



Revista Científica UNET

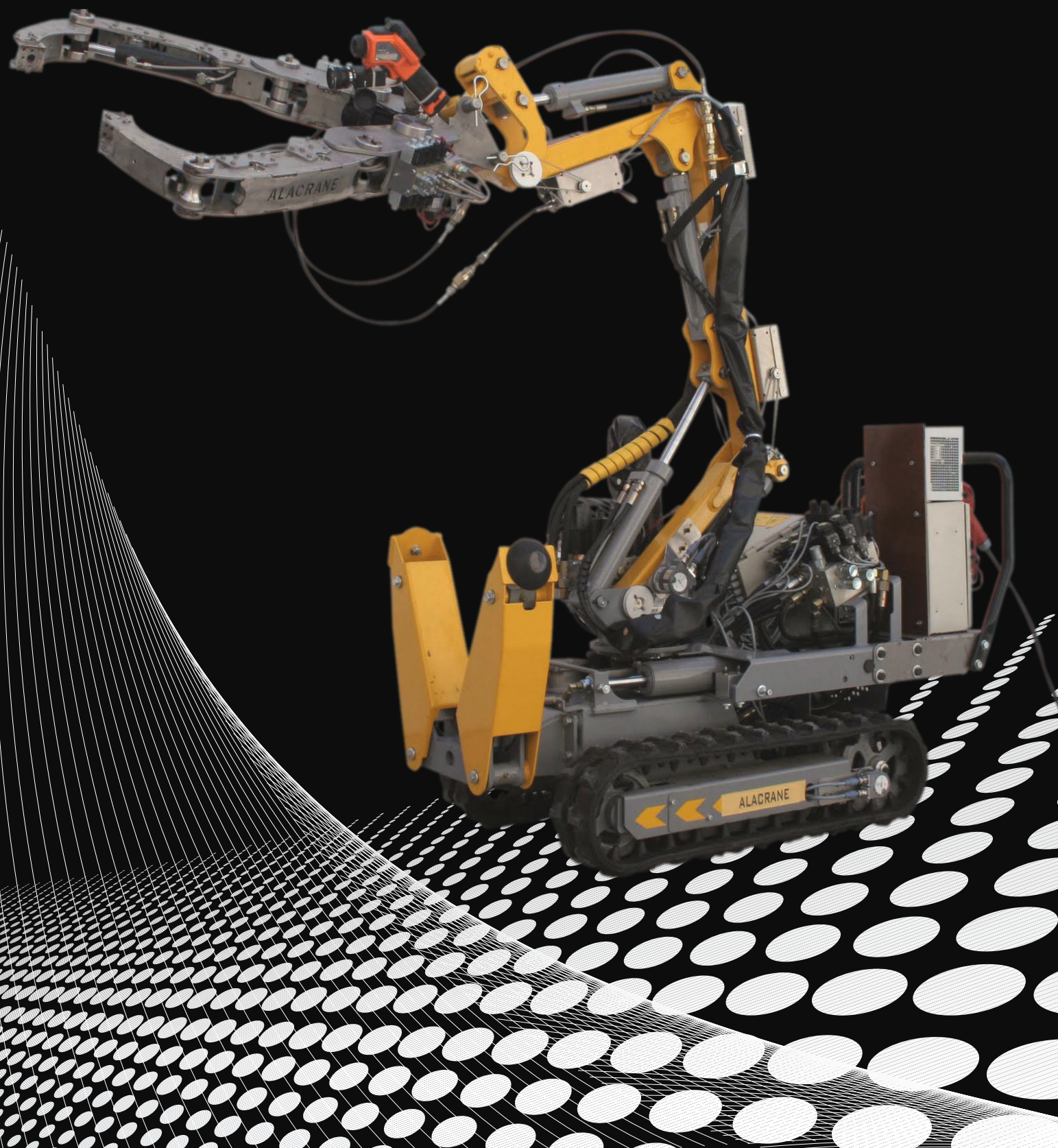
República Bolivariana de Venezuela
VOL. 23(2)

JULIO - DICIEMBRE, 2011

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

ISSN:1316-869X11C
LATINDEX CATÁLOGO

F : REG-2006000001





Revista Científica UNET

República Bolivariana de Venezuela

VOL. 23(1)

ENERO - JUNIO, 2011

DEPÓSITO LEGAL: P.P 87-0343

ISSN:1316-869X11C

REVENCYT: RVR 001

LATINDEX CATÁLOGO

FONACIT: REG-2006000001

Prohibida la reproducción
total o parcial del contenido de esta Revista
<http://investigacion.unet.edu.ve>
Correo electrónico: rcunet@UNET.edu.ve

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 que se generan en el ámbito universitario. 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, previa solicitud escrita por parte de los interesados.

La Revista Científica UNET es una publicación venezolana, de actualización científica, creada por el Consejo Universitario de la UNET N° 003.88 de 12 de febrero de 1988, su primer número apareció 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, 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 - 179 / Telefax 0276 - 3532454. 3532949).

Apartado Postal 02 IPOSTEL-UNET.

Correo Electrónico: rcunet@unet.edu.ve / revistacientificaunet@gmail.com

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

Investigación y Autonomía Universitaria

En los últimos cinco años, el Estado venezolano ha venido aplicando una política con respecto al funcionamiento de las universidades públicas relacionada con la exigencia de incrementar el número de oportunidades de estudio y matrícula sin el aumento concomitante del presupuesto asignado. Esto ha concentrado la mayoría de los recursos presupuestarios en nómina, servicios estudiantiles y gastos de funcionamiento. Todo ello en detrimento del presupuesto destinado a la investigación. Actualmente, varias universidades manejan un presupuesto para investigación que oscila entre el cero y el treinta por ciento del asignado hace cinco años en términos nominales, sin incluir la reducción adicional causada por la inflación y las devaluaciones.

La consecuencia de esta política es que se ha limitado, paulatinamente, la autonomía académica consagrada en la Ley de Universidades que se promulgó el 5 de diciembre de 1958. En esta Ley la autonomía académica contempla la capacidad de los universitarios para planificar, organizar y realizar los programas de investigación, docencia y extensión que fueren necesarios para el cumplimiento de los fines de la universidad.

Esta sensible carencia presupuestaria parece haber sido subsanada por el financiamiento otorgado por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MPPCTII) a través de fuentes de recursos como los proyectos LOCTI, proyectos FONACIT y el programa PEII. Debido a que el MPPCTII define las líneas estratégicas de investigación de manera unilateral, y además, sus interlocutores son sólo los investigadores, puesto que los compromisos de los proyectos y programas se establecen directamente con ellos, las estructuras que

gerencian la investigación en las universidades venezolanas como los CDCHT, Decanatos de Investigación, Vicerrectorados de Investigación y Postgrado y el organismo que los agrupa: el Núcleo de los CDCHT y Equivalentes han quedado relegados a figuras decorativas en un proceso tan esencial para las universidades como lo es, la investigación.

Desde estas estructuras universitarias se han realizado propuestas tanto para el establecimiento de líneas estratégicas, como para la discusión de las Leyes, Reglamentos y Normativas que regulen la LOCTI y el PEII, las cuales lamentablemente no han sido escuchadas. Ante esta situación, las autoridades universitarias parecieran no darse por enteradas de la pérdida de este importante espacio autonómico. Como consecuencia, se puede percibir la desintegración de la triada docencia-investigación-extensión, que constituye uno de los pilares sobre los cuales se cimenta la labor universitaria. Resulta imposible para las universidades definir y ejecutar una agenda de investigación si las líneas estratégicas y los criterios de apoyo son definidos por un Ministerio al que ni siquiera pertenecen.

En conclusión, el Estado venezolano debería asignar presupuestos acordes con los requerimientos globales de la universidades o al menos adoptar políticas de financiamiento de la investigación desde el Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior (MPPES) a través de asignaciones presupuestarias canalizadas por la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) para ser destinadas exclusivamente a los CDCHT y equivalentes. De no ser así, los Consejos Universitarios deberían usar su autonomía administrativa para garantizar un presupuesto justo para la investigación.

Dr. JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ PÉREZ

Director

¿EXISTE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LAS UNIVERSIDADES?

(Is Social Responsibility in the universities?)

Infante, Cora

Programa de Formación y Desarrollo del Recurso Humano,
Decanato de Investigación,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal, estado Táchira,
República Bolivariana de Venezuela,
Correo Electrónico: jj1545@cantv.net, cinfante@unet.edu.ve

RESUMEN

La Responsabilidad Social Universitaria (RSU) es el conjunto de acciones que realiza la universidad para ejecutar su proyecto institucional, declarando explícitamente a través de la misión y visión, la orientación y coherencia de sus valores y actividades fundamentales en la búsqueda de la felicidad y bienestar de los seres humanos; esta es la forma en que la universidad realiza una labor trascendental en el entorno local y nacional. Bajo esta concepción, surge la inquietud de realizar una investigación para conocer si las Universidades están actuando bajo el concepto de RSU y cómo se conceptualiza desde la percepción de los docentes, tomándose como caso de estudio la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). La investigación fue cuantitativa, de nivel descriptivo, diseño documental y de campo. Se aplicó un cuestionario obteniéndose como resultados que el 82,811% de los docentes ubican la RSU que se debería desarrollar a partir de su filosofía, dentro de la noción Ética Sistémica, pero consideran que actúa materializando acciones filantrópicas individuales carentes de planificación y por ende sin medición del impacto de las mismas; existe plena conciencia de la falta de programas de responsabilidad social hacia el interior de la institución; desconocimiento de las acciones realizadas por la institución afectando el involucramiento de la comunidad interna; conceptualizan como prácticas de RSU lo establecido en convenios contractuales; muestran necesidad de establecer alianzas estratégicas que permitan desarrollar capacidades, fortalecer el tejido social y alcanzar impactos transformacionales; así como incorporar la RSU como valor institucional internalizado y modelado por toda la comunidad UNET.

Palabras Clave: Responsabilidad Social, universidades, ética.

ABSTRACT

Viewing University Social Responsibility (RSU) as the set of actions taken by the university to implement its institutional project, stating explicitly through the mission and vision, direction and coherence of their values and core activities in the pursuit of happiness welfare of human beings being the way that the university make a transcendental work in the local and national concern arises to conduct an investigation to determine if the universities are acting under the MSW concept and how it is conceptualized from the perception of teachers, taking as case study the Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). The research was descriptive, documentary and field. We used a questionnaire resulting in the 82.811% of teachers place the RSU should be developed from his philosophy, ethics within systemic concept, but consider that individual philanthropic acts materializing unplanned and therefore without measuring their impact, is fully aware of the lack of social responsibility programs into the institution's lack of action taken by the institution affecting the internal community involvement, conceptualized as practices RSU as specified in contractual agreements; show need to develop strategic alliances to build capacity, strengthen the social fabric and achieve transformational impact, as well as mainstream as institutional value RSU internalized and shaped by the whole community UNET.

Key Words: Social responsibility, university, ethics.

Recibido: 28/04/2010 Aprobado: 10/03/2011 Versión Final: 06/07/2011

INTRODUCCIÓN

El tejido producto de las relaciones que articulan a la sociedad, deberá llevar a los ciudadanos a pensar que no coexisten en la individualidad; por tanto se debe aceptar el pluralismo, la diversidad, pensar que no solo se tienen derechos como trabajadores sino también deberes con las instituciones en las que se labora y con las comunidades donde ésta se encuentra inserta; por ende es necesario modelar comportamientos éticos en los que la justicia social sea imperante. De aquí la necesidad de comenzar a hablar en las organizaciones del concepto de Responsabilidad Social, que desde el punto de vista etimológico significa dar respuesta a algo y traducido de alguna manera dar respuesta a problemas sociales escogiendo la opción que genere mayores beneficios e incluso mayor valor agregado.

Hoy en día investigadores en el área de Responsabilidad Social como Guédez (2008) y Pizzolante (2009), complementan lo antes expuesto afirmando que la Responsabilidad Social tiene dos vertientes: una estratégica y otra ética. La primera relacionada con el impacto que tiene la acción social de la empresa y la segunda con la tranquilidad al confrontar la decisión con la conciencia de quien la tomó. Las Universidades, como cualquier organización social, deberán también modelar comportamientos socialmente responsables tanto con la comunidad interna como con el entorno.

Martí *et al.* (2007), comentan que la Universidad forma a la mayoría de profesionales que integran a las empresas, ya sean públicas o privadas, con o sin fines de lucro, y que su formación en el contexto conceptual y metodológico será la que desarrollarán en su vida profesional, por ello es importante comenzar a hablar de responsabilidad social universitaria (RSU), la cual va a depender de cómo se defina la misión de la universidad y de los problemas que enfrente la sociedad donde está inmersa. Estos autores además citan lo expuesto por Vallaes (2001) quien expone que la responsabilidad social universitaria es la gerencia ética e inteligente de los impactos que genera la organización en su entorno humano, social, económico y natural para el desarrollo sostenible de la sociedad. Esta RSU promueve la necesidad de reglamentar las cuatro áreas pilares de la universidad: la organización interna de la universidad misma, la formación educativa, la investigación científica y epistemológica, así como la relación con la sociedad al vincular la labor docente con el exterior para atender demandas directas o indirectas de su entorno; áreas que si no se forman pueden dar lugar a un currículo

oculto y enseñar a los estudiantes actitudes no deseadas.

Apoyando lo antes expuesto, Martínez y Picco (2007), coinciden en afirmar que la Universidad es universalidad de conocimiento y se encuentra constantemente en la búsqueda de la verdad, en un ámbito en el que se realizan estudios superiores y se practican, con normalidad y continuidad temporal, actividades de docencia, investigación y extensión. A partir de ello, estos investigadores conciben la RSU como el conjunto de acciones que realiza la universidad para la ejecución de su proyecto institucional, en la que se declara explícitamente a través de la misión y visión, la orientación y coherencia de sus valores y actividades fundamentales en la búsqueda de la felicidad y bienestar de los seres humanos; siendo esta la forma en la que la universidad realice una labor trascendental en el entorno local y nacional.

En consecuencia, se puede decir que la RSU implica hacer un buen uso de los recursos públicos, generando egresados con principios éticos, honestos, comprometidos con la sociedad y con la necesidad de aplicar los conocimientos para mejorar su calidad de vida y la de su entorno. Así mismo, implica modelar comportamientos dentro de las aulas de clase que garanticen no sólo la formación de profesionales, sino que permita dejar muy en alto el nombre de la Universidad, convirtiéndola en prototipo de conductas éticas frente a la sociedad.

Un caso que muestra con hechos algunos de los planteamientos anteriores, es lo realizado por la Universidad de los Andes (ULA-Mérida), al crear el programa de formación “Las píldoras académicas aumentan la productividad de las pequeñas empresas”, el cual partió del principio que el comerciante promedio de Mérida se caracterizaba por no haber accedido a la Universidad, no poseer un título técnico o superior, por tener escasa formación en materia administrativa y percibir a la ULA como un centro alejado de sus intereses. En consecuencia, la ULA desarrolló una alianza estratégica entre el Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial (CIDE) y la Cámara de Comercio e Industria del estado Mérida (CACOIME, 2008), para la creación de un programa de formación diseñado y actualizado continuamente a partir de las necesidades de los pequeños comerciantes del estado Mérida.

En el campo de la investigación se puede mencionar lo que en Colombia, la Universidad Autónoma de Bucaramanga (1998), está realizando desde finales de los noventa en cuanto a conocer el estado psicológico de adultos mayores a fin de poder

realizar acciones en el mismo campo de la investigación que les permitiera tener una mejor salud mental y en consecuencia mejorar sus relaciones interpersonales, de forma tal, que en sus últimos años tengan mejor calidad vida. Lo que se muestra de las Universidades antes mencionadas permite a los involucrados sentirse parte activa de un proceso que genera bienestar a la comunidad y por ende operativiza la responsabilidad social de la universidad.

En el presente escrito, se muestra el caso de estudio de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), en la que desde hace algunos años se han venido desarrollando acciones con orientación de RSU; sin embargo, la autora considera que dichas acciones no han generado el impacto requerido en el entorno dado el desconocimiento de la importancia de la RSU por parte de la comunidad interna quien en su mayoría no ha sido actor directo en la formulación e implantación de dichas acciones. La investigación realizada buscó conocer tanto la conceptualización respecto a RSU que tienen los docentes, así como la presencia de prácticas de Responsabilidad Social en la Universidad desde la percepción de los docentes, en el contexto interno y externo de la institución para el año 2008.

BASAMENTOS TEÓRICOS

La Responsabilidad Social sea empresarial o universitaria debe fundamentarse en principios éticos, sobre los que exista plena conciencia y responsabilidad respecto a las acciones realizadas, ya que sus impactos pueden ser sostenibles en el tiempo y pueden afectar a muchas personas. En tal sentido en esta investigación se

buscó conocer la propensión de los docentes hacia la noción ética sistémica, por considerarla la más alineada con el marco filosófico de una institución universitaria. La RS bajo la noción ética sistémica definida por Teixidó y Chavarri (1999) y adaptada al contexto universitario considera que la organización debe ser responsable con sus trabajadores, clientes (estudiantes), proveedores y la comunidad externa. La organización es vista como un ciudadano corporativo, el cual tiene una participación en diversos campos de la sociedad y sus impactos se expanden a distintos ámbitos, niveles y actores sociales. La organización comienza a involucrarse con temáticas nuevas, superando muchas veces los estándares.

Por ello es importante mencionar a Vallaeys (2005), citado por Martí *et al.* (2007), quienes definen, la RSU como una política de calidad ética del desempeño de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, personal administrativo y obrero) a través de la gestión responsable de los impactos: educativos, cognitivos, organizacionales (laborales y ambientales) y sociales, que la universidad genera en un diálogo participativo con la sociedad, para promover el desarrollo humano sostenible. En la figura 1 se muestra como cada uno de los mencionados impactos puede ejercer influencia y efectos colaterales, a través de los actores, generando proyectos sociales sostenibles a través del apoyo a comunidades de aprendizaje, investigaciones socialmente útiles, formación ciudadana responsable mediante el modelaje de valores y en consecuencia un campus universitario socialmente responsable, capaz de decir lo que se hace y hacer lo que se dice.

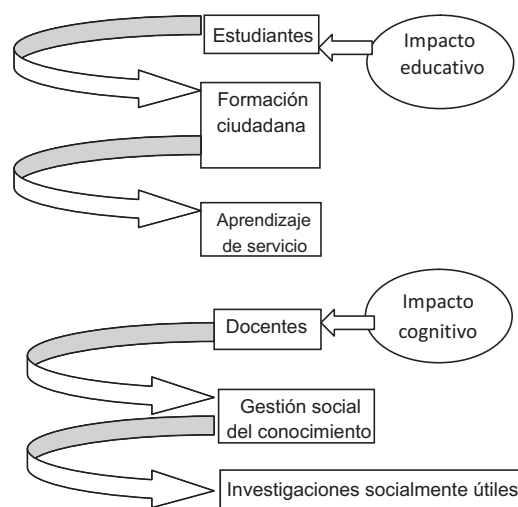


Figura 1. Impactos de la RSU

MÉTODO

El estudio estuvo enmarcado en el paradigma cuantitativo de la investigación científica. El nivel de investigación fue descriptivo y el diseño documental y de campo. El método utilizado fue el estudio de casos aplicado a la UNET. Esta universidad cuenta con 356 docentes ordinarios en la modalidad de contratación tiempo completo y dedicación exclusiva. Para esta investigación solo se seleccionaron los docentes ordinarios a dedicación exclusiva, quienes deben cumplir mayor número de horas de permanencia en la institución. Aplicando técnicas estadísticas, se trabajó sobre una muestra conformada por 128 docentes seleccionados por muestreo aleatorio estratificado con asignación óptima. Se consideraron doce (12) estratos a estudiar referidos a los departamentos de carrera: ingeniería mecánica, industrial, producción animal, informática, electrónica, ambiental, agronómica, arquitectura y licenciatura en música; los departamentos de apoyo: matemática y física, química, ciencias sociales. Para obtener la información se le aplicó la técnica de la encuesta con base en un cuestionario de veinte (20) preguntas relacionadas con la conceptualización respecto a RSU que tienen los docentes, y la presencia de prácticas de RSU en la UNET desde la percepción de los docentes, en el contexto interno y externo de la institución.

RESULTADOS

La RSU fue analizada desde la conceptualización que sobre ésta tienen los docentes, lo que éstos consideran debería hacer la Universidad a partir de su marco filosófico, y en consecuencia, las prácticas de RSU que los docentes consideran que se realizan en la UNET en el contexto interno y externo.

a) Conceptualización de los docentes sobre la RSU

Al respecto, se encontró que los docentes como RSU las estrategias materializadas en acciones al interior de la institución, hacia la comunidad y hacia la preservación del ambiente, tal y como se muestra en las tablas 1 y 2.

Los datos de la tabla 1, ponen de manifiesto que sólo el 48,44% de los docentes considera que la responsabilidad social desarrollada por la Universidad es integrada (interna y externa), existiendo un alto porcentaje (34,38%), que la ve enfocada hacia la comunidad externa solamente.

b) Orientación de la RSU a partir de su marco filosófico

En la tabla 2, puede observarse que entre los docentes encuestados, existe una alta claridad respecto al deber ser de RSU en la UNET de acuerdo a su marco filosófico, estando el 82,81% de la muestra dentro de la noción ética sistémica.

c) Prácticas de RSU que los docentes consideran se realizan en la UNET en el contexto interno y externo

Respecto a la comunidad externa, tal y como se observa en la tabla 3, los docentes consideran como prácticas de RSU las acciones filantrópicas y espasmódicas que la UNET realiza en la comunidad. Se consideran así estas acciones, ya que a pesar de generar beneficio social, no se fundamentan en respectivos diagnósticos de necesidades, diseño de propuestas, implantación y seguimiento de las mismas, hasta ver materializado el impacto positivo en las comunidades intervenidas. Esto implica que se está claro en el deber ser pero no en la manera de materializarlo en comportamientos éticos que fortalezcan el tejido social y que generen impactos transformacionales.

