autores recibirán 10 ejemplares de la revista en que se haya incluido su(s) 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. 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. 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.....).
- 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 coma, title of the article, abbreviation of the magazine's name, magazine's volume, number of pages of the article, year. b. - Books: Author's last name, initial of first name(s), title of the book, Edition, publication place (city), publisher, and page number, year. 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.

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
 - 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.
-



**ÓRGANO DIVULGATIVO DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA**

SUMARIO

VALORACIÓN DE MODELOS DE TURBULENCIA EN DOMINIOS COMPUTACIONALES PARA SIMULACION DE UNA TURBINA HELICOIDAL Marturet , Gustavo; Gutiérrez, Edgar; y Caraballo, Simón	1
ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN, LABORATORIO DE FÍSICA I DE LA UNET. Guerra, Karyna; Ramírez, María; Sanabria, Irma.	19
MELASTOMATACEAE EN LOS MUNICIPIOS FERNÁNDEZ FEO Y TORBES DEL ESTADO TÁCHIRA Zapata, Yurli	30
DISEÑO DE LAS PAILAS PARA UN CENTRAL PANELERO A VAPOR Alarcón, Karla; Alayón, Mario; Carrero, Yvan; Díaz, Carmen; Vivas, Marisabel	37
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN PANELAS DE LOS MUNICIPIOS SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO Y CÁRDENAS DEL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA. Solórzano, Carmen; Montilva, Leonarda	48

SUMMARY

RATING TURBULENCE MODELS IN COMPUTATIONAL DOMAINS FOR SIMULATION OF A HELICAL TURBINE Marturet , Gustavo; Gutiérrez, Edgar; y Caraballo, Simón	1
LEARNING EVALUATION STRATEGY BASED ON FEEDBACK, IN PHISICS LABORATORY I UNET Guerra, Karyna; Ramírez, María; Sanabria, Irma.	19
MELASTOMATACEAE IN THE MUNICIPALITIES FERNÁNDEZ FEO AND TORBES OF TÁCHIRA STATE Zapata, Yurli	30
DESIGN OF PAILS FOR A STEAM PANEL PLANT. Alarcón, Karla; Alayón, Mario; Carrero, Yvan; Díaz, Carmen; Vivas, Marisabel	37
EVALUATION OF QUALITY PARAMETERS IN PANELAS OF THE MUNICIPALITIES OF SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO AND CÁRDENAS AT TÁCHIRA STATE, VENEZUELA. Solórzano, Carmen; Montilva, Leonarda	48