Tabla 1. Conceptualización de RSU por parte de los docentes UNET

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
a) Responsabilidad por los trabajadores	11	8,59
b) Responsabilidad por la comunidad externa	44	34,38
c) Responsabilidad por el ambiente	6	4,69
d) Todas las anteriores	62	48,44
e) Ninguna de las anteriores	5	3,91
Totales	128	100

Tabla 2. Noción de los docentes de la UNET respecto a RSU

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
a) Las prácticas de RS deberán orientarse hacia la contribución que la institución realiza para el desarrollo de la sociedad, principalmente hacia grupos más desposeídos y vulnerables, así como preferentemente hacia la comunidad externa donde se ubica territorialmente la Universidad.	11	8,59
b) Las prácticas de RS deberán estar dirigidas única y exclusivamente al interior de la Universidad, principalmente con sus empleados y estudiantes; sin tener responsabilidad hacia la comunidad externa a la misma.	2	1,56
c) Las prácticas de RS se deben caracterizar por una visión integral de la Universidad en la sociedad, de ahí su carácter sistémico. En esta postura, la Universidad deberá ser responsable con sus trabajadores, estudiantes, proveedores y la comunidad externa.	106	82,81
d) Las prácticas de RS deberán estar dirigidas principalmente hacia la comunidad externa y en menor proporción hacia el interior de la Universidad.	6	4,69
No contestaron	3	2,34
Total	128	100

Tabla 3. Conocimiento de los docentes del contenido de los programas de Responsabilidad Social desarrollados por la UNET externamente

Principales Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
a)Extensión agropecuaria	51	39,84
b)Proyectos de investigación detectando necesidad	5	3,91
c)Municipalización con carreras cortas	18	14,06
d)Servicio comunitario	48	37,50
e)Cursos de formación permanente	15	11,72
f)Alianzas estratégicas UNET- ASOGATA -ALNUR	12	9,38
g)TAP	6	4,69
h)Extensión hacia las pymes	3	2,34
i)No contestaron	29	22,66
j)Programas de radio- televisión	5	3,91
k)Alfabetización tecnológica	3	2,34

En la tabla 3, se observa que la extensión agropecuaria es la actividad de RSU más conocida por los docentes, representada por algunas prácticas como lo es el programa desarrollado en la estación piscícola de la UNET, a través del cual los estudiantes se benefician utilizando dicha estación como laboratorio académico y, la comunidad como una fuente de capacitación y de sustento para quienes laboran allí; así mismo algunos programas de capacitación a productores agrarios como son los cañicultores. No obstante existen acciones filantrópicas, que limitan su alcance a algunos cursos que se dictan en el sector agropecuario a los cuales no se le da seguimiento y mucho menos continuidad. Otro valor sobresaliente es el de servicio comunitario el cual debería ser una bandera de RSU para las universidades tal y como lo establece la Ley del Servicio Comunitario

del Estudiante de Educación Superior (2005). Sin embargo, esta Ley sólo contempla la realización de un proyecto producto de una necesidad manifestada por la comunidad, no definiéndose la transferencia del impacto del proyecto a la comunidad ni la eficacia en la satisfacción de la necesidad planteada; por lo tanto, no se puede considerar una práctica de RSU.

La municipalización con carreras cortas que si están enmarcadas en el concepto de RSU con los programas de capacitación dirigidos al sector agrario en la Grita y la Fría (estado Táchira), representan sólo el 14,09% de las prácticas conocidas por los docentes; y más grave aún el 22,66% no contestó por considerar que la UNET está realizando programas, pero desconoce dónde y en qué sectores. Así mismo para reafirmar más la carencia de conocimiento para materializar la RSU, se

considera dentro de éste concepto los trabajos de aplicación profesional (TAP), los cursos de formación permanente, la alfabetización tecnológica, extensión de las pymes, los programas de radio y televisión, entre otros los cuales se pudo conocer que no van más allá de acciones filantrópicas.

Para conocer cuáles pudieran ser las causas del desconocimiento respecto a lo que la UNET está realizando en materia de RSU, se indagó en relación a los medios utilizados por la misma para dar a conocer la información, obteniéndose los resultados reportados en la tabla 4.

Tabla 4. Medios de divulgación de los programas de Responsabilidad Social desarrollados por la UNET conocidos por los docentes

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
a) Divulgación interna por Internet	53	41,41
b) Divulgación interna por comentarios	54	42,19
c) Divulgación externa por prensa	27	21,09
d) UNET informa	13	10,16

En la tabla 4, se observa que más del 40% de los docentes fundamenta su información en el comentario de pasillo lo cual de acuerdo a las teorías de la comunicación, pudiera ser una información distorsionada, siendo los canales que la Universidad cree que utiliza para este fin la, prensa y el Internet mediante su página web, reflejan los menores porcentajes de obtención de información por parte de los

docentes, 21,09% y 41,41%, respectivamente.

Respecto a la comunidad interna (personal docente, administrativo, obrero y estudiantes), en la tabla 1, se mostró que sólo el 8,39% de los docentes percibe que en la UNET hay RSU hacia la comunidad interna; y más grave aún existe en ellos la confusión entre los logros contractuales y prácticas de RSU, tal y como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Conocimiento de los docentes respecto a los contenidos de los programas de Responsabilidad Social internos desarrollados por la UNET

Principales Respuestas Obtenidas	Frecuencia	Porcentaje
a) Protección de la salud con el HCM-IPP	36	28,13
b) Apoyo al mejoramiento profesional	17	13,28
c) Charlas de seguridad e higiene industrial	5	3,91
d) Proyectos de vivienda	16	12,50
e) Becas para hijos-admisión directa	8	6,25
f) Casa del profesor para la recreación	11	8,59
g) Infraestructura de trabajo	9	7,03
h) Programación cultural	15	11,72
i) No contestaron	67	52,34

En la tabla 5 se evidencia que el 52,34% de éstos docentes supone que sí se están desarrollando prácticas de RSU internas pero no las conocen, y los que dicen conocerlas enmarcan allí la existencia del Centro Recreacional Casa del Profesor Universitario (CERCPU), becas para los hijos y la admisión directa de los mismos, los servicios del Instituto de Previsión Profesoral (IPP), la póliza de Hospitalización, Cirugía y Maternidad (HCM), los programas culturales y proyectos de vivienda. Se alude a otras prácticas que sí se podrían considerarse de RSU, tal es el caso de las charlas de seguridad e higiene industrial, programas de formación, infraestructura de trabajo muy pocos de ellos la consideraron relacionadas con la RSU.

Del 82,81% de la muestra que se encuentra enmarcada en la noción ética sistémica surgieron

algunas propuestas para incorporar la RS dentro de la institución tal y como se muestra en la tabla 6.

Importante de resaltar es lo referente a la recomendación referida a programas para jubilados y discapacitados ya que fue dada por personas con diferentes años de contratación y por ende de edad, lo cual es una preocupación latente pensar en estas personas. Así mismo, se percibe la conciencia del desconocimiento del concepto de Responsabilidad Social, lo cual se constituye en un obstáculo para que se dé el involucramiento del personal docente en el diseño, implantación y seguimiento de estas acciones. También es oportuno señalar que ningún docente hizo mención a mejoras en los procesos de enseñanza aprendizaje, a fin de ser socialmente responsable dentro del aula de clase.

Tabla 6. Recomendaciones de los docentes respecto a los programas de Responsabilidad Social internos que deberían existir en la UNET

Principales Respuestas Obtenidas	Frecuencia	Porcentaje
a) Apoyo a programas de vivienda	34	26,56
b) Mejora en los programas de salud	41	32,03
c) Sensibilización en el personal- fomento de valores	10	7,81
d) Conservación de los ambientes	8	6,25
e) Mejoras en las infraestructuras de trabajo	29	22,66
f) Apoyo a formación en áreas puntuales	9	7,03
g) Valoración del trabajo	13	10,16
h) Incentivar la investigación para detectar necesidades	7	5,47
i) Programas para jubilados y discapacitados	19	14,84
j) Ampliar programaciones culturales	9	7,03
k) Dar a conocer lo que es RS y propiciar el involucramiento	22	17,19
l) No contestaron	22	17,19

El personal que forma parte de toda organización, independientemente de su naturaleza tiene necesidades, y si además se dice “la caridad empieza por casa” entonces ¿qué se busca con la responsabilidad social?: detectar necesidades internas, ver en que se puede apoyar a la gente, dando seguimiento y continuidad hasta que se aborde una nueva necesidad. En la tabla 6 se observa cómo el personal docente pone en evidencia la necesidad de vivienda, el cultivo de los valores y sensibilización del personal, desarrollo de investigaciones contextualizadas, conservación del ambiente, mejoras en programas de salud, la formación en áreas puntuales, la valoración del trabajo, entre otras. Algunas de ellas se podrían enmarcar en programas de RSU, pero lo importante es conocer que el personal tiene necesidades y que la institución debería ser socialmente responsable con su gente brindando el apoyo, en algunos casos, mediante alianzas estratégicas con otras organizaciones a fin de garantizar la calidad de vida dentro y fuera de la institución.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se pudo conocer que el 48,44% de los docentes al contraponer su propia conceptualización respecto a Responsabilidad Social con lo que perciben se está haciendo en la Universidad, la conciben como responsabilidad por los trabajadores, por la comunidad y por el ambiente, siendo muy favorable para las instituciones universitarias que pretenden alinear su misión (acercamiento hacia el entorno llevando asistencia mediante el conocimiento), con las exigencias políticas así como con la sensibilidad social de docentes, personal administrativo, estudiantes y autoridades de la institución. No obstante, es necesario resaltar que un porcentaje importante de docentes (34,38%) concibe la RSU sólo como responsabilidad hacia la comunidad externa, olvidando como lo mencionan algunos autores

citados, que los primeros pasos de la RSU deben darse hacia el interior de la institución.

Con relación a la diversidad de posturas respecto a la RSU desarrollada en la UNET, se evidencian factores favorables para la implementación de programas de responsabilidad social, ya que el hecho de que la mayoría de los docentes (82,81%) se ubique dentro de la noción de ética sistémica, quiere decir que existe una visión integral en la que se evidencia un compromiso hacia dentro y fuera de la institución, existiendo coherencia entre los informantes en las respuestas referidas hacia el norte de la responsabilidad social de la UNET.

Guédez (2008) considera que para garantizar la sustentabilidad y sostenibilidad de estrategias en materia de Responsabilidad Social, es necesario partir de la detección de necesidades del blanco de acción, a fin de priorizarlas y determinar en qué áreas pudiera intervenir la organización y a partir de allí poder definir las estrategias, partiendo de acciones filantrópicas, seguidas de una inversión social y no menos importante logrando una alianza social con los involucrados. Con base en los resultados mostrados se pudiera inferir que existe una importante debilidad respecto a Programas de Responsabilidad Social hacia el interior de la Universidad, y que lo que está realizando la organización está focalizado es hacia el exterior. Así mismo de acuerdo a la percepción de los docentes no existe una adecuada planificación previa que garantice ir más allá de la filantropía, desvirtuando el concepto de responsabilidad social. Esta situación pudiera generar una disonancia cognoscitiva en un alto porcentaje de la comunidad unetense, ya que lo que consideran se debería realizar en esta materia, no corresponde con lo que se predica y se hace.

En los docentes se evidencia la percepción respecto a la carencia de planificación a fin de detectar las necesidades de la comunidad antes de actuar en pro de su

desarrollo. Así mismo resalta un alto porcentaje de docentes que creen conocer en qué áreas está interviniendo la universidad, resaltando el factor educación. Es por ello que los mayores porcentajes referente a los programas existentes recaen en extensión agropecuaria, servicio comunitario y formación permanente; es preocupante que solo el 2,34% recae en las pymes, siendo este el mayor parque industrial del estado Táchira.

Cuando se indagó respecto a la disposición de los docentes a involucrarse en prácticas de RS, se pudo observar la existencia de voluntades individuales, ya que adolecen de coordinación y planificación de parte de alguna instancia que logre alinear los esfuerzos individuales a fin de generar estrategias institucionales. Específicamente esto se evidenció en el proyecto de alfabetización tecnológica desarrollado por docentes del departamento de informática en el Centro Penitenciario de Santa Ana, municipio Córdoba, el cual no se encuentra alineado a estrategias institucionales, y que puede ser el punto de partida para un programa de responsabilidad social.

La información obtenida referente a la percepción y conocimiento de los docentes sobre la Responsabilidad Social interna, merece reflexión; por un lado un alto porcentaje de los docentes considera que no se está realizando algo o se hace algunas veces, y los que creen que sí, están confundiendo los beneficios contractuales como becas, admisión directa y póliza de HCM, así como el CERCPU que es mantenido por los docentes a través de APUNET y logro de ellos mismos, con lo que pudiera ser un programa de responsabilidad social. El fomento de la cultura a través de programaciones culturales conocidos por un bajo porcentaje, pudiera pasar de una acción filantrópica como lo es actualmente a un programa bien concebido de RSU con importante impacto hacia dentro y fuera de la institución.

CONCLUSIONES

Dada la razón de ser la UNET una institución generadora de conocimiento y una organización sin fines de lucro dependiente de un presupuesto gubernamental, todo lo antes mencionado respecto a la importancia de definir políticas y estrategias de RSU deberá ser considerado, a fin de detectar las posibles alianzas estratégicas que se deberán realizar especialmente con el sector privado, para lograr diseñar y poner en práctica estrategias de RSU hacia dentro y hacia fuera de la institución.

También es importante mencionar la necesidad de dar a conocer en la comunidad universitaria de la UNET el concepto de RSU, a fin de internalizar el hecho de que como académicos universitarios no solo se debe ser responsable con la comunidad externa, sino que dentro del aula de clase se debe ser socialmente responsable al tratar a los estudiantes, al ofrecer conocimientos y todo ello modelando comportamientos éticos que permitan siempre dejar muy en alto el nombre de la institución donde se labora en aquellos estudiantes que saldrán a modelar esos mismos comportamientos en el sector productivo del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA del estado Mérida. CACOIME. Responsabilidad Social Universitaria. Mérida, Venezuela. 2008.
- GUÉDEZ, V. Ser Confiable. Responsabilidad social y reputación empresarial. Editorial Planeta. Caracas, Venezuela. 2008
- GUÉDEZ, V. "Empresas responsables". Componentes de la responsabilidad Social. Revista Gerente. Venezuela. P.13. 2009.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. LEY DE SERVICIO COMUNITARIO DEL ESTUDIANTE DE EDUCACIÓN SUPERIOR Gaceta Oficial N° 38.272 del 14 de septiembre de 2005.
- MARTÍ, J.; MARTÍNEZ, F.; MARTÍ. M.; MARÍ. R. POLIS. Revista académica Universidad Bolivariana de Chile. Santiago de Chile, Chile. N° 18. P.1. 2007.
- MARTÍNEZ, O. y PICCO, J. Responsabilidad social de las Universidades. Universidad construye país. Disponible en: www.Construyerais.el. Fecha de Consulta: 10/04/09. 2007.
- PIZZOLANTE, I. "Empresas Responsables". Filantropía Inteligente. Revista Gerente. Caracas, Venezuela. P.14. 2009.
- TEIXIDÓ, S.; CHAVARRI, R. La Acción Filantrópica como un elemento de la responsabilidad Social: El caso chileno. Ediciones Prehumana. Chile. 1999.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA. Responsabilidad Social Universitaria. Bucaramanga. Colombia. 1998.

PROPUESTA DE GESTIÓN PARA EL FINANCIAMIENTO A CORTO PLAZO EN LA PYME METALMECÁNICA DEL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL DEL ESTADO TÁCHIRA

(Short term financing for small and medium metal mechanical enterprises of the San Cristóbal municipality at Táchira state)

Parra, Maira; Ruiz, Bianey; Madriz, Delia; Castillo, Elizabeth

Programa Calidad y Productividad Organizacional,
Decanato de Investigación,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal estado Táchira,
República Bolivariana de Venezuela,
Correo Electrónico: maparra@unet.edu.ve; bruiz@unet.edu.ve

RESUMEN

En Venezuela, el factor financiero está considerado entre los problemas sistemáticos más relevantes que afectan la actividad empresarial. Se ha determinado que la PyME manufacturera del rubro metalmecánico del municipio San Cristóbal del estado Táchira, carece de una política de endeudamiento y no cuenta con políticas y sistemas crediticios que faciliten la relación con sus clientes y proveedores. Como aporte de gran relevancia, se constituye como objetivo de esta investigación plantear una propuesta para la gestión del financiamiento a corto plazo para estas empresas, en virtud de la relevancia que poseen para la economía del Estado y del país, en cuanto a la movilización del aparato productivo. Se trata de un estudio de naturaleza cuantitativa, diseño de campo y nivel descriptivo, fundamentado en la técnica de la encuesta a través de un cuestionario a través del cual se estudian las variables del financiamiento: uso de políticas financieras, procedencia del capital para la inversión, fuentes de financiamiento, tasas de interés, garantías y plazos al momento de realizar una inversión, proceso de financiamiento, administración del financiamiento. Los resultados denotan un manejo inadecuado de políticas financieras, una dirección con una alta adversidad al riesgo, y una marcada tendencia a mantener el control de las actividades financieras de la empresa. Se diseñó la propuesta mediante la señalización de los elementos claves, acciones y procedimientos a seguir para determinar la necesidad de inversión en activos circulantes, así como las medidas a tomar para la obtención del financiamiento.

Palabras Clave: PyME, financiamiento, gestión.

ABSTRACT

In Venezuela, the financial factor is considered among the most relevant variable influencing the industrial activity. In the Táchira State, according to data from the strategic project plan for the development of small and medium enterprises (2002), the metal mechanical sector in San Cristóbal lacks of indebtedness policies and financing systems that facilitate the relationship with clients and suppliers. As contribution to the financial field, this investigation intended to configure a framework for facilitating the management of short term financing activities in the metal mechanical sector in San Cristobal, Táchira state. The study corresponded to a field investigation, in a descriptive level. A questionnaire was used to collect data. Results from the study showed an inadequate handling of financial policies, orientation toward high adversity to the risk, and a marked tendency to maintain the control of the financial activities of the company. Based on the general diagnosis of the sector a proposal was designed in which key elements were identified as well as actions and procedures to determine the investment need in current asset. Also some guidelines to take into account when obtaining financing are shown.

Key Words: PyME, financing, management

Recibido: 22/03/2009 Aprobado: 04/10/2010 Versión Final: 27/05/2011

INTRODUCCIÓN

La gestión financiera se ha convertido en una parte integrante de las actividades generales de planificación de la empresa, dado que el énfasis de la función financiera se sitúa sobre un enfoque analítico de la toma de decisiones de la empresa, (Weston y Woods, 1970). De acuerdo a Giugni *et al.* (1997), todas las actividades financieras que se ejecutan en la empresa deben estar enmarcadas en las políticas financieras. Para Faus (1997), estas políticas deben ser coherentes entre sí y se deben diseñar en consonancia con el objetivo de crear valor, teniendo presente que la creación de valor, según Block y Hirt (2001), se hace con la finalidad de alcanzar la meta general de la empresa, consistente en la maximización de la riqueza de los accionistas.

Entre la toma de decisiones que conlleva la gestión financiera se señala el financiamiento de la actividad empresarial como función específica, que permite cubrir las necesidades de capital para llevar a cabo las inversiones en capital fijo y circulante al menor costo posible, tomando en cuenta el nivel del negocio, magnitud de su estructura y equipamientos para definir la parte correspondiente al capital circulante y la referida al capital fijo que a su vez varían con el tipo de empresa y el sector (Cuatrecasas, 2000).

Según Observatorio PyME (2004), el financiamiento no es un problema particular que encara la pequeña y mediana empresa (PyME) venezolana y latinoamericana; resultados de investigaciones empresariales, indican que se trata de un obstáculo de alcance mundial. Cazorla (2010), señala el financiamiento entre los factores que ofrece mayores obstáculos al desarrollo de la PyME venezolana, y agrega que para el sector financiero, la misma “está compuesta por empresas desconocidas (sin reputación en el mercado financiero), con estructuras organizativas poco desarrolladas, basadas en la figura del empresario propietario, y que cuentan en general con personal directivo con escasa preparación financiera” (s/p). Esta situación ocasiona la disminución de la PyME en el mercado de crédito, agravado por la poca capacidad de endeudamiento y la escasez de liquidez.

Para Mora (2004), la PyME venezolana constituye más del 90% del número de establecimientos del tejido empresarial, aporta más del 13% del PIB Nacional (cifra considerada baja respecto al promedio latinoamericano de 18%), y genera empleo al 55% de toda la población activa (77% del empleo del sector privado). Hasta el 2004, se conoce de la existencia de unas 68.000 PyME, de las cuales el 83% corresponde a comercio y servicio y el 17% a manufactura. Dentro de la actividad

manufacturera, según Cardozo *et al.* (2005), el rubro metalmecánico además de ser uno de los más arraigados dentro de la actividad industrial en Venezuela, constituye uno de los principales contribuyentes al PIB (Producto Interno Bruto) manufacturero, representando en promedio un 25% del PIB manufacturero y el 4% del PIB total durante toda la década pasada.

De acuerdo a los últimos datos generados por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2004), de un total de 7.103 establecimientos del parque industrial manufacturero de Venezuela, 6.424 se encuentra conformado por las PyME, lo que representa más del 90%. Dicho sector genera el 10,42% del Valor Agregado a la producción nacional, 13,29% del Valor Bruto de la Producción y, 35,88% del empleo del sector, no presentando estos valores diferencias significativas respecto al año 2003. Los informes de la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2005), indican que para el período 2000-2002, se verificó una reducción del 31% del número de establecimientos, trayendo como consecuencia una contracción del 29,54% del empleo generado por el sector, la caída del valor de la producción del 3,98%, con similares bajas en cuanto al valor real de las inversiones y el valor de las ventas.

El estado Táchira, según la Oficina Central de Estadística e Informática (1996), concentra el 2,82% de los establecimientos del total nacional y datos más recientes provenientes del Proyecto Plan Estratégico para el relanzamiento de la pequeña y mediana empresa en el estado Táchira (2002), registra un total de 232 PyMEs y señala a los rubros Metalmecánico, seguido de Confección -Textil y Calzado- Cuero como los más representativos de la región. El rubro metalmecánica en particular, según datos del mencionado proyecto representa cerca del 33% del total de PyMEs del municipio San Cristóbal, y resultados de la aplicación de la Norma COVENIN 1980-90 planteada por Rodríguez (1990) indican que el área finanzas se encuentra en una situación deficiente, con un porcentaje de cumplimiento de 58,1%. Conforme al análisis de este proyecto se estableció que las empresas de este sector no cuentan con políticas y sistemas crediticios que faciliten la relación con los clientes y proveedores. Así también, la carencia de una política de endeudamiento que le permita afrontar compromisos de funcionamiento y de inversión, coarta la relación con los diversos entes financieros, y como consecuencia limita su desarrollo y crecimiento dentro del tejido empresarial tachirense.

A fin de promover el desarrollo interno y crecimiento económico de la PyME del estado Táchira, Coronel (2007), plantea la necesidad de que el empresario tachirense se oriente al cambio, flexibilice

sus organizaciones en cuanto a las funciones y trabajen en torno al mejoramiento de la calidad del servicio. Las necesidades de los clientes, la rentabilidad, la producción y la tecnología en estas empresas, debe abordarse desde diversos ámbitos, en donde la relación con los entes del entorno, resulta un factor fundamental. Al respecto, Márquez y Pérez (2007), señalan que la disponibilidad de recursos técnicos y conocimientos para el mejoramiento que aporte el entorno, es fundamental para dicho desarrollo, en lo cual juegan un papel fundamental las redes que puedan generarse entre instituciones educativas, centros de investigación y organismos públicos y privados de apoyo al sector.

En este ámbito, cabe resaltar que en el estado Táchira, existen algunas instituciones de carácter público, en cuyos objetivos se contempla el apoyo financiero y técnico a los sectores de la microempresa y la PyME; destacan, entre otros, el Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS), Bicentenario Banco Universal C.A., Sociedad de Garantías Recíprocas para la Mediana y Pequeña Empresa del estado Táchira S.A. (SGR Táchira, S.A.), y la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del estado Táchira (FUNDACITE), organismo que trabaja en convenio con diferentes universidades del estado Táchira y del país, en función de brindar apoyo a los proyectos de desarrollo de los sectores empresariales. Además, existen organizaciones privadas que buscan generar redes de apoyo entre los distintos sectores industriales, como la Cámara de Comercio e Industria del estado Táchira (CCIET) y la Cámara de Comercio, Industria y Producción de San Antonio (CCIPSA).

El presente artículo muestra una propuesta para la gestión del financiamiento a corto plazo en la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal fundamentada en tres elementos: los elementos clave del financiamiento, las acciones y procedimientos a seguir para determinar la necesidad de inversión en activos circulantes y, las medidas a tomar para la obtención del financiamiento a corto plazo. Para ello se hizo necesario diagnosticar el estado actual de las variables relacionadas con la gestión del financiamiento a corto plazo, siendo éstas: (a) el uso de políticas financieras, (b) la procedencia del capital para la inversión, (c) las fuentes de financiamiento, (d) las tasas de interés, (e) garantías y plazos al momento de realizar una inversión, (f) el proceso de financiamiento con las instituciones financieras y, finalmente, (g) la administración del financiamiento.

Dado que los entornos productivos en general no son todos iguales, la propuesta se fundamenta en un

sistema de gestión que responde a las necesidades de gestión del financiamiento a corto plazo para empresas estudiadas. Dicha herramienta organizacional ofrece orientación para el empresario de la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal respecto a la toma de decisiones relativa a la estructura de la financiación a corto plazo, en lo concerniente a las diferentes opciones y mecanismos de financiamiento destinados a este sector. Esta propuesta puede servir de referencia para el desarrollo de futuros estudios en la PyME manufacturera, comercial y de servicios de cualquier sector productivo en el contexto nacional.

MÉTODO

El trabajo desarrollado en de naturaleza cuantitativa, diseño de campo no experimental y nivel descriptivo. Se trata de la recolección de data que permite medir el estado de las variables relacionadas con el financiamiento a corto plazo en las empresas objeto de estudio. Tal y como lo expone Sabino (1992), los datos son primarios y describen las situaciones encontradas directamente de la realidad.

La población para el estudio está conformada por la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira y los informantes corresponden a la persona responsable de la gestión financiera de la empresa. A los efectos del estudio, se toma la clasificación empresarial de la Confederación Nacional de Industriales (CONINDUSTRIA, 2007), en donde la pequeña empresa comprende de 6 a 20 empleados; la mediana de clasifica en mediana inferior de 21 a 50 empleados y la mediana superior de 51 a 100 empleados. Según el INE (2005), existen en el municipio San Cristóbal 27 empresas metalmecánicas, correspondiendo 24 a PyME, considerándose la totalidad de la población.

En una caracterización empresarial realizada respecto a la población, se conoció que de las 24 PyME existentes, 17 (70,83%) son pequeñas empresas, 5 (20,83%) son medianas empresas superiores y 2 (8,34%) son medianas empresas inferiores. Los productos que elaboran estas empresas corresponden a partes y equipos de vehículos para el mercado de reposición, piezas para la industria del gas doméstico, industrial y natural, y piezas de fundición para el mercado original.

Cabe destacar que a pesar de diferenciarse por el número de empleados, las capacidades tecnológicas de las mismas son muy similares, teniéndose que el 82% de las empresas estudiadas utiliza tecnología adecuada para sus procesos, sin considerarla tecnología de punta;

dirigen sus productos en un 76% al mercado regional y, el 91% obtiene las materias primas e insumos del mercado regional. Además, pudo conocerse que el 71.4% de las empresas son compañías anónimas con un tiempo promedio en el mercado de 26 años, el 64,3% persigue objetivos de crecimiento con rentabilidad, el 78,6% posee metas definidas en términos de ventas y el 57,15% en términos de rentabilidad. En el 71,4 de las empresas, la función financiera es responsabilidad del dueño; en el otro 28,6% de las empresas la función financiera está a cargo del administrador.

Respecto a la recopilación de los datos, se utilizó la técnica de la encuesta teniéndose como instrumento el cuestionario, para cuyo diseño se procedió a definir operacionalmente cada variable e indicadores de la gestión del financiamiento a corto plazo, centrándose en el estudio de: el uso de políticas financieras, la procedencia del capital para la inversión, las fuentes de financiamiento, las tasas de interés, las garantías y plazos al momento de realizar una inversión, el proceso de financiamiento con las instituciones financieras y, la administración del financiamiento. El instrumento constó de tres (3) partes: la primera, contentiva de datos de identificación y caracterización de las empresas; la segunda, en la cual se indaga respecto a las variables interés y administración del financiamiento; la tercera, orientada a la obtención de información relacionada con políticas financieras, procedencia de capital, garantía y administración del financiamiento.

Los datos se procesaron estadísticamente por medio de la valoración de hallazgos simples (distribución de frecuencias) y hallazgos compuestos, a través de la tabulación cruzada de variables con apoyo del programa Excel bajo Windows. Tabulados y graficados los hallazgos, se interpretaron y discutieron con base en los aportes de los autores expertos en el área. El análisis y discusión de los resultados, se constituyó en la información de entrada para el diseño de la propuesta de gestión para el financiamiento a corto plazo en la PYME metalmecánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira.

Debe resaltarse que la caracterización de las diferentes empresas del sector PYME estudiado, ofrece información clara respecto a la homogeneidad de las mismas en cuanto a aspectos generales de operatividad y de financiación, siendo su aspecto distintivo el número de empleados. Además, el hecho de que el 71% de las empresas sean pequeñas, justifica el diseño de una propuesta general que pueda ser asumida por la totalidad de la PYME estudiada.

RESULTADOS

A continuación se presenta los hallazgos cuantitativos respecto a las variables del estudio.

1. Políticas financieras. El 14.3% de las empresas tiene establecidas políticas relacionadas con el límite de capital asignado a cuentas por cobrar, situación que puede afectar seriamente la liquidez puesto que el 50% de las empresas de este sector mantienen un sistema de crédito con sus clientes de 16 a 30 días. No obstante, al evaluar el sistema de crédito que la empresa tiene con sus proveedores se tiene que para el 57.1% de los encuestados es de 16 a 30 días, lo que resulta favorable para la empresa.

2. Procedencia de capital. La composición porcentual de capital propio oscila entre 25 y 50% en un 35.7 % de las empresas, que destinan la inversión a capital de trabajo.

3. Fuentes de financiamiento. Las líneas de crédito, crédito de proveedores y recursos de clientes se presentan como las fuentes de financiamiento más utilizadas, resultados que denotan una marcada tendencia al uso de la financiación espontánea como medio para cubrir los costos e inversiones que la empresa realiza.

4. Tasas de interés. Un 42.9% de las empresas señala no estar dispuesto a acceder al financiamiento que ofrece la banca pública y en un 50% al que ofrece la banca privada.

5. Garantía. Durante los últimos tres años, entre las coberturas de riesgo más utilizadas por el conjunto de empresas estudiadas, se encuentran: la garantía personal en 42.9% y las pólizas de seguro en 28,6%.

6. Plazos. El promedio de respuestas evidencia que el conjunto de empresas estudiadas, perciben indiferencia en relación a los plazos de financiamiento que ofrece tanto la banca pública como la banca privada.

7. Proceso de financiamiento. De acuerdo al comportamiento promedio de respuestas, se percibe que las empresas informantes están de acuerdo con los servicios que actualmente le ofrecen las instituciones financieras con las que mantiene sus líneas de crédito y así también, que realizan los préstamos en los bancos con los que normalmente la empresa desarrolla sus principales actividades, a pesar de no estar muy satisfechas con el tiempo de respuesta ante la solicitud y asignación de recursos de la banca privada. Por otra parte, manifiestan no estar en acuerdo, ni en desacuerdo con la calidad de los instrumentos y tiempo de respuesta ante la solicitud y asignación de recursos por parte de la banca pública.

8. Factores económicos externos que inciden en el proceso de formulación de estrategias financieras.

Destacan de acuerdo al comportamiento promedio de respuestas la inestabilidad monetaria, riesgo país, y marco jurídico, como factores de mayor incidencia, seguido de políticas públicas, control de precios y mercado en el que se desarrolla la actividad de la empresa. Por otra parte, en el conjunto de factores endógenos destaca el crédito de proveedores como un factor muy incidente, mientras que condiciones de crédito para clientes, objetivos globales de la empresa, endeudamiento de la empresa, costo financiero que supone la financiación, política de administración de inventarios, y el nivel mínimo de efectivo son percibidos como algo incidentes.

9. Administración del financiamiento. Según el promedio de respuestas, las metas en el corto plazo, en relación a las necesidades financieras, están orientadas a la adquisición de maquinarias y equipos, y la adquisición de capital de trabajo, con la calificación algo importante. Respecto a la selección de una fuente de financiamiento, se determinó que en un 85,7% de las empresas el análisis es realizado en función de costos y rendimiento, responsabilidad que en un 71,4% se atribuye al dueño de la empresa.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a Santandreu, E. y Santandreu, P. (2000), cada empresa debe realizar el diseño del modelo de financiación, tomando en cuenta la cantidad de recursos, su procedencia, su costo y el riesgo que comporta. Dado el ciclo repetitivo que caracteriza a los activos circulantes, para el autor, estos deben financiarse con fuentes a corto plazo a fin de mantener un equilibrio financiero óptimo. A objeto de conocer las necesidades financieras de la empresa en lo que respecta a capital de trabajo, es importante el estudio de la gestión de inventario, gestión de crédito y gestión de efectivo.

En lo que se refiere a la gestión de inventarios, la PyME metalmecánica considera la gestión de inventarios como algo incidente en el proceso de financiamiento, no obstante, según la citada fuente, la valoración de inventarios es vital para conocer la inversión y las necesidades de financiación, por tanto la empresa debe establecer los niveles mínimos de inventario y fijar los niveles óptimos de pedido, minimizando la inversión y costo del inventario mediante la optimización de otras áreas de gestión como ventas, producción y compras.

De acuerdo al autor, la política de concesión de crédito está condicionada por el entorno económico externo e interno dando lugar en función de cada momento y situación a la aplicación de criterios duros en la cual se antepone el efecto del costo a una posible relación con el cliente a medio o largo plazo o por el contrario la aplicación de criterios blandos en la que se considera al crédito como un aspecto comercial y la prioridad es profundizar en la relación con su cliente por encima de su costo. Según el comportamiento promedio de respuestas, entre los factores económicos externos que consideran la PyME metalmecánica se tienen la inestabilidad monetaria, riesgo país, y marco jurídico, seguido de políticas públicas, control de precios y mercado en el que se desarrolla la actividad de la empresa.

En relación a la gestión de efectivo, según Santandreu, E. y Santandreu, P. (2000), su optimización se basa en el concepto de efectivo cero, esta gestión integra la gestión de las fuentes de financiación necesarias en cuantía y costo mínimo, la gestión de cobros y pagos, la gestión de excedentes monetarios y el control y gestión de las condiciones bancarias, de modo que los flujos de ingresos y salidas coincidan en sus rotaciones. Al respecto la PyME metalmecánica, pese a que maneja políticas relacionadas con las posibilidades de financiamiento a través de capital propio, no trata aspectos de relativa importancia como niveles de riesgo, índice de liquidez para la empresa, límite de capital asignado a cuentas por cobrar. Así también, considera los factores nivel mínimo de efectivo, costo financiero que supone la financiación y excedentes de efectivo con poca incidencia en la formulación de estrategias financieras.

Para el citado autor, es importante destacar que en la empresa el principal objetivo de la política de cobros debe consistir en reducir los días de concesión de pago de los clientes para minimizar los gastos financieros y reducir el riesgo, esta política debe contemplar el plazo de pago concedido, los medios o instrumentos de cobro, descuentos por pronto pago, medios de recobro en caso de impago, intereses y gastos por demora. Por otra parte, la política de gestión de pagos debe estar orientada a la maximización del período de tiempo que media desde la recepción de la mercancía hasta el pago efectivo de la misma. En lo que respecta a la gestión de las condiciones bancarias es importante que la empresa mantenga estrechas y profesionales relaciones con las entidades financieras, con vistas a obtener y mantener aquellos créditos necesarios para el suministro de las necesidades puntuales de liquidez.

Propuesta de gestión del financiamiento a corto plazo

Con base en los resultados del estudio y, tomando en cuenta las debilidades y fortalezas de la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal, se propone el procedimiento para la determinación de las necesidades de inversión en activos circulantes (figura 1), en el cual se incorpora como elementos de entrada factores estratégicos exógenos y endógenos que tienen mayor incidencia en el proceso de formulación de estrategias financieras en la PyME estudiada. A partir de estos factores se elabora la previsión de ventas para la empresa, como fuente de un presupuesto general del cual se deriva el programa de producción, consumo y gastos operacionales, información básica para una adecuada gestión de inventarios, gestión de efectivo y gestión de créditos. Estos elementos resultan esenciales para la determinación de la necesidad de inversión en activo circulante, la rotación de materias primas, productos en proceso, productos terminados, proveedores en proceso, productos terminados, proveedores y clientes.

Para Santandreu, E. y Santandreu, P. (2000), una vez

evaluadas las necesidades de inversión del circulante, deben diseñarse las fuentes de recursos financieros, tomando en cuenta en primer lugar las fuentes de financiación espontánea. Se procede luego a planificar las necesidades no cubiertas por los créditos espontáneos, realizando el análisis de posibilidades de acceso a fuentes ajenas y el cálculo del costo del uso de las mismas.

Al respecto, la PyME estudiada hace uso de las fuentes de financiación espontánea, y las necesidades no cubiertas por los créditos espontáneos son financiadas mediante las líneas de crédito. No obstante, para alcanzar los objetivos planteados en esta propuesta, se plantea un orden a seguir en cuanto al tipo de financiamiento para cubrir las necesidades de inversión en activos circulantes, el cual está en correspondencia con la teoría de financiamiento a corto plazo que plantea el referido autor, y considera las particularidades de la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira, en cuanto al uso de fuentes de financiamiento. Dicha propuesta se muestra en la figura 2.

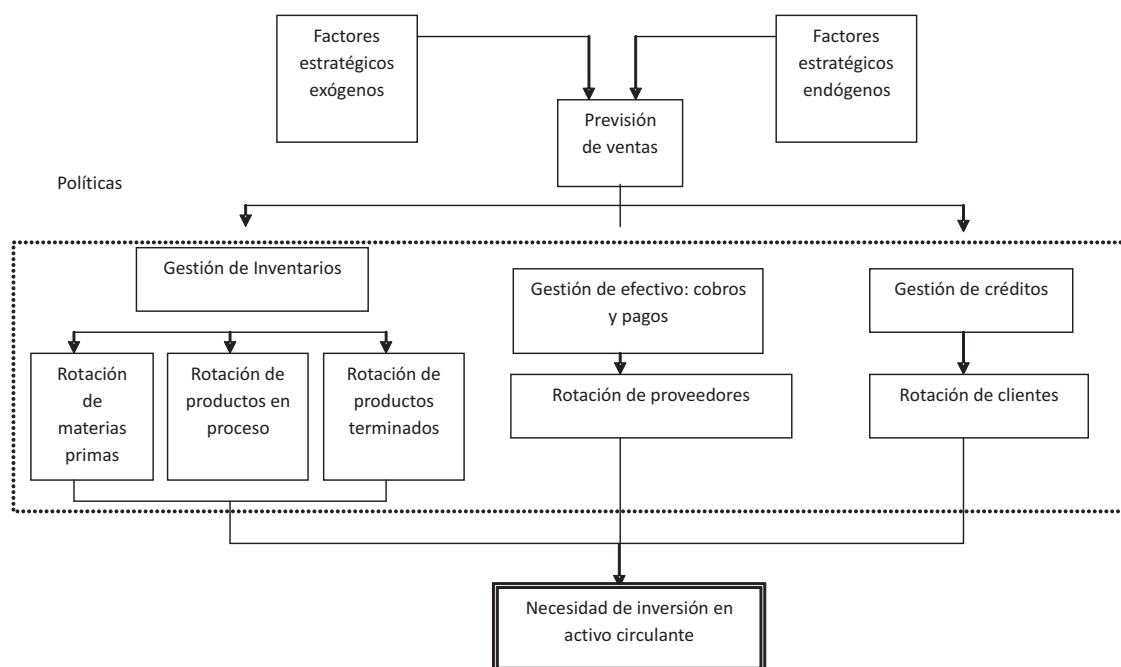


Figura 1. Determinación de la necesidades de inversión en activos circulantes

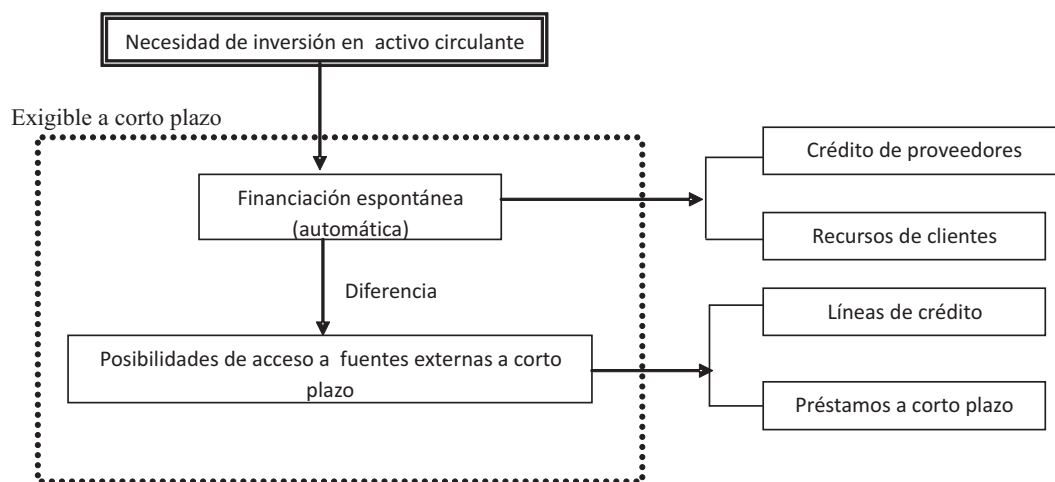


Figura 2. Proceso de financiamiento de un activo circulante

Se plantea en esta propuesta la necesidad de incorporar en la PyME metalmecánica, lineamientos para la toma de decisiones financieras, de modo que todas las actividades que se ejecuten en la empresa estén enmarcadas en políticas financieras. En este sentido, se hace necesaria, la definición de políticas respecto a niveles de riesgo, índice de liquidez para la empresa, límite de capital asignado a cuentas por cobrar y política de dividendos. Así también, en lo referente a políticas de administración de inventarios, nivel mínimo de efectivo, costo financiero que supone la financiación y excedentes de efectivo.

CONCLUSIONES

Al llevar a cabo el diagnóstico de la gestión del financiamiento en la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira, fue posible identificar las fortalezas y debilidades de este sector empresarial, lo cual sirvió de base para la configuración de un sistema de gestión del financiamiento a corto plazo. Se presentan una serie de debilidades las cuales comprometen sus metas de crecimiento y rentabilidad, entre ellas la gestión financiera denota dificultades de financiamiento producto del manejo inadecuado de políticas financieras, reflejado en el lento crecimiento que las empresas de este rubro han tenido durante los últimos tres años y en el tiempo que han permanecido en el mercado como pequeñas y medianas empresas pese a las necesidades financieras de inversión. Aunado a lo anterior, se refleja en este grupo de empresas una

dirección con una alta adversidad al riesgo, dadas las fuentes de financiación que en general utilizan (crédito de proveedores, líneas de crédito y recursos de clientes), así también una marcada tendencia a mantener el control de las actividades financieras de la empresa. Por otra parte, las empresas de este sector cuentan con la fortaleza que representa tener un tiempo promedio en el mercado de 26 años, resultado que hace referencia a empresas que se encuentran en la etapa de maduración, con amplio conocimiento en el mercado en el que se desenvuelven y capacidad para lograr confianza en las entidades financieras.

En función de los hallazgos, se plantea una propuesta para el financiamiento a corto plazo de la PyME metalmecánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira, desde tres (3) perspectivas fundamentales: la primera orientada a un procedimiento estratégico para la determinación de las necesidades de inversión en activos circulantes; la segunda relacionada con el orden a seguir en cuanto al tipo de financiamiento para cubrir las necesidades de inversión en activos circulantes y, la tercera, relacionada con la incorporación de una política financiera en la PyME estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAZORLA, L. Problemática financiera de la PYME: Análisis teórico de los factores determinantes obtenido de word wide wen site. http://www.redegarantias.co/archivos/web/ficheros/2010/pyme_reddegarantias_pdf.2010.

- BLOCK, S. y HIRT, G. Fundamentos de gerencia financiera. Novena Edición. Bogotá. McGraw-Hill Interamericana S.A. pp. 38-153. 2001.
- CARDOZO, N.; INFANTE, C.; PÉREZ, F.; UGUETO, M. El recurso humano en la PYME del estado Táchira. Revista Científica UNET. 17(2):56-169. 2005.
- CONFEDERACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES Directorio industrial 2007. Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.conindustria.org/documentos/detalle-de-documento/directorio-industrial2007/h1f0b3587d9c7794c88807284405f88be/> 2007.
- CORONEL, P. Elementos de influencia en el desarrollo de productos exitosos en las PyME del estado Táchira, Venezuela. Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.avegid.org.ve/personal/docs/4se0c83e1.pdf> 2007.
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO. Entorno sectorial. No. 14. Obtenido de Word Wide Wen Site. http://www.caf.com/attach/17/default/Entorno_Sectorial_Pymes_Jul05.pdf. 2005.
- CUATRECASAS, L. Gestión económico - financiera de la empresa. México. Editorial Alfaomega. pp. 15-27, 48-74. 2000.
- FAUS, J. Finanzas estructurales y estrategias financieras. Barcelona. Ediciones Folio S.A. pp. 33-47. 1997.
- GIUGNI, L.; ETTEDEGUI, C.; GONZÁLEZ, I.; GUERRA, V. Evaluación de proyectos de inversión. Valencia. Universidad de Carabobo. pp. 19-21. 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Directorio Industrial Táchira. San Cristóbal. 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Principales indicadores de la industria manufacturera, total nacional. Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.ine.gov.ve/industria/industria.asp>. 2004.
- MÁRQUEZ, A. y PÉREZ, L. Estudio de los factores intervinientes en el proceso innovativo de las Pyme metalmecánicas. Revista Espacios. 28(2):1 Obtenido de Word Wide Wen Site. http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07980152007000200002&lng=es&nrm=iso. 2007.
- MORA, C. PyME venezolana con respecto a la calidad y la productividad. Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.litoral.com.ar/index.php3/diarios/2004/12/03/economia1/ECON-01.html>. 2004.
- OBSERVATORIO PYME. Estudio de la pequeña y mediana empresa en Venezuela y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Caracas. Corporación Andina de Fomento. pp. 150-157. 2004.
- OFICINA CENTRAL DE ESTADISTICA E INFORMÁTICA. Productos Estadísticos INE – Táchira. Instituto Nacional de Estadística. CD interactivo de la OCEI. 1996.
- PROYECTO PLAN ESTRATÉGICO PARA EL RELANZAMIENTO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA EN EL ESTADO TÁCHIRA. Diagnóstico Industrial de la PyME del estado Táchira. San Cristóbal. Universidad Nacional Experimental del Táchira. pp. 03-14. 2002.
- RODRÍGUEZ, F. Norma Covenin 1980-89: Manual FIM. Capacidad para mejorar la calidad y productividad de las empresas. Fondo para la investigación y mejoramiento de la productividad. Caracas. 1990.
- SABINO, C. El Proceso de Investigación. Caracas. Editorial Panapo. P. 63. 1992.
- SANTANDREU, E. y SANTANDREU, P. Manual de finanzas. Barcelona. Ediciones Gestión 2000. pp. 18-51. 2000.
- WESTON, J. y WOODS, D. Teoría de la financiación de la empresa. Barcelona. Editorial Gustavo Gili, S.A. pp. 17-27. 31-58. 1970.

EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN CRISTÓBAL. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y DE DIVISIÓN POLÍTICO-TERRITORIAL

(San Cristóbal's metropolitan area: demographic
and political-territorial division aspects)

Mogollón, Ligia

Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad,
Programa Ciudad y Territorio,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal, estado Táchira,
República Bolivariana de Venezuela,
Correo electrónico: lmogoll@unet.edu.ve

RESUMEN

El objetivo principal del trabajo fue explorar la evolución demográfica y político-territorial de los municipios que conforman el Área Metropolitana de San Cristóbal (AMSC), estado Táchira. Se definieron cuatro fases. La primera consistió en una revisión bibliográfica sobre el rol del municipio dentro de la estructura político-territorial de América Latina y Venezuela. En la segunda se efectuó un análisis de la división político-territorial del estado Táchira en el siglo XX. En la tercera parte se realizó un análisis de la evolución y cambios en la estructura político-territorial de los municipios que conforman el Área Metropolitana de San Cristóbal. En la cuarta fase se analizó la evolución espacial de la población en los municipios que conforman el Área Metropolitana. Se concluye: a) En el ámbito del AMSC se erigieron pequeños municipios que no cumplían con los requisitos que la Ley les exigía, por lo que se generaron entidades autónomas con escaso poder económico, y por tanto, con poco poder de decisión para ejercer su administración, presentándose graves problemas de ingobernabilidad; b) El crecimiento demográfico del AMSC ocurre con mayor intensidad en las poblaciones periféricas que en la misma ciudad originaria de San Cristóbal.

Palabras Clave: área metropolitana de San Cristóbal, división político-territorial.

ABSTRACT

The main objective of this work was to explore the demographic and political-territorial evolution of the municipalities that conform the San Cristobal's metropolitan area (AMSC), in Táchira State. They were defined four phases. The first consisted in a bibliographic review about the role of municipalities within the political and territorial structure of Latin America and Venezuela. On the second, it was made an analysis of the political and territorial division of Táchira State in twentieth century. In the third part it was made an analysis about the evolution and changes on the political-territorial structure of the municipalities that form the study area. In the fourth phase it was analyzed the spatial evolution of the AMSC's population. It is concluded: a) In the AMSC there were erected small municipalities which did not meet the law's requirements, with which it were generated autonomous entities with little economic power and decision-making to exercise its administration, presenting serious problems of governance; b) The AMSC's population growth has bigger intensity on the peripheral towns than in the original city.

Key Words: San Cristóbal's metropolitan area, demographic evolution, political-territorial division.

INTRODUCCIÓN

La investigación tuvo como objetivo explorar la evolución de los cambios político-territoriales y demográficos de los municipios que conforman el Área Metropolitana de San Cristóbal, estado Táchira. También, y en forma secundaria, explorar las causas y las consecuencias de la fragmentación territorial del área, a fin de poder explicar los problemas de gobernabilidad que enfrenta al estar territorialmente conformada por más de un municipio. La conformación del espacio metropolitano de San Cristóbal se ha caracterizado en los últimos treinta años por: a) La progresiva saturación del espacio definido por el Plan de Desarrollo Urbano de 1976 como el área urbana del municipio San Cristóbal; b) El crecimiento de las poblaciones tradicionales que siempre han gravitado funcional y socialmente alrededor de San Cristóbal: Táriba (municipio Cárdenas), Palmira (municipio Guásimos) y Cordero (municipio Andrés Bello); c) Un acelerado crecimiento físico y demográfico de otros sectores aledaños que hasta hace poco no eran más que áreas rurales, como los centros poblados de San Josecito (municipio Torbes), el Valle-La Laja (municipio Independencia), Las Vegas de Táriba, Gallardín, San Rafael (municipio Cárdenas). Oficialmente la poligonal del Área Metropolitana de San Cristóbal engloba parte del territorio de los municipios San Cristóbal, Cárdenas, Guasimos, Andrés Bello, Torbes, Independencia y Libertad, en una poligonal de 14.999,50 hectáreas (Ministerio de Infraestructura, 2005 y Gobernación del estado Táchira, 2005) y aloja 489.126 habitantes (INE, 2005). Dentro del AMSC, San Cristóbal es el núcleo más antiguo, el lugar donde se forma la imagen metropolitana y el de mayor población (250.307 habitantes en el censo de 2001). (INE, 2005).

MÉTODO

Con el fin de cumplir con los objetivos del trabajo, en su abordaje se definieron cuatro fases. La primera consistió en una labor de revisión de documentación bibliográfica relacionada con la indagación sobre el rol del municipio dentro de la estructura político-territorial en América Latina y sobre la organización de la red de municipios de los Estados venezolanos, a objeto de conocer si existía algún patrón de estructuración que permitiera relacionar algunos de sus componentes: superficies, tamaño de la población contenida, densidades, etc. (Muñoz, Amaya, Mazurek, 2000). Las otras tres fases del trabajo constituyeron una

investigación primaria toda vez que entraron en contacto directo con el área de estudio. La primera de ellas tuvo que ver con el estudio general de la evolución de división político territorial del estado Táchira en el siglo XX (Niño, 2003). La segunda fase de la investigación primaria consistió en el análisis de la evolución político-territorial de los municipios que conforman el AMSC y la tercera y última fase consistió en un análisis de la evolución espacial-demográfica en dicho ámbito.

RESULTADOS

Rol del municipio dentro de la estructura político-territorial en América Latina

Los municipios son desde el punto de vista de la filosofía política, ante todo, "...una comunidad de ciudadanos, y en el fondo, la comunidad originaria en el sistema político nacional, vale decir, la unidad básica y elemental en el Contrato Social" (PNUD-UNOPS, Proyecto regional de capacitación en gestión ambiental urbana, 1997:34). Según Pirez y Herzer (1991, citado en PNUD-UNOPS, Proyecto regional de capacitación en gestión ambiental urbana, 1996:35) en el término municipio concurren tres conceptos específicos referidos a diferentes dimensiones, a saber: Una dimensión espacial, en cuanto abarca una fracción de territorio incluido dentro de porciones o límites mayores —estados, provincias o departamentos, dependiendo del país— que integran el territorio de la nación. Una dimensión gubernamental, es decir una municipalidad que ejerce su competencia y atribuciones sobre una determinada extensión territorial. Y por último, una dimensión social, considerada como el conjunto de actividades sociales, políticas, económicas y culturales que desarrolla una comunidad dentro de un territorio establecido. Esos tres aspectos, territorio, gobierno y sociedad, deberían conformar un núcleo inseparable de actuación, hecho que no necesariamente se cumple toda vez que la mayor parte de las veces se presentan contradicciones u obstáculos en algunos (o todos) de estos aspectos que originan la distorsión del concepto de municipio como tal. Uno de los aspectos más controversiales es el que tiene que ver con territorio municipal y tamaño de la ciudad. Al respecto Pirez y Herzer (1991, citado en PNUD-UNOPS, Proyecto regional de capacitación en gestión ambiental urbana, 1996:35) presentan tres tipologías que permiten relacionar territorialmente a ciudad y municipio: a) El ámbito municipal coincide con la ciudad y su zona rural inmediatamente circundante; b) El ámbito

municipal es una entidad mayor que la ciudad, en el que la zona rural puede ser mucho mayor en tamaño físico y/o poblacional que la urbana; c) El ámbito municipal es una entidad menor que la ciudad. En esta última tipología se ubicarían todas aquellas ciudades que han crecido a partir del núcleo original y que se han expandido hacia el territorio de otros municipios.

El rol del municipio en la conformación de las ciudades venezolanas

Para este aparte se indagó sobre el marco legal de la organización municipal venezolana en el siglo XX. Se fundamentó en artículos de las Constituciones de la República, en leyes orgánicas de régimen municipal y en las leyes orgánicas de ordenación del territorio y de ordenación urbanística que se han elaborado en el país. Las leyes orgánicas de régimen municipal (LORM) tenían por objetivo desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, gobierno, administración, funcionamiento y control de los municipios y demás entidades locales. Establecen que las Asambleas Legislativas de los Estados determinarán el territorio que corresponda a cada municipio. Con relación a la constitución y tamaño de estos, señalan que dos o más centros urbanos que formaran una unidad geográfica, económica y social, constituirían un sólo municipio, por lo que no podrían adquirir carácter de entidades separadas. (República de Venezuela. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Tomada de la Gaceta

Oficial N° 3.371 – Extraordinario del 2 de abril de 1984 y República de Venezuela. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Tomada de la Gaceta Oficial N° 4.109. Extraordinario 15 de junio de 1989). La LORM de 1984 requiere para la constitución de un nuevo municipio, una población no menor de 12.000 habitantes, mientras que la LORM de 1989 la baja a 10.000 habitantes. Desde el punto de vista fiscal y económico señala la necesidad de que los nuevos municipios generen recursos suficientes para atender los gastos de gobierno, administración y prestación de los servicios mínimos obligatorios. Contempla la formación de distritos metropolitanos, los cuales constituyen entidades locales formadas por la conurbación de dos ó más municipios, cuyas capitales se hubieran extendido en forma tal que llegaran a constituir una unidad urbana, social y económica con más de 100.000 habitantes (República de Venezuela. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Tomada de la Gaceta Oficial N° 3.371 – Extraordinario del 2 de abril de 1984), cantidad que fue aumentada a 250.000 en la LORM de 1989. En esta última se cambia la nomenclatura de las entidades locales. Elimina el nombre de distrito (que representaba a las entidades en que estaban divididos los Estados) y lo reemplaza por el de municipio. Éste a su vez se subdivide en parroquias, las cuales son creadas con los objetivos de descentralizar la administración municipal, promover la participación ciudadana y mejorar la prestación de los servicios públicos locales.



1953



1998

Figura 1. División Político-Territorial estado Táchira

La organización territorial del estado Táchira en el siglo XX

Aparte del estudio Organización político territorial del estado Táchira siglo XX (Niño, 2003) se contó con un trabajo cartográfico aportado por el geógrafo Homero Guerrero. Como la cartografía de Niño (2003) estaba en formato de imágenes, éstas se escanearon y se insertaron en un mapa digitalizado del estado Táchira proporcionado por el Instituto Autónomo de Asesoría para el Desarrollo Local del estado Táchira (Iaadlet). El producto final (la base digitalizada) facilitó el estudio y comparación de las diferentes fases de la división político-territorial estatal. De las 16 leyes de división político-territorial decretadas para el estado Táchira en el siglo XX, en esta investigación sólo se utilizaron nueve (las de 1902, 1904, 1941, 1953, 1973, 1975, 1987, 1990 y 1998), por considerar que eran las que contenían cambios significativos que permitirían su diferenciación (figura 1). Para la discusión de resultados se utilizaron los cambios demográficos y político-territoriales a partir de la Ley de División Político-territorial de 1973 (LDPT 1973).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dinámica político-territorial y demográfica del municipio San Cristóbal

Con la Ley de División Político-Territorial del estado Táchira de 1973 (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1973) se redefinieron los límites del distrito, el cual tuvo una significativa reducción de superficie (86 %), dada la eliminación de una extensa porción del territorio del municipio la Concordia (que pasó a formar parte de los estados Barinas y Apure) y por la sustracción del territorio del municipio Córdoba que pasó a ser un distrito autónomo. El distrito San Cristóbal se convierte en una entidad con sólo 379 km², subdividida en cuatro municipios: San Sebastián (36 km²), San Juan Bautista (43 km²); Pedro María Morantes (94 km²) y la Concordia (173 km²), con la particularidad de que todos ellos contienen una pequeña parte urbana de San Cristóbal, conservándose el resto como zona rural. Para inicios de la década del setenta y según resultados del Censo 1971 (Dirección General de Estadísticas y Censos Nacionales. X° Censo General de Población. 1971) el Distrito alcanzó 181.691 habitantes, de los cuales 151.717 se alojaban en San Cristóbal, lo que evidenció un acentuado proceso de concentración urbana (83,5 %). El resto de los centros poblados seguía siendo área rural, excepto el Corozo que alcanzó 1.582

habitantes. Con la división político-territorial de 1987 (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1987) se añade una nueva subdivisión al Distrito San Cristóbal (el cual cambia de nombre a municipio Autónomo San Cristóbal), el Municipio Foráneo Torbes, con capital San Josecito y con 110 km² segregados del territorio de los municipios Pedro María Morantes y la Concordia. El vigoroso crecimiento demográfico del nuevo ente, que en 1990 alcanzó 21.646 habitantes y su capital, San Josecito, 12.951, (OCEI, 1990), surtió efectos jurisdiccionales que motivaron a las autoridades legislativas del estado a convertirlo en entidad autónoma: con la LDPT de 1995 pasó a ser el municipio Torbes. (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1995). A partir de 1995 y hasta el presente, el municipio San Cristóbal, está compuesto por 5 parroquias: San Sebastián con 36 km²; San Juan Bautista con 43 km²; Pedro María Morantes con 29 km²; la Concordia con 96 km² y Francisco Romero Lobo con 65 km². Sobre las cuatro primeras parroquias, que conforman una superficie de 204 km² (20.400 hectáreas), se extiende la ciudad de San Cristóbal, en un ámbito urbano que apenas llega a ocupar unas 3.500 hectáreas.

Dinámica político-territorial y demográfica del municipio Torbes

En 1990, el municipio Torbes alcanzó 21.646 habitantes (OCEI, 1990) y en 2001, llegó a 42.192 habitantes, de los cuales 35.355 estaban residenciados en San Josecito (INE, 2005). Este sorprendente aumento demográfico, que en el período intercensal 1990-2001 significó un crecimiento relativo de 94.9 %, refleja la magnitud del desarrollo anárquico suburbano que se estaba gestando en la zona sur de San Cristóbal, en territorios que hasta 1995 formaron parte de su ámbito municipal. (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1995).

Dinámica político-administrativa y demográfica del municipio Cárdenas

Con la estructuración político-territorial de 1973 el distrito Cárdenas disminuye su superficie en casi un 50 % debido a la desincorporación del municipio Sucre, (376 km²), que pasa a ser un distrito independiente. (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1973). A su vez se le agrega una nueva entidad, el municipio la Florida, con 88 km². Así, la entidad distrital queda conformada, hasta 1987, por un territorio de 280 km², constituido por los municipios

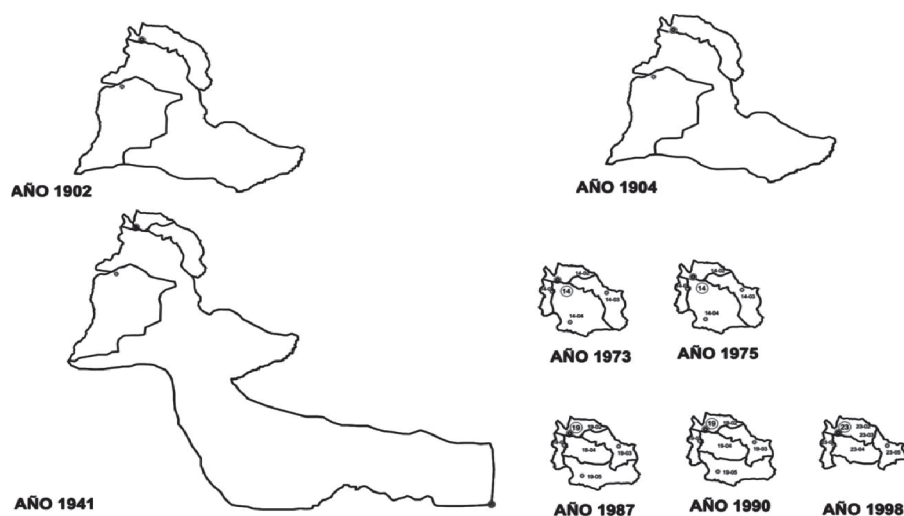


Figura 2. Evolución Político-Territorial del municipio San Cristóbal

Táriba, la Florida, Palmira y Cordero, de 72, 88, 30 y 90 km² respectivamente. A partir de la década de los ochenta se aprecia el despunte del contundente proceso de urbanización que tendría la entidad. En 1981, con 64.347 habitantes ya es definitivamente urbano (66,6%) (OCEI, 1981). Mediante la Ley de División Político-territorial de 1987, el distrito pasa a llamarse municipio Autónomo Cárdenas y sufre cambios territoriales importantes producto de la presión demográfica que iba en aumento: las subdivisiones Palmira y Andrés Bello, pasan a ser municipios autónomos con sus correspondientes 30 y 90 km². (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira LDPT 1987). A partir de allí, la entidad es subdividida en tres parroquias: Cárdenas, con 53 km², Amenodoro Rangel Lamus con 15 km² y la Florida, foránea y rural, con un territorio mayor del que tenía, ya que de 88 km² pasó a tener 152 km², quedando el municipio Cárdenas conformado por una extensión de 220 km², que aún mantiene. Según los resultados del Censo 1990 la entidad municipal alcanzó 61.518 habitantes, de los cuales 50.620 se alojaban en la parroquia Cárdenas; 7.644 en la parroquia Amenodoro Rangel Lamus y 3.254 en la parroquia la Florida. (OCEI, 1990). En la siguiente década continúa el ascendente proceso de crecimiento demográfico y de urbanización: según el Censo 2001, el municipio llega a los 94.178 habitantes, de los cuales 76.158 habitantes están concentrados en la parroquia Cárdenas y 15.513 en la Amenodoro Rangel Lamus, las cuales prácticamente llegaron a ser totalmente urbanas (INE, 2005). El crecimiento relativo intercensal del municipio Cárdenas en el lapso 1990-2001 fue de 53.1%, un poco más del doble del

crecimiento estatal (22.9 %), no obstante, si se discrimina por parroquias, el de Palo Gordo alcanzó 102.9 %, (INE, 2005), lo que representó el mayor crecimiento relativo, en ese lapso, de cualquier parroquia o municipio del AMSC.

Dinámica político-administrativa y demográfica del municipio Guásimos

En las décadas del cincuenta y sesenta del siglo pasado la entidad municipal Guásimos, dependiente del distrito Cárdenas, tenía una población mayoritariamente rural, esparcida en su pequeño territorio de 30 km². No obstante, a lo largo de las siguientes décadas experimentó un proceso intenso de conurbación, al punto de que para comienzos del siglo XXI está considerada como una entidad completamente urbanizada. En el Censo de 1990 la entidad reportó casi 20.000 habitantes, de los cuales 11.533 fueron localizados en Palmira. (OCEI, 1990). En el nuevo siglo, el proceso de urbanización fue tan acentuado, que según los resultados del Censo 2001, de los 32.547 habitantes empadronados en la entidad, el 99.74 % está alojado en su capital, Palmira, por lo que prácticamente toda su población es urbana. (INE, 2005). En el periodo intercensal 1990-2001 registró un crecimiento relativo demográfico de 62.7 %, que casi triplica al promedio estatal (22.9 %).

Dinámica político-administrativa y demográfica del municipio Andrés Bello

Mediante la Ley de División Político-territorial de 1987, la otrora subdivisión del distrito Cárdenas pasa a ser el ente autónomo municipio Andrés Bello, con 90

km². (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1987). Durante las décadas del cincuenta, sesenta y setenta, según los resultados de los censos de población 1950, 1961 y 1971, la entidad mantiene un ritmo de crecimiento muy bajo, sobre todo su capital, Cordero, que era un pequeño centro poblado rural en los dos primeros censos y sólo llega a tener condición urbana en 1971 cuando reporta 2.357 vecinos. (Dirección General de Estadísticas y Censos Nacionales. X° Censo General de Población. 1971). A partir de la siguiente década, la entidad comienza a jugar un papel importante dentro de la conformación metropolitana de San Cristóbal. En 1981 el municipio alcanzó 8.487 habitantes, de los cuales 5.526 se concentran en Cordero. (OCEI, 1981). Para la década del noventa, el municipio, ya como entidad autónoma, alcanzó 12.023 habitantes, de los cuales un 74 % se concentran en Cordero (8.892 habitantes). (OCEI, 1990). En 2001, el municipio llegó a 16.474 habitantes (INE, 2005), de los cuales 87.1% se concentra en la capital, todo lo cual configura un proceso de rápida urbanización. En el periodo intercensal 1990-2001 se obtiene un crecimiento poblacional relativo de 37.0%, mayor que el promedio estatal (22.9%). (INE, 2005).

Dinámica político-administrativa y demográfica de los municipios Libertad e Independencia

El distrito Capacho con una superficie de 218 km², estuvo conformado por más de ocho décadas (desde 1902 hasta 1987) por dos subdivisiones: el municipio Independencia y el municipio Libertad (154 km²), con el centro poblado de Independencia como capital. A partir de la Ley de División Político-Territorial de 1987 se transforma en dos entidades independientes, conservando sus extensiones territoriales: el municipio Autónomo Capacho con capital Independencia y 64 km² de superficie y el municipio Autónomo Libertad, con capital Libertad y 154 Km² de extensión. (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1987). Con la división territorial de 1995 el municipio Independencia (ahora ente autónomo) fue dividido en tres parroquias: Independencia, con capital Capacho Nuevo y 31 Km²; Juan Germán Roscio, con capital el Valle y 13 Km² y Román Cárdenas, con capital Peribeca, todo en una superficie de 20 Km². (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1995). Según los resultados del Censo 1990 la entidad reportó 20.248 habitantes, los cuales estaban distribuidos, 14.322 en la parroquia Independencia,

4.462 en la parroquia Juan Germán Roscio y 1.464 en la parroquia Román Cárdenas. (OCEI, 1990). Todo ello conforma un 73.7 % de población urbana. Para la siguiente década la población total del municipio asciende a 29.760, de los cuales el 90.5 % se concentra en dos centros poblados, 18.625 en Independencia y 8.309 en el Valle. (INE, 2005). Durante el periodo intercensal 1990-2001 el crecimiento relativo promedio del municipio Independencia fue de 47.0 %, un poco más del doble del promedio estatal (22.9 %), destacándose el crecimiento relativo de la parroquia Juan Germán Roscio que alcanzó 88.2 %. (INE, 2005). Con la división territorial de 1995 el municipio Libertad (ahora ente autónomo) fue dividido en tres parroquias: Libertad, capital Capacho Viejo y 36 Km²; Cipriano Castro, capital Hato de la Virgen y 67 Km² y Manuel Felipe Rugeles, capital el Pueblito y 51 Km². (República de Venezuela. Asamblea Legislativa del estado Táchira. LDPT 1995). En 1990 la entidad alcanzó los 18.655 habitantes y para principios del nuevo siglo alcanzó los 23.670. Durante el periodo intercensal 1990-2001 el crecimiento relativo promedio del municipio fue de 26.9. %, muy cercano al del promedio estatal (22.9 %). (INE, 2005)

Evolución espacial de la población en el Área Metropolitana de San Cristóbal

El comportamiento demográfico de los municipios que conforman el AMSC está caracterizado por el continuo decrecimiento relativo de la población del municipio San Cristóbal en contraposición al aumento relativo progresivo de la población de los municipios vecinos. Así, durante el periodo intercensal 1990-2001, el crecimiento relativo del municipio San Cristóbal fue de 6.2 %, bastante bajo si se le compara con el promedio estatal (22.9 %) (INE, 2005) y sobre todo con el porcentaje que presentaron los municipios cercanos, que para Andrés Bello, Cárdenas, Guásimos y Torbes fue de 37.0; 53.1; 62.7 y 94.9% respectivamente. Lo que si se ha mantenido en constante crecimiento en el municipio San Cristóbal es el proceso de concentración de la población (tasa de urbanización). Según los resultados censales, en 1990 la población asentada en la entidad alcanzó 235.753 habitantes, de los cuales un 96,8 % estaba localizado en San Cristóbal. En 2001, la población llegó a 250.307 habitantes, (INE, 2005) subiendo a 98,7% su tasa de urbanización, por lo que este proceso estaría llegando a su término.

CONCLUSIONES

- Independientemente de la inequívoca especificidad del espacio metropolitano de San Cristóbal, se concluye de que este no escapa de las características y repercusiones generales que tienen otros procesos metropolitanos en América Latina. Una gran parte de las ciudades grandes e intermedias de América Latina se han expandido sobre territorios municipales que no pertenecen a los municipios de origen. Esto se debe en gran parte a que la economía de esas ciudades (mercado de trabajo) y los servicios urbanos que prestan, se extienden mas allá de su límite municipal original.
- Del análisis de la dinámica político-territorial del estado Táchira en general y del AMSC en particular, se evidencian algunos aspectos relevantes. En un lapso de 25 años, de 1973 a 1998, se decretaron 20 nuevos municipios, segregados de unidades territoriales existentes, lo que determinó el fraccionamiento del AMSC en nuevas entidades territoriales y administrativas, al parecer, con poco poder económico y de decisión para ejercer su administración. En ningún caso se dio la fusión de dos o más municipios para formar uno sólo. Por el contrario, se erigieron pequeñas entidades municipales que no cumplieron con las disposiciones que, teóricamente, las leyes habían establecido.
- Parece ser que la subdivisión político-territorial estatal obedeció mucho más a consideraciones políticas de orden burocrático que a consideraciones de tipo funcional, económico y financiero de los municipios en formación.
- Desde el punto de vista de la distribución espacial se ha evidenciado el lento crecimiento demográfico del área urbana del municipio San Cristóbal (explicable por el encarecimiento de los pocos terrenos urbanizables y por las particulares condiciones hidrológicas y geotécnicas de su suelo) en contraposición al inusitado crecimiento de sus municipios contiguos: Torbes, Cárdenas, Guásimos, Andrés Bello, Libertad e Independencia.

AGRADECIMIENTOS

Al Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira y a la Coordinación Socio-Económico Cultural por el financiamiento y

estímulo otorgados en la consecución de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS NACIONALES. Décimo Censo General de Población. 1971.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Estado Táchira. Censo de población y vivienda 2001. Coordinación de Publicaciones y Artes Gráficas. 2005.
- GOBERNACIÓN DEL ESTADO TÁCHIRA. Plan de Ordenamiento Territorial del estado Táchira. POTET. Gaceta Oficial del estado Táchira Número Extraordinario 1476. San Cristóbal. Imprenta estatal. 25 de enero de 2005.
- MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA. Estudio Plan de Ordenación Urbanística del Área Metropolitana de San Cristóbal. Estado Táchira. 2005.
- MUÑOZ, C.; AMAYA, C. y MAZUREK, H. Atlas Socioeconómico de Venezuela 1990. Proyecto Orellana-Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. IGCN. IRD. Mérida. 2000.
- NIÑO, J. Organización político territorial del estado Táchira Siglo XX. 2003
- OFICINA CENTRAL DE ESTADISTICA E INFORMACIÓN. XI Censo General de Población y Vivienda. 1981.
- OFICINA CENTRAL DE ESTADISTICA E INFORMACIÓN. El Censo 90 en Venezuela y El Censo 90 en el Táchira. 1990.
- PNUD-UNOPS-PROYECTO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL URBANA. Guía metodológica de capacitación en gestión urbana ambiental para entidades municipales de América Latina y el Caribe. 1996.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. Asamblea Legislativa del Estado Táchira. Leyes de División Político Territorial de 1953, 1954, 1955, 1973, 1975, 1987, 1990, 1995 y 1998.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. Constitución de la República de Venezuela. 1961.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Tomada de la Gaceta Oficial N° 4.109. Extraordinario 15 de junio de 1989.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. Ley Orgánica de Régimen Municipal. Tomada de la Gaceta Oficial N° 3.371 – Extraordinario del 2 de abril de 1984.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (LOOT).1983.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (LOOU). 1987.

REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS

- GUERRERO, H. Mapas de los municipios del estado Táchira. 2004

RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y NUEVOS COMPONENTES CONSTRUCTIVOS – ECOMATERIAL

(Waste coming from the construction and new constructive components. Ecomaterial)

Zapata, José G.

Programa Ambiente y Ecotecnología,
Decanato de Investigación,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal, estado Táchira,
República Bolivariana de Venezuela,
Correo electrónico: jzapata@unet.edu.ve

RESUMEN

La actualidad mundial sobre las condiciones medioambientales del entorno que habitamos, define la necesidad de establecer nuevos campos para la implementación de alternativas que permitan, desde la perspectiva arquitectónica, dar respuesta a cómo construir edificios que proporcionen ambientes satisfactorios, manteniendo las condiciones del entorno medioambiental. Surge la necesidad de desarrollar un trabajo de investigación que permita ofrecer un aporte tangible, en la búsqueda del equilibrio entre desarrollo y ambiente. Se presentan resultados derivados del seguimiento experimental desarrollado en el área metropolitana de la ciudad de San Cristóbal, que incluye dos grandes vertientes: una medioambiental, referida a la problemática de los escombros dentro de la comunidad, como producto de la influencia directa de las actividades del sector construcción; y otra tecnológica, sintetizando las características observadas en los Residuos de Construcción y Demolición —RCD's—, estimando una aplicación que permita su reinserción en el ciclo productivo. La identificación del problema ambiental provocado por la industria de la construcción marca el inicio, contextualizando sus causas y consecuencias. Brevemente se exploran las acciones que en esta materia se adelantan en el mundo, deteniendo la mirada en la capital tachirense, donde se desarrolla un estudio de características propias de los escombros que se generan. Se determina que 94.14% son residuos aprovechables, obtenido mediante ensayos experimentales que incluyen la aplicación de los principios del reciclaje, gracias a los cuales se afinan los criterios para la producción de un componente constructivo, obteniendo dos productos, con aplicaciones en el campo de la arquitectura, con beneficios medioambientales, tecnológicos y económicos (52% de ahorro), como valor agregado.

Palabras Clave: Escombros, reciclaje, componente

ABSTRACT

The world present time on the environmental conditions of the environment that we inhabit, has been defined the necessity to establish new fields for the implementation of alternatives that they allow, from the perspective of the architecture, to give answer to how to build edifications that provide satisfactory internal atmospheres, maintaining the conditions of the external environment. It arises the necessity to develop an investigation work that allows to offer a tangible contribution, in the search of the balance between development and environment. Here the derived results of an experimental pursuit are presented developed in the metropolitan area of San Cristóbal's city that includes two big topics: an environmental one, referred to the problem of the rubbles inside the community, as product of the direct influence of the activities of the sector construction; and another technological, synthesizing the characteristics observed in the RCD's, estimating an application that allows their reinsert in the productive cycle. In each stage the investigation is deepened on those aspects of vital importance; it is as well as beginning is given with an identification of the environmental problem caused by the industry of the construction, contexting its causes and consequences. Shortly the actions are explored that are ahead in the world in this matter, stopping the look in the Tachira's capital, where a study of characteristic of the brashes is developed that are generated. The profitable residuals are 94.14% determined recycling, with which experimental rehearsals begin that include the application of the principles of the recycling, thanks to which the approaches are tuned for the production of a constructive component. Of a constant revision and implementation of the necessary adjustments, two tangible products are obtained, with applications in the field of the architecture and the construction, and several benefits environmental, technological and economic, (52% saving) as added value.

Key Words: Rubble, Recycling, Component

INTRODUCCIÓN

En el medio natural se ha determinado a través de los años la existencia de una continua interacción entre los seres vivos y los elementos como el aire, el agua, los minerales, etc (Buroz, 1998). Esto implica una constante circulación de materia y energía; en todo ecosistema existen roles específicos para cada uno de sus miembros: así se encuentran productores, consumidores y descomponedores que permiten el reciclaje de los principales elementos necesarios para la vida, reaprovechando constantemente los desechos: En la naturaleza todo se recicla. (Lucena, 1998).

En la actualidad se ha convertido en tema de estudio obligado el aspecto ecológico, como muestra indudable de un mayor grado de concientización colectiva sobre el manejo de técnicas que permitan abrir el camino hacia un equilibrio entre desarrollo y ambiente, que es la base conceptual del desarrollo sustentable (Bocanumenth, 1996). El presente es un proyecto de investigación con un marcado enfoque medioambiental y tecnológico, con el que se pretende dar un paso hacia adelante en la reducción de los vertidos indiscriminados de materiales inertes pero con potencialidades ciertas de reaprovechamiento a través de procesos de reciclaje. La intención a grandes rasgos, es conducir un diagnóstico cuantitativo de la producción de residuos provenientes del sector construcción, específicamente de la ejecución o demolición de obras civiles, para posteriormente caracterizarlos, y con esos datos generar la propuesta de un prototipo para ser usado como componente constructivo, utilizando materiales reutilizados.

MÉTODO

El desarrollo de esta investigación se orienta en una metodología experimental, manejando para ello una serie de actividades conducentes a conformar la estructuración básica de cada una de las etapas pautadas para enmarcar los avances, las cuales antes que presentarse como ciclos salvados, se estiman como parte de una continúa revisión. En lo que respecta a la metodología investigativa empleada, los avances del proyecto se sustentaron en un sistema experimental y cuantitativo, basado en algunos antecedentes estudiados, y tomando como guía diversos aspectos contemplados en varios esquemas metodológicos establecidos, extrayendo aquellos conceptos y estrategias que presentaron resultados positivos en otros casos similares al presente proyecto.

Inicialmente se delimitaron los alcances y limitaciones que sirvieron para establecer las determinantes para el accionar durante toda la

investigación. Una vez conformados estos parámetros, la estructuración esquemática del contenido se elaboró con mayor precisión y claridad. Así mismo se seleccionaron y definieron los términos a usar durante el desarrollo de todo el estudio; esto permitió conformar un grupo de conceptos que —una vez suficientemente aclarados— facilitaron el establecimiento de metas específicas enmarcadas en criterios de producción más limpios (Cabeza, 2002).

La metodología utilizada incluyó una búsqueda en fuentes de información impresas, como libros, revistas y documentos variados —tanto a nivel nacional como internacional—, procurando la obtención de datos actualizados y de fuentes confiables. En este sentido, las referencias obtenidas a través de la red Internet se posicionan como las más utilizadas en este proyecto, motivado principalmente a la novedad de la temática tratada y la garantía de publicaciones en constante actualización.

Estimando solo la información relevante y de mayor importancia, se elaboraron formatos de encuestas estructuradas —con la intención de evaluar niveles de producción, origen, disposición final, de los RCD's en San Cristóbal—. Gracias a un levantamiento de información en campo, estas encuestas se aplicaron en diversas obras de construcción en plena ejecución, ubicadas en diferentes áreas de la ciudad y destinadas a distintos usos, obteniendo paralelamente un muestreo aleatorio en las obras, para de esta manera cuantificar el tipo de escombros generados por la construcción, para posteriormente estimar las cantidades reciclables.

En las subsiguientes etapas, los materiales elegidos se estudiaron e identificaron técnicamente a través de los valores respectivos logrados experimentalmente en los ensayos de laboratorio. Análogamente se detallaron las propiedades correspondientes a los residuos reciclables, adecuados para su uso por medio de la trituración, una vez seleccionados. En gráficos comparativos se transcribieron las propiedades físicas de mayor interés, evaluando el comportamiento tanto de los agregados naturales, como de los agregados reciclados.

Seguidamente se inició la escogencia de las proporciones para una Mezcla estándar (Grupo español del Hormigón, 1997) tomando como guía las observaciones y sugerencias plasmadas en el Manual del Concreto (Porrero *et al.*, 1996), de donde se extrajeron los sistemas para el cálculo de los materiales. Una vez estimadas y diseñadas las dosificaciones posibles, se elaboraron las mezclas, utilizando para ello los diferentes agregados reciclados oportunamente seleccionados para estos análisis, y se compararon los valores de los parámetros mecánicos logrados en el

estudio experimental efectuado con dichos materiales, junto a los datos arrojados por la mezcla estándar.

Finalmente, se desarrolló un proyecto constructivo a pequeña escala, en el cual se involucran de forma efectiva los resultados obtenidos en esta investigación con prototipos a escala real, persiguiendo impulsar de una vez por todas —y con pruebas tangibles y reales— la actividad del reciclaje dentro de la industria de la construcción, pudiendo establecerse una prueba piloto a escala local.

RESULTADOS

Residuos de Construcción y Demolición (RCD's): Los Escombros en San Cristóbal.

En el caso específico de este proyecto de

investigación, el campo de acción escogido comprende el área Metropolitana de la Ciudad de San Cristóbal (Figura 1), municipio capital del estado Táchira, en la región andina al suroeste de Venezuela. Esta área está comprendida por las cinco Parroquias que conforman el municipio San Cristóbal —vale decir parroquias Pedro María Morantes, San Juan Bautista, la Concordia, Francisco Romero Lobo y San Sebastián—, así como parte de áreas conurbadas que pertenecen a otros municipios aledaños, pero que comparten actividades y mantienen una marcada influencia poblacional, con una profunda interrelación en el intercambio de bienes y servicios —algunos sectores de los municipios Cárdenas y Torbes—, donde se establecieron los sitios de recolección de muestras. (Figura 2 y 3).



Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo, San Cristóbal, Táchira, Venezuela



Figuras 2 y 3. Sitios de muestreo —Obras civiles en ejecución—

Los ensayos experimentales permiten establecer en términos cuantitativos, datos de gran valor que arroja la investigación, y se pudieran pormenorizar en aspectos como los que se relacionan seguidamente:

- En el área de la ciudad de San Cristóbal donde se realizó el muestreo aleatorio, los Residuos de Construcción y Demolición presentan la mayor parte de

su contenido distribuido en tres grandes rubros (Tabla 1), estimándose en un 85.34 %. Predominan los residuos de concreto, seguidos por los residuos de arcilla —chamota— y residuos varios finos. Los residuos con mayor presencia resultaron ser los provenientes de elementos de concreto, con mayor presencia en casi todas las muestras, y con un promedio global de 48.50%.

Tabla 1. Composición de los RCD's en San Cristóbal, Táchira, Venezuela

Material	Cantidad – % –
Chamota (ladrillos)	19.82
Concreto	48.50
Pétreos Naturales	2.28
Residuos Finos	17.02
Madera	1.00
Otros	0.92
Cerámica	4.27
Tierras	3.42
Granito	1.11
P.P.S.S.	1.66
	100.00

- El aprovechamiento real de los RCD's resulto ser muy elevado y con perspectivas de incremento, pudiendo estimarse inicialmente en un 94.14 %, al incluir residuos que se recuperarían en su totalidad con procesos sencillos.

- Todo los Pesos Unitarios —tanto sueltos como compactos— se mantuvieron por debajo de los parámetros correspondientes a los agregados naturales usados en la construcción, presentando una diferencia de hasta 41 % menos en cuanto al Peso Unitario Suelto —Residuos de Chamota— y 20 % en lo que respecta al Peso Unitario Compacto —Residuos de Concreto—. En cuanto a los agregados finos, los residuos estudiados ofrecen una disminución en el orden del 15 % respecto a

la arena lavada —1265 kg/m³ y 1480 kg/m³ respectivamente— en Peso Unitario Suelto.

- Esto se traduce en la posibilidad de obtener mezclas de concreto que reducen considerablemente su peso final, repercutiendo —solo por mencionar un aspecto— en el costo de refuerzos estructurales en la edificación, desde la infraestructura hasta los elementos de la superestructura.

- En lo que respecta a los resultados del ensayo granulométrico, los residuos de chamota registraron los valores más elevados dentro del renglón denominado gravas, lo cual los hace un factible sustituto de los agregados gruesos en el concreto —97.12 %—.

EcoAdoquín: Componente Ecológico

Los EcoAdoquines son elementos constructivos para recubrir o pavimentar superficies de tráfico peatonal —externas o internas—, conformados por una mezcla de concreto en la que se sustituyen los agregados finos y gruesos por Ecomateriales, derivados del reciclaje de

escombros de la construcción —RCD's—. (Figura 4)

Las unidades de albañilería —EcoAdoquines— a producidas són sólidas, consideradas como tales aquellas que no poseen alveolos o perforaciones (Orozco, 1999). Con esto se garantiza la homogeneidad y la resistencia uniforme de la pieza. (Figura 5)

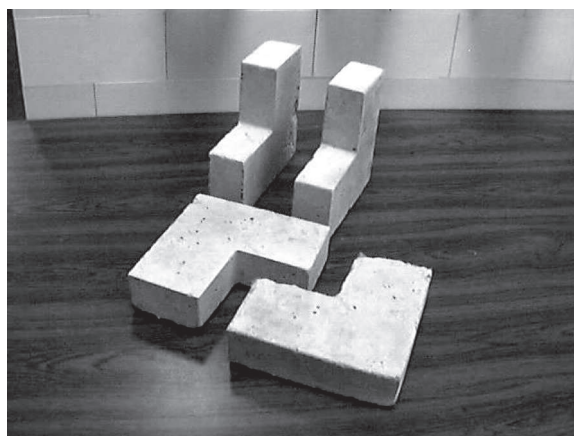


Figura 4. Componente Ecológico: EcoAdoquin. Prototipo a escala real

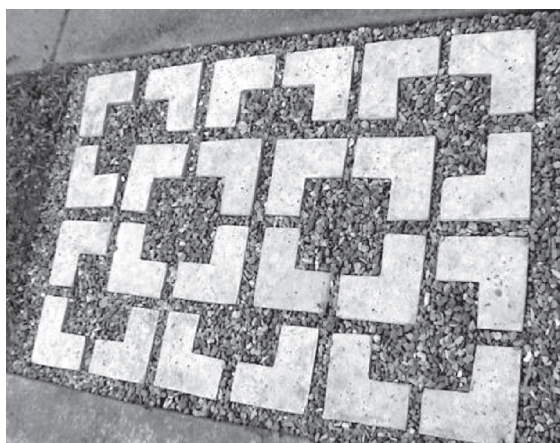


Figura 5. Componente Ecológico: EcoAdoquin. Prueba piloto

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En términos netamente tecnológicos, la reinserción de los residuos —Ecomateriales— en el ciclo productivo, se determinó con la sustitución de agregados naturales, derivando en un componente que reúne los criterios técnicos y funcionales con mayor vinculación a los resultados que esos Ecomateriales ofrecieron.

La producción de los Ecomateriales representa un ahorro cercano al 52% respecto a los agregados

naturales disponibles en el mercado; solo este aspecto netamente económico representa un atractivo para su implementación dentro del sector construcción. En este sentido, las mezclas en las que se adicionaron los Ecomateriales con proporciones y dosificaciones controladas, mantuvieron niveles satisfactorios en cuanto a Resistencia a la Compresión; la sustitución de un 50 % del agregado grueso produjo una mezcla con resultados similares a las mezclas tradicionales, para una resistencia de 150 kg/cm². (Tabla 2)

Tabla 2. Dosificación propuesta para la fabricación de los EcoAdoquines

Mezcla	Materiales (expresados en gr) para 1 EcoAdoquín					
	Cemento	Agua (cm ³)	Arena	Piedra Picada	EcoConcreto	EcoArena
RCO g 50%	209.20	136.60	517.00	388.15	388.15	—

Los niveles de absorción de humedad observados en los componentes elaborados y ensayados —EcoAdoquines— se mantuvieron por debajo de las recomendaciones permisibles para elementos similares, con registros menores al 2 %.

Adicionalmente, los EcoAdoquines permiten una disminución sustancial de los costos de producción, generado entre otras cosas de la incorporación de Ecomateriales, la racionalización de los demás materiales requeridos, la facilidad de los procesos de fabricación, entre otros; dicho ahorro total por metro cuadrado se sitúa entre 50 y 64 %.

CONCLUSIONES

Con esta investigación se demuestran solo algunas de las posibilidades —y a muy pequeña escala— que están contenidas en lo que llamamos basura. Una gran cantidad de los residuos de construcción y demolición pueden reciclarse fácilmente, especialmente cuando el contenido de concreto y residuos de albañilería y cerámicos de arcilla —chamota— es elevado. Debemos tener en consideración que los RCD's tienen un potencial importante para el reciclaje, si lo comparamos con otros tipos de residuos.

El reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición es un hecho comprobado, con múltiples opciones tanto en potencialidades como en aplicaciones. Pero este tipo de iniciativas requieren cuatro factores indispensables, que al lograr su conjunción e interacción, permitirían la consolidación de esta industria recicladora; tenemos entonces:

- La transferencia tecnológica efectiva.
- Sistemas de financiamiento para las empresas interesadas en esta actividad.
- Incentivos fiscales que representen garantías y beneficios para la inversión.
- Apertura de mercados que absorban los Ecomateriales, elementos y componentes generados en esta industria.

Visualizar la presente investigación desde una perspectiva en la que la arquitectura sea el principal aspecto a considerar, permite enfocar los resultados como una respuesta puntual y efectiva que ofrece soluciones para un campo poco atendido en el sector: pavimentos peatonales para exteriores altamente transitados y con grandes exigencias ambientales y de servicio. Incorpora además en el campo de la academia una rama novedosa y trascendental en la investigación: la conjunción de aspectos ecológicos —al revalorizar los Residuos de Construcción y Demolición (RCD's)— en sincronía con la tecnología, aplicando sus principios para la producción de un novedoso componente constructivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOCANUMENTH, A. Reciclaje de Escombros en la Construcción. Medellín, SENA, seccional Antioquia. P. 15. 1996.
- BUROZ, E. La gestión ambiental: marco de referencia para las evaluaciones de Impacto Ambiental. Caracas, Editorial Fundación Polar. 1998.
- CABEZA, M. Producción limpia en la Industria Láctea. Memorias de Conferencias. V Jornadas de Ambiente y Desarrollo. Mérida. 2002.
- GRUPO ESPAÑOL DEL HORMIGÓN. Asociación Técnica Española de Pretensado. Demolición y reutilización de estructuras de hormigón. Madrid, Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos —España—. 1997.
- LUCENA, A. Los residuos sólidos. Madrid, Editorial Acento. P. 29. 1998.
- OROZCO, E. La estática en los componentes constructivos. San Cristóbal, Fondo Editorial de la Universidad Experimental del Táchira. P. 49. 1999.
- PORRERO, J.; SALAS, R.; RAMOS, C.; GRASES, J.; VELAZCO, G. Manual del Concreto. Caracas, Sidetur. P. 56. 1996.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO (CH) EN POBLACIONES DE ABEJAS AFRICANIZADAS *Apis mellifera* (L.) EN PORTUGUESA - VENEZUELA

(Evaluation of hygienic behavior CH in populations of africanized honeybees (AHB) *Apis mellifera* (L.) in Portuguesa -Venezuela)

Casanova O., Raúl¹; Cárdenas, Iván²; Albarracin, Luis¹

¹ Laboratorio de Investigaciones Apícolas “Metodej Stejskal”,

² Laboratorio de Investigaciones para el Mejoramiento de la Producción Animal -LIMPRA-,

Universidad Nacional Experimental del Táchira,

San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela,

Correo electrónico: rcasanov@gmail.com

RESUMEN

El comportamiento más estudiado en la abeja melífera es el higiénico denominado comúnmente CH. Este consiste en la habilidad de las obreras de desopercular las celdas y remover la cría muerta de su interior. Los investigadores que han realizados estudios sobre comportamiento higiénico en abejas melíferas han concluido que estaba controlado por dos pares de genes recesivos “u” (desoperculador) y “r” (removedor). Varios autores han realizado experiencias en abejas que son tolerantes a *Varroa destructor* mediante métodos de selección las cuales emplean mecanismo de CH. El objeto de este trabajo fue evaluar el CH en poblaciones de abejas africanizadas provenientes de enjambres naturales. El estudio se desarrolló en seis apiarios de los municipios autónomos UNDA y Sucre, del estado Portuguesa Venezuela. Se estudio el CH en poblaciones de abejas provenientes de enjambres naturales y la relación entre el CH y la resistencia a las enfermedades de la cría. Se utilizaron 65 colonias de abejas africanizadas, con reinas fecundadas naturalmente. Las colonias, mantenidas en colmenas tipo Langstroth fueron evaluadas por su CH dos veces al año, mediante el método de pinchado de la cría y luego de 24 horas se registraba el número de celdas con cría muerta en su interior (z) y el número de celdas que permanecían operculadas (y). A partir de estos valores se calculaba el CH a las 24 horas. El CH Total se determinaba a las 48 horas utilizando la misma relación. Todas las colonias fueron evaluadas al menos cuatro veces durante el ensayo, y las que registraban valores de CHT superiores a 80 % en al menos tres determinaciones fueron seleccionadas para ser empleadas como madres para un criadero de reinas. Los valores promedio de CHT se calcularon para todas las colmenas. Las poblaciones inicial y final fueron comparadas mediante un test de Chi-cuadrado. Un claro aumento en el comportamiento higiénico de la población fue registrado luego de los dos años de trabajo. La frecuencia de genes higiénicos aumentó en los apiarios mediante el incremento de colonias higiénicas cada año evidenciado éste por el incremento de los valores de CH al final del ensayo. Se concluye que el CH debería ser considerado en la selección que los criadores de reinas realizan en sus apiarios realizando un manejo biológico de las colmenas que presenten valores superiores a 85% de CH con lo cual se podría evitar el uso de quimiosintéticos que no siempre son efectivos y que suelen dejar residuos en los productos de comercialización de la colmena.

Palabras Clave: *Apis mellifera*, Comportamiento Higiénico, *Varroa destructor*.

ABSTRACT

One of the studied behaviors more in the honeybees is hygienic behavior CH. This it consists of the ability of the workers of capping the cells and removing the died young of its interior. Researchers who have conducted studies on hygienic behavior in honey bees have concluded that it was controlled by two pairs of recessive genes “u” (uncapping) and “r” (removed or). Several authors have made experiences in bees that are tolerant to *Varroa destructor* by means of selection methods which they use CH mechanism. The object of this work was to evaluate the CH in populations of africanized honeybees (AHB) originating of natural clusters. The work was developed in six apiaries of the independent municipalities UNDA and Sucre, of the Portuguese state Venezuela. Study the CH in populations of originating bees of natural clusters and the relation between the CH and the resistance to the diseases of the young. 65 colonies of AHB were used naturally, with fertilized queens. The colonies, maintained in beehives Langstroth type were evaluated by their CH twice to the year, by means of the punctured method of the young and after 24 hours it registered the number of cells with young died in its interior (z) and the number of capping cells that remained (y). From these values the CH to the 24 hours calculated. The CHT determined to the 48 hours using the same relation. All the colonies were evaluated at least four times during the test, and those that registered values of CHT superior to 80% in at least three determinations they were selected to be used as mothers for a deposit of queens. The values average of CHT calculated for all the beehives. The initials and final were compared by means of a Chi-square test. A clear increase in the hygienic behavior of the population was registered after two years of work. The frequency of hygienic genes increased in the beehives by means of the increase of hygienic colonies every demonstrated year this one by the increase of the values of CH at the end of the test. One concludes that the CH would have to be considered in the selection that the beekeeper of queens make in their apiaries making a biological handling of the beehives that present/display values superior to 85% of CH with which the use of quimiosintético could be avoided that not always are effective and that usually leave remainders in products of commercialization of the beehive.

Key Word: *Apis mellifera*, Hygienic behavior, *Varroa destructor*

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las características de importancia económica en apicultura son el resultado del comportamiento de la colonia en su conjunto. El estudio de este comportamiento social es más complejo que cuando se considera el comportamiento de individuos.

Uno de los comportamientos más estudiados en la abeja melífera es el higiénico. Este comportamiento consiste en la habilidad de las obreras de desopercular las celdas y remover la cría muerta de su interior. Fue descrito por primera vez por Rothenbuhler (1964a) cuando observó que líneas de abejas resistentes a Loque Americana removían las crías muertas. Por otra parte, la cría muerta permanecía en el interior de las celdas de aquellas colonias que eran susceptibles a esta enfermedad. De acuerdo a estas diferencias en la capacidad de remoción de la cría se consideró que las diferencias en el comportamiento higiénico de las colonias tenían una base genética. Rothenbuhler, 1964b concluyó que estaba controlado por dos pares de genes recesivos: u (desoperculador) y r (removedor). Otros autores consideran que son más de dos los genes involucrados en este comportamiento (Message, 1979; Moritz, 1988; Gramacho, 1999).

El CH ha sido relacionado con la resistencia a las enfermedades de la cría ya que permite a las abejas eliminar la masa infectante de la colonia (Rothenbuhler, 1964a; Rothenbuhler *et al.*, 1968; Gonçalves y Kerr, 1970; Spivak, 1997; Spivak y Gilliam, 1998). Casanova (2000), Casanova y Hevia (2000), encontraron en colonias comerciales de abejas africanizadas para efecto “grooming” valores que hacen predecir un elevado CH para esta variable.

Por otra parte, Loque Americana es la más seria de las enfermedades de la cría de la abeja melífera en todo el mundo aun cuando en Venezuela no es de marcada presencia. A pesar de que los métodos de control más efectivos involucran prácticas de manejo (paqueteado y cepillado de abejas, esterilización de materiales, etc., (Del Hoyo *et al.* 1999), muchos apicultores en todo el mundo aún utilizan oxitetraciclina para el control de esta enfermedad.

En general, estas enfermedades usualmente debilitan las colonias y llegan a matarlas en algunos casos. Los productos químicos utilizados para su control no siempre son efectivos y cuando son utilizados en exceso o en momentos inadecuados generalmente dejan residuos en la miel, como lo que ocurre en Venezuela (Casanova, 2002).

Y un verdadero problema desde hace mas de 20 años es la presencia del ácaro *Varroa destructor* en Venezuela, el cual, si bien es cierto no es de incidencia muy nefasta para la apicultura venezolana, uno de los factores más negativos está en el empleo indiscriminado de productos químicos no específicos para controlar los ácaros en apicultura, aun cuando las infestaciones no sean elevadas (Casanova, 2000).

Frente a esta situación, nuestro grupo de trabajo en el marco del Proyecto: “Evaluación de los caracteres genéticos que actúan sobre la tolerancia a *Varroa destructor* en poblaciones de abejas africanizadas *Apis mellifera* (L.)” CODIGO 02-009-2006, desarrolló el mismo con el objeto de estudiar el CH en poblaciones de abejas africanizadas provenientes de enjambres naturales y proponer mecanismos de control de parasitosis en las abejas utilizando menos productos químicos y más de métodos alternativos.

MÉTODO

El trabajo fue desarrollado durante dos años (2007-2009) en seis apiarios de las Redes de Innovación Productiva Apícola de los municipios autónomos UNDA y Sucre del estado Portuguesa Venezuela.

El ensayo se realizó en 65 colonias de abejas africanizadas provenientes de enjambres silvestres mantenidos en colmenas tipo Langstroth y con reinas fecundadas naturalmente.

Las colonias, fueron evaluadas por su CH dos veces al año en el período de octubre a julio y de noviembre a enero. Para evaluar el CH se extraía de la cámara de cría un panal, se seleccionaba la cara del panal que tenía mas cría totalmente operculada y luego se colocaba una cuadrícula de alambre de 5cm x 5 cm, se contaban todas las celdas presentes en esa área (x) y luego eran perforadas mediante el uso de un alfiler. Luego de 24 horas se registraba el número de celdas con cría muerta en su interior (z) y el número de celdas que permanecían operculadas (y). A partir de estos valores se calculaba el CH a las 24 horas (CHT24). El CH Total se determinaba a las 48 horas utilizando la misma ecuación. El CHT era el número de celdas con cría muerta que era removido por las abejas, dividido por el número total de celdas perforadas.

$$C. H. T = \frac{x - y - z \times 100}{x}$$

Las colonias que presentaron mejores características (mayor área de cría y población) y mejores resultados de CH en el primer muestreo fueron seleccionadas como madres (madres) y a cada una de ellas se les extrajo un núcleo (hijas). Los valores de promedio de CH Total se calcularon para la población total (población) para las colonias seleccionadas (madres) y para los núcleos (hijas).

Las colonias fueron evaluadas por su CH al menos cuatro veces durante el ensayo, y aquellas que registraban valores de CHT superiores a 80% en al menos tres determinaciones fueron seleccionadas para ser empleadas en un futuro criadero de reinas. Las poblaciones inicial y final fueron comparadas mediante un test de Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presentan los valores promedios de CHT para la población total y las colonias seleccionadas. Se utilizó la mediana como estimador debido a la distribución asimétrica de las variables.

El CHT aumentó en la población, durante el desarrollo del trabajo, de 66 % a 84 %.

Como se muestra en la figura 1 la distribución de frecuencia del CHT en la población inicial y la población final presentan una distribución asimétrica, pero esta es más pronunciada en la población final donde el 74 % de las colonias presentaron valores de CHT superiores al 80 %. En la población inicial solo 43 % de las colonias superaron esos valores de CHT. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) y confirman lo ya expresado por Message y Goncalves (1978) quienes trabajando con abejas africanizadas detectaron variabilidad para esta característica y sugirieron la incorporación del CH en los programas de selección. Asimismo, Oldroyd (1996) sugiere que la selección por este comportamiento en stocks permitiría obtener genotipos mejorados.

Un claro aumento en el CH de la población fue registrado luego de los dos años de trabajo.

Las colonias sometidas a evaluación que presentaron al menos dos valores de CHT superiores a 80 % fueron seleccionadas durante al final del primer año como colmenas madres, aún cuando los valores de todas las evaluaciones fueron considerados para el cálculo de los valores promedios.

A pesar de que se sabe que las reinas no se fecundaron en zonas controladas, la frecuencia de genes higiénicos aparentemente se ve incrementada en el apiario pues el incremento de colonias higiénicas al año siguiente fue mayor.

Trump *et al.* (1967) sugirieron que para que la colonia exprese el CH, 13 a 50 % de sus abejas deberían llevar genes higiénicos. Esto podría explicar el mejoramiento en el CH en la población estudiada pues además la población de las colonias estudiadas al final del ensayo fueron superiores.

Por otra parte, los resultados de este ensayo concuerdan con Spivak y Downey (1998) para estudios de campo realizados en Minnesota (USA) quienes evaluaron el CH en colonias de abejas *Apis mellifera ligustica* mediante dos métodos distintos. Estos autores reportaron que las colonias presentaron valores variables en la tasa de remoción de pupas muertas congeladas agrupadas como colonias con patrones de CH, CH no higiénico y CH intermedio. Las colonias que removieron más del 95% de la cría muerta congelada en 48 h fueron consideradas altamente higiénicas y las que demoraron más de 6 días en remover la cría muerta congelada fueron consideradas no higiénicas. Estudios realizados por Palacio *et al.* (2005) indican que se puede determinar el CH de una colonia luego de pocas horas de perforar las celdas con un alfiler ("pin-killing test") debido a que las abejas limpiadoras perciben más fácilmente el olor que producen las crías muertas a través de la perforación experimentalmente realizada para matar a la cría.

Tabla 1. Resultados del Comportamiento Higiénico Total (CH Total en %) en enjambres naturales de abejas africanizadas durante dos años, para la población total y las colonias seleccionadas (madres) y un año para las colonias hijas. Municipios UNDA y Sucre del edo. Portuguesa-Venezuela. 2007 al 2009

Período	Población		Madres		Hijas	
	N	CHT (%)	N	CHT (%)	N	CHT (%)
2007-2008	65	66	16	93	-	-
2008-2009	65	84	18	88	26	93

En el presente trabajo, los valores de 75 y 95% en la tasa de remoción de pupas muertas en 48 horas fueron utilizados para categorizar los diferentes patrones de CH de las colonias de abejas para la subespecie africanizada estudiada. Estudios similares conducidos en Argentina por Ponce y Marcangeli (2000) en híbridos de *A. m. mellifera* x *A. m. ligustica* indicaron gran variación en el grado de manifestación del CH en las abejas, categorizando las colonias en patrones de CH alto y bajo para aquellas colonias que expresaron una tasa de remoción mayor del 80 % y menor del 70 %, respectivamente.

El comportamiento se ha expresado de dos formas por parte de las abejas: detectando y retirando tanto las varroas como la cría de las celdillas parasitadas, o bien, retirando únicamente los parásitos y permitiendo que continúe el desarrollo de la cría.

CONCLUSIONES

En este trabajo se demuestra que si se incrementa la frecuencia de este carácter en poblaciones de enjambres naturales manejados en colmenas modernas con reinas fecundadas naturalmente simplemente con hacer presión de selección sobre dos caracteres del CH por lo tanto el CH en colmenas manejadas con inseminación instrumental o con reinas seleccionadas por este carácter la expresión del CH sería mucho mejor y en consecuencia este comportamiento debería ser considerado en la selección que los criadores de reinas realizan en sus apiarios.

Si los apicultores realizan un manejo biológico de las colmenas que favorezca la presencia de este comportamiento CH mediante presión de selección por este carácter, se podría evitar el uso de quimiosintéticos que no siempre son efectivos y que suelen dejar residuos en los productos de comercialización de la colmena.

La respuesta higiénica de las abejas es superior a medida que aumenta el número de abejas en la colonia. La selección de abejas muy limpiadoras llevaría aparejada la de parásitos poco prolíferos, con lo que se conseguiría un doble efecto beneficioso en la lucha contra varroa.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar el mayor agradecimiento a los apicultores de la RED Apícola UNDA y Sucre de Chabasquen y Biscucuy, respectivamente, del estado Portuguesa, por su valiosa colaboración en el desarrollo de la investigación planteada.

A la Sta. Isabelita Teresa Soto Secretaria de la Coordinación de Investigación Agropecuaria y a todo el personal administrativo del Decanato de Investigación por su apoyo constante. Igualmente debo expresar mi agradecimiento al Lic. Jorge Cortez y al Sr Gregorio Barrera por su apoyo e incondicionalidad en su trabajo y por los aportes dados al proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASANOVA, R. Enfermedades de las abejas melíferas en Venezuela. Fondo Editorial UNET. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. 84p. ISBN: 980-6300-14-9. 2002.
- CASANOVA, R. Daños causados a *Varroa destructor* (Acari: Dermanicidae) por comportamiento "Grooming" de abejas africanizadas (Hymenoptera: Apidae) en el Estado Táchira-Venezuela. Rev. Científica UNET. 12(2):19-27. 2000.
- CASANOVA, R.; HEVIA, A. Evolución del comportamiento "Grooming" contra *Varroa destructor* (Acari: Dermanicidae) en abejas africanizadas (Hymenoptera: Apidae) en el Estado Táchira-Venezuela. Rev. Científica UNET. 12(1):1-10. 2000.
- DEL HOYO, M.; BASUALDO, M.; BEDASCARRASBURE, E; TORRES, J. Use of DHT-equipment for disinfection of AFB-contaminated beehive material. Am. Bee J. 138:738-740. 1999.
- GRAMACHO, K. Fatores que interferem no comportamento higiênico das abelhas *Apis mellifera*. Ph.D. thesis, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto. P.178. Brazil. 1999.
- GONÇALVES, L.; KERR, W. Noções sobre genética do melhoramento em abelhas. Anais do 1º Congresso Brasileiro de Apicultura. Florianópolis, S.C. P.8-36. 1970.
- MESSAGE, D. Efeito de condições ambientais no comportamento higiênico em abelhas africanizadas *Apis mellifera*. M.Sc. thesis, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto. P.126 Brazil. 1979.
- MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. Estudo da resistência comportamental a cría pútrida européia em *Apis mellifera adansonii* (africanizadas). Anais do IV Congresso Brasileiro de Apicultura. Curitiba, PR. P.185-195. 1978.

- MORITZ, R. A re-evaluation of the two locus model for hygienic behaviour in honeybees (*Apis mellifera* L). J. Heredity 79:257-262. 1988.
- OLDROYD, P. Evaluation of Australian commercial honey bees for hygienic behaviour, a critical character for tolerance to chalk brood. Australian J. Exp. Agr. 36(5):625-629.1996.
- PALACIO, M.; FLORES, M.; FIGINI, S.; RUFFINENGO, A.; ESCANDE, E. BEDASCARRASBURE, E.; RODRÍGUEZ y GONÇALVES, L. Evaluation of the time of uncapping and removing dead brood cells by hygienic and non-hygienic honey bees. Gen. Molec. Res. 4(1):106-114. 2005.
- PONCE, A.; MARCANGELI, J. Comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* L. en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Apiacta. 35(4):176-182. 2000.
- ROTHENBUHLER, W. Behaviour genetics of nest cleaning in honeybees. I. Responses of four inbred lines to disease killed brood. Anim. Behav. 12: 578-583. 1964a.
- ROTHENBUHLER, W. Behaviour genetics of nest cleaning in honeybees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease killed brood. four inbred lines to disease killed brood. Am. Zoologist 4:111-123.1964b.
- ROTHENBUHLER, W.; KULINCEVIC, J.; KERR, W. Bee Genetics. Ann. Rev. Genet 2:413-438.1968.
- SPIVAK, M.; DOWNEY, D. Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae). J. Econ. Entomol. 91: 64-70. 1998.
- SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. J. Apic. Res.32 (3/4): 147-157. 1993.
- SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Hygienic behaviour of honeybees and its application for control of brood diseases and varroa. Part 1: Hygienic behaviour and resistance to American Foulbrood. Bee World 79(3):124-134. 1998.
- TRUMP, R.; THOMPSON, V.; ROTHENBUHLER, W. Behaviour genetics of nest cleaning in honeybees. V. Effects of previous experience and composition of mixed colonies on response to disease killed brood. J. Apic. Res. 6:127-131. 1967.

Prevalencia y carga parasitaria de cultivos de cachamay (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 X *Piaractus brachypomus* CUVIER, 1818)

(Parasitic characterization of *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 X *Piaractus brachypomus* CUVIER, 1818 (Cachamay) cultured)

Ramírez-Mora, José Nobel¹; Eslava-Mocha, Pedro René; Agudelo, Eddy

¹Coordinación de Extensión Agraria,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal, estado Táchira,
República Bolivariana de Venezuela,
Correo electrónico: jnobel@unet.edu.ve

RESUMEN

En la región suroeste de Venezuela se ha dado un importante crecimiento de la cachamicultura en la última década y con ello, también, han empezado a observarse problemas de morbi-mortalidad sin causa aparente. Con el objetivo de caracterizar las enfermedades parasitarias en cultivos de cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), se realizaron muestreos en 20 granjas comerciales del municipio Libertador del estado Táchira, Venezuela, en donde se analizaron 390 peces desde alevines hasta tallas comerciales, cultivados en estanques en tierra; se les realizó raspado de piel, biopsia branquial y examen coprológico. Se identificaron cuatro especies de parásitos: *Ichthyophthirius multifiliis* (Carga parasitaria (CP) = 3,9, Prevalencia (P) = 60,4 %), *Piscinoodinium pillulare* (CP = 2,9, P = 52,8 %), *Anacanthorus spathulatus* y *Linguadactyloides brinkmanni* (CP = 2,8, P = 58,4 %) y dos géneros: *Trichodina* (CP = 0,22, P = 6,2 %) y *Diplostomum* (CP = 0,01, P = 0,3 %). La mayor carga parasitaria y prevalencia, causada por protozoarios, se presentó en peces en estadio de alevín y disminuyó, hasta hacerse mínima a medida que los peces crecían; contrario, se observó con los monogeneos. El órgano más infestado fueron las branquias ($p < 0,05$) y el grupo etario, los alevines ($p < 0,05$). Salvo la temperatura ($p < 0,05$) y el pH ($p < 0,01$ y $p < 0,05$), los demás parámetros de calidad de agua no tuvieron relación con la prevalencia parasitaria. La carga parasitaria y la prevalencia encontrada, no causaron impacto negativo sobre la salud de los peces, ni económico en la producción en las granjas evaluadas.

Palabras Clave: Piscicultura, Cachamay, prevalencia parasitaria, enfermedades.

ABSTRACT

In the southwestern area of Venezuela, cachamicultura has taken an important growth in the last decade and with it has also begun morbidity and mortality problems without apparent cause. In order to characterize the parasitic diseases in cultured Cachamay, samplings were made in commercial farms in the Libertador municipality of Táchira State. 390 fish were sampled from fingerling to marketable size, grown in earthen ponds, underwent skin scrapings, gill biopsy and fecal examination. It identified four species of parasites: *Ichthyophthirius multifiliis* (CP = 3,9, P = 60,4 %), *Piscinoodinium pillulare* (CP = 2,9, P = 52,8 %), *Anacanthorus spathulatus* y *Linguadactyloides brinkmanni* (CP = 2,8, P = 58,4 %), and two genera: *Trichodina* (CP = 0,22, P = 6,2 %) y *Diplostomum* (CP = 0,01, P = 0,3 %). There was negative association between parasite load and height (weight) of fish and it was positive between the weight and prevalence respect to monogeneos. No relationship was found between water quality and the prevalence of parasites. The parasite burden and the prevalence found, did not cause negative impact on fish health, or economic in production.

Key Words: Fishculture, Cachamay, parasites, prevalence, diseases.

Recibido: 24/05/2010
Aprobado: 03/03/2011
Versión Final: 15/06/2011

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cachamas en Venezuela, han venido realizándose, principalmente, en estanques en tierra. La mayoría tienen pozos profundos como fuentes de agua (de baja calidad) con poca renovación debido al costo energético que representa. De otro lado, altas densidades de cultivo, suministro de alimentos no específicos y deficiente eliminación de materia orgánica, crean un ambiente desfavorable que incide en la resistencia al estrés y en la presentación de enfermedades en las cachamas (Eslava *et al.*, 2001; Verján *et al.*, 2001a), inicialmente de origen parasitario, debido a que las condiciones ecológicas tropicales permiten la diseminación de estos agentes (Cohen y Kohn, 2009).

En este país y otros de Suramérica, la industria piscícola ha crecido a una tasa significativa en las últimas décadas; sin embargo, los productores no han adoptado un manejo sanitario con enfoque integral en sus sistemas productivos, lo que puede estar incidiendo en la proliferación y diseminación de agentes patógenos en el cultivo; aun cuando algunos autores han hecho énfasis en la importancia de medidas profilácticas en los cultivos de peces (Martins *et al.*, 2001).

Tanto en condiciones naturales como de cautiverio, los peces se encuentran expuestos a organismos potencialmente patógenos (virus, bacterias, hongos y parásitos), sin que ellos muestren signos clínicos o expresen la enfermedad, debido a la respuesta inmune del pez y el ambiente favorable o de confort que le rodea (Verján *et al.*, 2001a; Rey *et al.*, 2002; Centeno *et al.*, 2004). Gran parte de los parásitos reportados en cachamas se alojan en la piel y branquias. Las infestaciones en las branquias producen lesiones e inflamación del epitelio branquial que pueden afectar el proceso respiratorio, el mantenimiento del equilibrio ácido-básico y los procesos de excreción de sustancias desde la sangre de los peces. Además, las lesiones en las branquias sirven de puerta de entrada para infecciones secundarias por hongos y/o bacterias. Las lesiones más comunes observadas en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), de acuerdo con Verján *et al.*, (2001a), son: atrofía o pérdida de lamelas, hiperplasia epitelial lamelar e infiltración de células inflamatorias tanto en arco como en filamento, y las menos comunes: necrosis e hipertrofia epitelial, similar a lo encontrado por otros autores (Corredor *et al.*, 1997; Martins *et al.*, 2001).

Entre los protozoarios reportados en cachama negra o cherna (*Colossoma macropomum*), cachama blanca o morocoto (*P. brachypomus*), pacú (*P. mesopotamicus*) y sus híbridos cachamay o cachamoto

(*C. macropomum* X *P. brachypomus*) y tambacú (*C. macropomum* X *P. mesopotamicus*), se encuentran: *Ichthyophthirius multifiliis*, que causa la enfermedad de la mancha o puntos blancos o Ictioptiriasis; *Trichodina sp.*, que causa la Tricodiniasis; *Piscinoodinium pillulare*, que causa la enfermedad del terciopelo o Piscinoodiniosis (Corredor y Moreno, 1996; Conroy y Conroy, 1998; Eslava *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2001; Verján *et al.*, 2001a; Rey *et al.*, 2002; Centeno *et al.*, 2004). Respecto a los monogeneos, *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, y *Linguadactyloides*, han sido reportados parasitando cachamas, pacú y sus híbridos (Conroy y Conroy, 1998; Eslava *et al.*, 2001; Verján *et al.*, 2001a; Aragort *et al.*, 2002; Centeno *et al.*, 2004; Thatcher, 2006; Ceccarelli *et al.*, 2007), y en los digeneos, se han reportado los géneros: *Diplostomum* y *Dadatytrema* (Conroy y Conroy, 1998; Eslava *et al.*, 2001; Scholz y Kuchta, 2005).

Otros parásitos reportados son el mixosporideo *Henneguya piaractus*, parasitando branquias de pacú (Martins y Souza, 1997a y 1997b; Eiras *et al.* 1998) y cachama blanca (Iregui *et al.*, 1999); y *Mixobolus sp.* afecta cachama blanca (Eslava, 1995), estas especies puede afectar todos los tejidos (Eslava, 1995; Iregui *et al.*, 1999; Verján *et al.*, 2001a). Por último, los crustáceos *Lernaea spp.*, *Perulernaea gamitanae* y *P. pirapitingae*, han sido reportados parasitando narinas, boca y branquias, las dos primeras especies en cachama negra y la última en cachama blanca, en Perú, Colombia y Brasil (Thatcher y Paredes, 1985; Thatcher, 2006). *Ergasilus spp.* ha sido reportado parasitando cachamas y pacú en Bolivia (Conroy y Conroy, 1998).

En función de lo que representa el cultivo de la cachama híbrida, cachamay o cachamoto en la región señalada, se realizó el estudio con el objetivo de conocer la prevalencia y carga parasitaria de los cultivos comerciales de cachamay.

MÉTODO

La zona de estudio se ubica entre las coordenadas geográficas: 07°28' y 07°51' latitud norte y 71°19' y 71°50' longitud oeste, altitud promedio: 185 msnm (Dirección de Cartografía Nacional, 1983), temperatura promedio anual: 26°C y precipitación: 2.510 mm (INE, 2010), municipio Libertador, estado Táchira, Venezuela. Se analizaron 390 peces de 20 granjas piscícolas, incluidas en ellas, cinco granjas productoras de alevines y tres granjas de cebo por cada una de esta, seleccionadas aleatoriamente.

A las granjas productoras de alevines solo se les realizó un muestreo de nueve individuos y a las de cebs, tres muestreos con periodicidad de cinco semanas, el número de alevines por granja y muestreo fue de 9, 7 y 7, respectivamente. Durante cada visita se tomó muestras de tres granjas de engorde. El total de muestreos fue 20. De cada granja, se seleccionó aleatoriamente solo un estanque, cuyas dimensiones y densidades de cultivo variaron de 1.050 a 3.000 m² y 0,6 a 0,88 pez/m², respectivamente; con suministro de agua del subsuelo y recambio deficiente (la mayor cantidad sustituye la que se pierde por evaporación y filtración).

La población muestreada se estratificó en tres grupos etarios, alevinos: hasta 10 gr, levante: de 11 a 100 gr y engorde: mayor de 100 gr. Los individuos fueron obtenidos mediante reproducción artificial y alimentados con raciones comerciales extruidas disponibles en el mercado, de contenido proteico entre 24 y 32 % de proteína cruda, dependiendo de la fase de crecimiento.

Los ejemplares se colectaron vivos y se trasladaron al laboratorio en bolsas plásticas con un tercio del volumen total en agua y atmosfera de oxígeno, de acuerdo a lo señalado por Kubitz (2003). A cada uno de los peces se les midió longitud estándar (cm) y peso (gr) y se examinaron signos clínicos; inmediatamente, se tomaron muestras en fresco para determinar presencia de ecto y endoparásitos, lo cual se hizo a través de: raspado de piel, biopsia branquial y examen coprológico.

Cada muestra se colocó en portaobjetos sumergida en una gota de solución salina al 0,9 % de NaCl para ser observadas bajo microscopio de luz, de acuerdo a lo señalado por Tavares-Dias *et al.* (2001a) y Yanong (2003). Aquellos individuos que presentaron un número de parásitos igual o mayor a 4 por campo, fueron anestesiados con eugenol a una dosis de 50 mg*L⁻¹ y procesados para necropsia de acuerdo a los protocolos de Reimschuessel *et al.*, (1988) y Yanong (2003). Se tomaron muestras de branquias e hígado, los cuales fueron fijados en formol buferado al 10 %. Los tejidos fueron cortados (3-5 µm de grosor) y teñidos con hematoxilina-eosina (H-E) para posterior evaluación microscópica (Roberts, 2001).

Para la observación de protozoarios, trematodos monogeneos y trematodos digeneos, se siguió la metodología señalada por Ceccarelli *et al.* (2007). En la identificación de parásitos se siguió las recomendaciones de Scholz y Kuchta (2005) y Thatcher (2006). La prevalencia (P = %) se calculó dividiendo el número de

peces infectados por el número de peces examinados por 100 y la carga parasitaria (CP) se calculó como el número total de parásitos, de cada especie, dividido por el número de peces (Tavares-Dias *et al.*, 2001a).

Durante cada muestreo, se evaluaron los siguientes parámetros de calidad de agua: temperatura, conductividad, oxígeno disuelto (OD) y pH a través de equipo multiparamétrico Pionner (Francia, Pionner 65 multi meter); la transparencia se midió a través de la desaparición visual del disco de Secchi de 0,20 m de diámetro; alcalinidad, dureza, dióxido de carbono (CO₂) y dureza se midieron por medio del kit de campo Fresh Water Aquaculture Outfit (USA, Modelo AQ-3 marca Lamotte).

Se realizó análisis factorial de correspondencias con clasificación jerárquica indexada con el fin de relacionar variables como la presencia o ausencia de parásitos, con variables ambientales monitoreadas en este estudio, que se complementó con un análisis multivariado de la varianza (MANOVA); también, se emplearon análisis descriptivos de tipo univariado (media ± desviación estándar) mediante distribuciones de frecuencia y con base en ello se efectuó intervalos de confiabilidad al 95% a fin de describir los parámetros de carga parasitaria y prevalencia. Se utilizó el programa Statgrafics Plus V5.1.

RESULTADOS

Calidad de agua de los estanques

Los valores medios de temperatura, transparencia, conductividad, oxígeno disuelto (OD), pH, alcalinidad, dióxido de carbono (CO₂) y dureza obtenidos durante la evaluación, se presentan en la tabla 1.

Prevalencia de parásitos y carga parasitaria media

Los peces evaluados tuvieron peso entre 0,1 a 800,0 gr y longitud estándar entre 1,4 a 25,4 cm. Se identificaron los siguientes grupos y géneros parasitarios: protozoarios: ciliados, *Ichthyophthirius multifiliis* FOUQUET, 1876 y *Trichodina sp.* EHRENBERG, 1838; y flagelados, *Piscinoodinium pillulare* (SCHÄPERCLAUS, 1954) LOM, 1981; trematodos monogeneos, *Linguadactyloides brinkmanni* THATCHER y KRISTKY, 1983 y *Anacanthorus spathulatus* KRITSKY, THATCHER y KAYTON, 1979, trematodo digeneo de acuerdo a Scholz y Kuchta (2005) y Thatcher (2006), corresponde al género *Diplostomum* (Figura 1).

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos del agua de los estanques de granjas comerciales de cachamay del municipio Libertador, estado Táchira, Venezuela

	TEMP (°C)	TURB (cm)	COND (μS/cm)	OD (mg/L)	pH	ALC (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	DUR (mg/L)
G ₁	28,6	9	NM	4,59	6,50	17,10	10,00	17,10
G ₂	32,8	38	NM	5,46	6,89	17,10	5,00	17,10
G ₃	31,5	12	NM	5,52	6,50	17,10	15,00	17,10
G ₄	32,3	44	NM	5,28	6,00	17,10	5,00	17,10
G ₅	29,6	9	NM	4,02	6,71	17,10	5,00	17,10
G ₆	28,5±1,4 (Rango) (27,5 - 30,1)	9	22,5±0,5 (22,2 - 23,1)	4,35±0,58 (4,01 - 5,02)	7,00±0,07 (6,92 - 7,02)	17,10	6,67±2,89 (5 - 10)	22,8±9,87 (17,1 - 34,2)
G ₇	28±1,85 (Rango) (26,2 - 29,9)	13±2 (11 - 15)	7,28±0,2 (7,1 - 7,4)	4,37±0,57 (3,71 - 4,72)	7,00	17,10	10±5 (5 - 15)	34,2
G ₈	29,9±2,59 (Rango) (27,9 - 32,8)	27±1,57 (25,2 - 28,2)	99,2±1,9 (97,1 - 100,7)	4,59±0,21 (4,36 - 4,78)	8,15±0,52 (7,56 - 8,51)	34,20	8,33±2,89 (5 - 10)	39,9±9,87 (34,2 - 51,3)
G ₉	33,5±1,44 (Rango) (31,9 - 34,7)	20±2,65 (18 - 23)	21,9±2 (19,6 - 23)	4,82±0,51 (4,27 - 5,28)	7,32±0,21 (7,17 - 7,56)	17,10	5,00	17,10
G ₁₀	31,6±1,01 (Rango) (30,5 - 32,5)	10	23,7±0,8 (22,9 - 24,4)	3,80±0,92 (2,74 - 4,45)	6,50±0,81 (5,59 - 7,13)	17,10	11,67±2,69 (10 - 15)	17,10
G ₁₁	33,4±1,35 (Rango) (31,9 - 34,5)	42±2 (40 - 44)	27±1,5 (25,6 - 28,6)	6,86±0,95 (5,89 - 7,78)	7,00±0,18 (6,89 - 7,21)	17,10	5,00	17,10
G ₁₂	32,8±0,26 (Rango) (32,5 - 33,0)	24±6 (18 - 30)	131,2±1,8 (128,9 - 132)	6,17±0,24 (5,99 - 6,45)	8,47±1,31 (7,48 - 9,95)	34,20	5,00	17,10
G ₁₃	33±1,1 (Rango) (31,9 - 34,1)	19±1,73 (17 - 20)	48,1±0,7 (47,7 - 48,9)	7,29±0,81 (6,48 - 8,10)	8,13±0,82 (7,30 - 8,93)	22,8±9,87 (17,1 - 34,2)	5,00	17,10
G ₁₄	32,3±0,87 (Rango) (31,7 - 33,3)	46±1,73 (45 - 48)	66,6±0,5 (66,2 - 67,1)	5,72±0,89 (4,80 - 6,58)	7,45±0,41 (6,98 - 7,75)	34,20	5,00	17,10
G ₁₅	32,2±0,56 (Rango) (31,6 - 32,7)	43±1,73 (42 - 45)	6±0,2 (5,8 - 6,2)	5,99±0,29 (5,71 - 6,28)	6,00±0,39 (5,57 - 6,31)	17,10	5,00	17,10
G ₁₆	31,8±0,85 (Rango) (30,9 - 31,6)	25	7,71	5,39±0,04 (5,35 - 5,43)	6,00±0,21 (5,79 - 6,21)	17,10	5,00	17,10
G ₁₇	29,2±1,47 (Rango) (27,9 - 30,8)	8±1 (7 - 9)	22,4±0,2 (22,2 - 22,5)	4,35±0,71 (3,73 - 5,12)	6,59±0,15 (6,43 - 6,72)	17,10	5,00	17,10
G ₁₈	33±0,36 (Rango) (32,7 - 33,4)	34±1,73 (32 - 35)	93,6±0,1 (96,6 - 96,7)	5,18±0,31 (4,92 - 5,52)	8,47±1,2 (7,49 - 9,81)	22,8±9,87 (17,1 - 34,2)	8,33±2,89 (5 - 10)	34,20
G ₁₉	31,1±0,7 (Rango) (30,3 - 31,6)	24±1,73 (23 - 26)	41,4	4,17±0,17 (4,03 - 4,35)	6,47±0,14 (6,31 - 6,58)	17,10	8,33±2,89 (5 - 10)	17,10
G ₂₀	32,8±0,1 (Rango) (32,7 - 32,9)	24±4 (20 - 28)	131,2±0,8 (130,1 - 131,6)	6,17±0,32 (5,87 - 6,50)	8,47±1,26 (7,25 - 9,76)	34,20	6,67±2,89 (5 - 10)	17,10
MEDIA	31,40±1,78	24±13,19	50±43,81	5,20±0,96	7,08±0,84	21,1±6,94	7±2,84	20,2±7,04

G₁₋₂₀ = granjas muestreadas. NM = valor no medido. Los valores correspondientes a G₁₋₅ representan una medición, el resto de las granjas al promedio de tres mediciones. (Valores ± desviación estándar)

**Figura 1.** Trematodo digeneo *Diplostomum* sp. aislado del globo ocular de un alevín de cachamay (*C. macropomum* X *P. brachypomus*) (4X)

Al analizar los parásitos, *I. multifiliis* fue encontrado en todas las granjas, excepto la G₁, con prevalencia que va de 22,22 al 100 %, se observó tanto en branquias como en piel. *Trichodina* sp. fue encontrada solo en branquias de peces, en el 30 % de las

granjas con CP en rango de 1 a 3 (0,26±0,69) y P entre 14,29 a 42,86 %. *P. pillulare* se encontró en branquias y piel de peces en el 90 % de las granjas, con P entre 14,29 al 100 %. Respecto a los monogeneos encontrados, se observaron en el 80 % de las granjas muestreadas, con

una P entre 11,11 % al 100 %; el 20 % de las granjas restantes, correspondió a los centros de producción de alevines, en donde solo se observó en branquias. El trematodo digeneo encontrado en este estudio (Figura 1), fue hallado en ambos ojos (3 en el ojo derecho y 1 en el izquierdo) de un solo individuo en estadio de alevín (0,73 gr y 2,4 cm).

De otra parte, como resultado de estratificar la población muestreada en tres grupos de acuerdo al peso, se obtuvo: alevinos: hasta 10 gr, 46,15 % (n=180); levante: de 11 a 100 gr, 26,92 % (n=105) y; engorde: mayor de 100 gr, 26,92 % (n=105). Los resultados de la carga parasitaria (CP) y prevalencia (P) por estrato etario y órganos parasitados, se muestran en la tabla 2 y figura 2. Los alevines presentaron la más alta CP y P de *I. multifiliis* y *P. pillulare*, tanto en branquias ($14,55 \pm 6,17$ y 67,67 %; $19,2 \pm 8,06$ y 66,67 %) como en piel ($16,90 \pm 6,23$ y 68,26 %; $7,65 \pm 5,22$ y 16,67 %), seguido por peces en levante en branquias ($11,0 \pm 5,81$ y 67,62 %; $2,40 \pm 2,77$ y 20,25 %), debido a que en piel solo se observó *I. multifiliis* ($1,53 \pm 2,17$ y 9,52). Peces en engorde no observaron *I. multifiliis* ni *P. pillulare*. Solo se observó *Trichodina* sp. en branquias, tanto en alevines ($0,15 \pm 0,449$ y 1,91 %) como en peces en engorde ($0,67 \pm 1,05$ y 8,15 %) en CP y P bajas; no se observó en peces en levante. Los trematodos monogeneos solo se observaron en branquias, presentando CP y P en relación directa a la edad de los peces: alevines ($0,25 \pm 0,64$ y 2,22 %), levante ($10,33 \pm 4,17$ y 67,62) y engorde ($22,93 \pm 93$ y 93,3 %). La CP y P del trematodo digeneo encontrado fue de $0,20 \pm 0,89$ y 0,56 %, respectivamente.

La tabla 3 muestra el análisis realizado a los grupos etarios y órganos afectados. Se observa que hubo diferencias estadísticas entre los grupos etarios, la CP

encontrada en los alevines fue estadísticamente mayor ($p < 0,05$) que los peces en condición de levante y engorde, entre estos no hubo diferencias estadísticas. En cuanto a los órganos afectados, las branquias mostraron diferencias estadísticas con respecto a la piel, tanto en alevines ($p < 0,05$) como en peces de levante ($p < 0,01$). Tomando en cuenta que en piel de peces en engorde la CP fue nula, se considera que existe suficiente diferencia entre órganos de este grupo etario.

Al contrastar la hipótesis de independencia entre órganos y grupos etarios con la hipótesis de que si existe relación entre ellas, el resultado obtenido muestra un valor calculado de 23,51 el cual es altamente significativo ($p < 0,01$) y muestra relación de la parasitosis en branquias con respecto al grupo etario, observándose que el órgano más parasitado fueron las branquias y el grupo etario, los alevines (Tabla 4).

Correlación entre la prevalencia parasitaria y calidad de agua

No se observó significancia estadística en la correlación de la prevalencia parasitaria observada con los parámetros turbidez, conductividad, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, alcalinidad y dureza; no así, entre la temperatura con la P de *Trichodina* sp. ($p < 0,05$) y pH con *I. multifiliis* ($p < 0,01$), *P. pillulare* ($p < 0,05$) y Trematodos monogeneos ($p < 0,05$), tal como se observa en la tabla 5.

Evaluación de los tejidos

En la evaluación histológica se observó muy leve respuesta inflamatoria en las branquias. En el hígado, también hubo conformación normal en la arquitectura del órgano con ligera deposición de grasa en las células hepáticas (Figura 3).

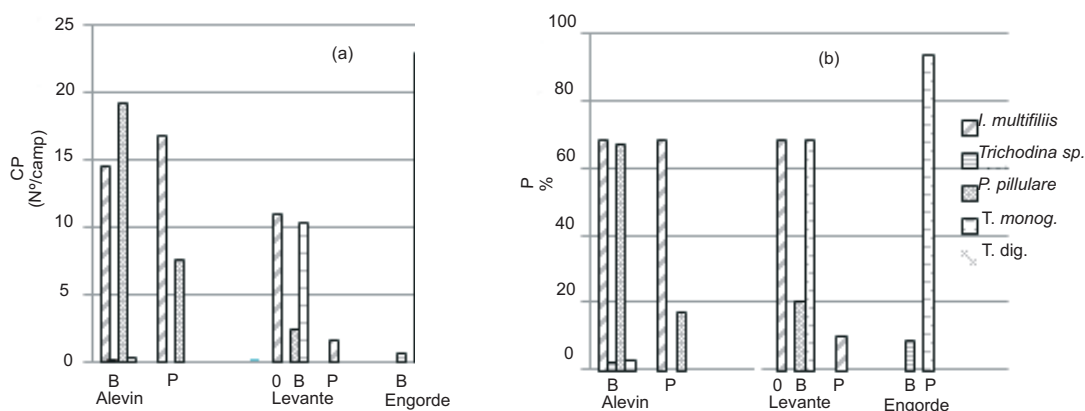


Figura 2. (a) Carga parasitaria (CP) y (b) prevalencia (P) en las muestras tomadas en granjas comerciales durante la investigación: alevines, levante y engorde
B = branquias; P = piel; O = ojos

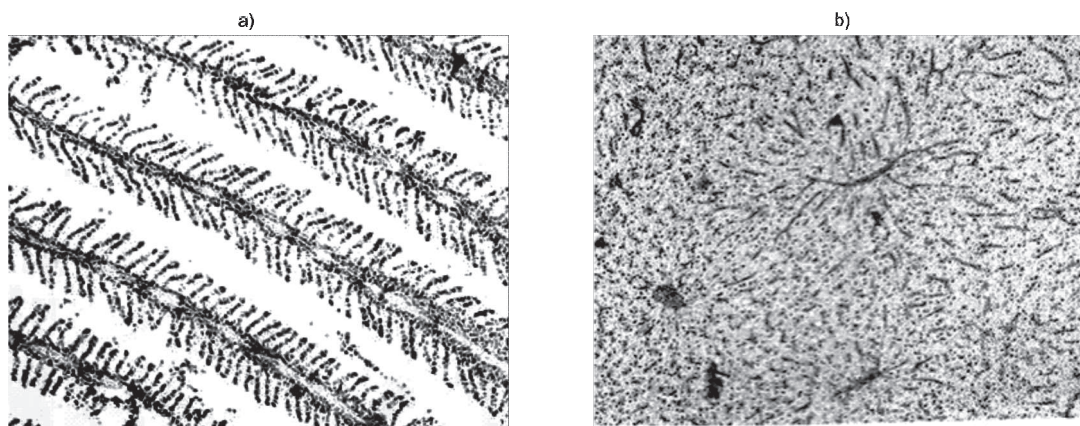


Figura 3. Cortes histológicos de branquia (a) e hígado (b) en alevines de cachamay (*C. macropomum* X *P. brachypomus*). En (a) se observa arquitectura normal del órgano (10X, H-E). En (b) se observa también conformación normal y homogénea del órgano con ligera deposición lipídica en los hepatocitos (10X, H-E)

Tabla 2. Carga parasitaria (CP) media y prevalencia (P = %) de parásitos encontrados en los muestreos a granjas comerciales en el municipio Libertador, estado Táchira, Venezuela. CP = Carga parasitaria, P = Prevalencia

Parásitos	Alevín (n=180)				Levante (n=105)				Engorde (n=105)				Total (n=390)							
	Branquias		Piel		Ojos		Branquias		Piel		Branquias		Piel		Branquias		Piel		Ojos	
	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P	CP	P
	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)	(Nº±DE)	(%)
<i>I. multifiliis</i> (Rango)	14,55±6,17 (5-25)	67,67 (22,2100)	16,90±6,23 (9-28)	68,26 (11,1100)	—	—	11,0±5,81 (5-21)	67,62 (42,985,7)	1,53±2,17 (2-6)	9,52 (14,342,9)	0,0	0,0	0,0	0,0	9,12±7,87 (0-21)	36,80 (0-88,89)	7,22±8,97 (0-28)	24,96 (0-100)	—	—
<i>Trichodina</i> sp. (Rango)	0,15±0,49 (1-2)	1,91 (0-14,3)	0,0	0,0	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,67±1,05 (1-3)	8,15 (0-42,86)	0,0	0,0	0,26±0,69 (0-3)	3,02 (0-42,86)	0,0	0,0	—	—
<i>P. pillulare</i> (Rango)	19,2±8,06 (12-29)	66,67 (14,3-100)	7,65±5,22 (2-13)	16,67 (11,1-88,9)	—	—	2,40±2,77 (2-8)	20,25 (14,3-71,4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,40±10,37 (0-29)	31,18 (0-100)	3,06±4,99 (0-13)	2,79 (0-100)	—	—
<i>T. mon. og.</i> (Rango)	0,25±0,64 (1-2)	2,22 (11,122,2)	0,0	0,0	—	—	10,33±4,17 (3-16)	67,62 (42,9100)	0,0	0,0	22,9±6,02 (11-32)	93,33 (85,8100)	0,0	0,0	10,08±10,27 (0-31)	49,17 (0-100)	0,0	0,0	—	—
<i>T. dig.</i> (Rango)	—	—	—	—	0,2±0,89 (0-4)	0,56 (0-11,1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08±0,57 (0-4)	0,22 (0-11,1)

Tabla 3. Prueba de comparación de medias de la carga parasitaria (Nº/campo) observada en los órganos afectados por grupo etario

	Alevín	Levante	Engorde
Branquias	6,83 ± 2,74 ^a	4,75 ± 1,98 ^{**b}	4,72 ± 1,29 ^b
Piel	4,91 ± 2,02 ^a	0,31 ± 0,43 ^b	0

Tabla 4. Resultados de la Prueba de Ji-cuadrado para la prevalencia (Nº de ind.) observada en los órganos afectados por grupo etario

	Alevín	Levante	Engorde
Branquias	32	33	21
Piel	23	2	0

Tabla 5. Correlación lineal de Pearson (r) para evaluar la relación entre la prevalencia y los parámetros físico-químicos evaluados en estanques de granjas comerciales de cachamay en el municipio Libertador, estado Táchira, Venezuela

Parásitos	Temperatura		Turbidez		Conductividad		Oxígeno Disuelto		pH		CO ₂		Alcalinidad		Dureza	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>I. multifiliis</i>	0,1066	0,5017	0,0390	0,8062	-0,0820	0,6058	-0,0568	0,7209	-0,4073	0,0074 ^{**}	0,0196	0,9019	-0,0964	0,5438	-0,1553	0,3262
<i>Trichodina</i> sp.	0,3568	0,0204 [*]	0,2239	0,1540	-0,1458	0,3574	0,1496	0,3439	0,0239	0,8804	-0,0296	0,8506	-0,2471	0,1146	-0,1089	0,4923
<i>P. pillulare</i>	0,0469	0,7681	0,0804	0,6130	-0,1629	0,3026	0,0583	0,7137	-0,3603	0,0191 [*]	0,0065	0,9673	-0,1162	0,4637	-0,0667	0,6749
<i>T. monog.</i>	0,1886	0,2317	0,1007	0,5258	0,0883	0,5780	0,0309	0,8460	0,3388	0,0282 [*]	-0,0747	0,6382	0,1011	0,5240	-0,2646	0,0903

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las enfermedades en los peces, generalmente no son causadas por un solo factor estresor, sino más bien por la combinación de varios factores que actúan conjuntamente, constituyendo una interacción hospedero —agente etiológico— ambiente (Verján *et al.*, 2001a; Rey *et al.*, 2002). En este estudio, al correlacionar los valores de prevalencia (P) de parásitos con los parámetros físicos y químicos evaluados en el agua de los estanques de cultivo, solo hubo asociación de la temperatura con la presencia de *Trichodina* sp. y de pH con *I. multifiliis*, *P. pillulare* y trematodos monogeneos (Tabla 5), indicando que la presencia de estos parásitos, probablemente tenga alguna relación con la variación de la temperatura y el pH en el agua de los estanques. Incremento de la temperatura afecta el metabolismo respiratorio aumentando el consumo de oxígeno y la excreción de amonio, lo que afecta la susceptibilidad de los peces a la acción de agentes patógenos. Los valores de temperatura, turbidez, alcalinidad y dureza, en algunas granjas difirieron ligeramente de lo señalado para el cultivo de cachama en estanques de tierra bajo modalidad semi-intensiva y con recambio de agua limitada (Sipaúba-Tavares, 1995; González y Heredia, 1998); probablemente el hecho de realizar las mediciones entre las 10:00 a las 13:00 hr coincidiendo con la mayor radiación solar en la época lluviosa, influyó en estos valores.

El pH (valores <6 y >8) ha sido asociado a diferentes patologías y presencia de agentes patógenos en branquias de *P. brachypomus* (Verján *et al.* 2001b); aunque en este estudio no se encontró efecto sobre las branquias e hígado, se conoce que valores altos de pH asociados a amonio causan morbi-mortalidad en peces de cultivo (Corredor y Moreno, 1996; Corredor *et al.*, 1997; Verján *et al.*, 2001b; Rey *et al.*, 2002; Miron *et al.*, 2008). Los demás parámetros evaluados mantuvieron valores medios adecuados para el cultivo de cachama (Tabla 1), aun cuando las fuentes de agua fueron del subsuelo caracterizadas por presentar bajo nivel de conductividad, OD, pH, alcalinidad, dureza y elevado CO₂. A pesar que bajos valores de alcalinidad y dureza influyen en la fluctuación diaria del pH que permite la formación de amonio no ionizado, probablemente, el hecho que los cachamicultores al final de cada ciclo de cultivo, vacíen totalmente los estanques, apliquen cal, asoleen y aireen el fondo de los mismos, contribuye a minimizar la carga orgánica y con ello, el sustrato indispensable para el desarrollo de fauna parasitaria (Conroy y Conroy, 1998; Verján *et al.*, 2001b; Ceccarelli *et al.*, 2007); adicionalmen-

te, la baja densidad de cultivo que manejan los productores, puede estar influyendo positivamente en la condición sanitaria observada; si bien, las mayores CP y P se presentaron en los estadios más tempranos (Tablas 2 a 4), esto puede ser debido a la mayor susceptibilidad de los alevines a la acción de agentes parasitarios; también, al comportamiento que tienen los mismos de estar próximos a las orillas de los estanques, en donde la probabilidad de infestarse es mayor. En la medida que se desarrollan, se ubican en la mitad de la columna de agua y centro del estanque, por lo que las probabilidades pueden disminuir con protozoarios, pero parece aumentar la infestación por trematodos; tal vez, al incrementarse la superficie de los órganos, aumenta la probabilidad de infestación por trematodos (Aragort *et al.*, 1997) y los monogeneos sean los de mayor posibilidad. Esta asociación negativa entre la edad y la CP por protozoarios, fue reportada también por Mujica y Conroy (1985) en cachama negra, Aragort *et al.*, (1997) y otros autores (Silan y Maillard, citados por Aragort *et al.* 1997) en tilapia en Venezuela y otros países. Al comparar la CP de monogeneos, con lo señalado por Aragort *et al.*, (2002) en cachama negra, se encuentra similitud en los resultados al presentarse asociación positiva entre esta variable y la talla, de tal manera que a medida que los peces se desarrollan, se incrementa la CP y P de este grupo de parásitos (Tabla 2).

En cuanto a las especies parasitarias observadas en este estudio, han sido reportadas anteriormente en Venezuela los mismos protozoarios y trematodos monogeneos; estos últimos causando mortalidad en alevines y reproductores de cachama negra (Mujica y Conroy, 1985; Aragort y Moreno, 1997); también, en cachamay y en otras especies como la tilapia (Aragort, 1994; Aragort *et al.*, 1997; Conroy y Conroy, 1998; Aragort *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2002; Centeno *et al.*, 2004); igualmente, en condiciones naturales y de cultivo en países como Brasil, Colombia, Perú y Bolivia, por lo que han sido consideradas especies parásitas de cachamas, pacú y el híbrido tambacú (Thatcher, 1991; Conroy y Conroy, 1998; Tavares-Dias *et al.*, 2001a y 2001b; Verján *et al.*, 2001a y 2001b; Rey *et al.*, 2002; Iregui *et al.*, 2004; Thatcher, 2006; Ceccarelli *et al.*, 2007). El trematodo digéneo observado en este estudio, *Diplostomum* sp., ha sido reportado en cachamas puras, pacú (Conroy y Conroy, 1998; Eslava *et al.*, 2001; Ceccarelli *et al.*, 2007; Iregui, 2008) y otras especies como la tilapia y trucha (Aragort *et al.*, 1997; Albert y Curtis, citados por Aragort *et al.*, 1997); siendo esta, la primera vez que el género *Diplostomum* se reporta parasitando cachamay.

La P total obtenida en este estudio (78,3 %), fue superior al mismo híbrido (72,65 %), pero inferior a la cachama negra (96,40 %) en los datos reportados por Centeno *et al.* (2004). Esta P encontrada en el estudio pareciera alta; sin embargo, al considerar la baja P de infestaciones mixtas protozoarios–monogeneos (menor al 2 %), se puede señalar que la parasitación observada realmente no causó efectos negativos sobre la salud de los individuos de las granjas en estudio; esto, coincide con las conclusiones de numerosos estudios que han evaluado problemas parasitarios en cachamas, pacú y sus híbridos y que se han mencionado aquí.

Los individuos evaluados no presentaron ninguna lesión externa o cambio en el comportamiento ocasionado por los parásitos en la piel y branquias. En cada caso, se han señalado alteraciones de comportamiento fundamentales, entre ellas: roce contra las paredes de los estanques y síndrome de respiración superficial; para la ceguera ocasionada por parásitos, se ha señalado la falta de reflejo de huida y en todos los casos, falta de apetito cuando la severidad de la infestación es mayor. El estudio macroscópico interno realizado a los individuos, mostró arquitectura normal de los órganos, con ligera acumulación de grasa en la cavidad celómica en individuos con peso superior a los 10 gr, que se incrementó en individuos mayores a 100 gr. Al analizar cortes histológicos de branquias, no se evidenció afección severa del órgano respiratorio, salvo una respuesta inflamatoria ligera como mecanismo de defensa y rechazo al agente externo. A diferencia de otros reportes señalados aquí, la infestación por *L. brinkmanni* no produjo cambios notables del tejido adyacente manifestada regularmente por una inflamación severa, con aumento en la mayoría de las veces, en macrófagos y linfocitos; también, metaplasia con pérdida de lamelas y atrofia de células epiteliales, observándose retracción de lamelas y filamentos curvos (Eslava *et al.*, 2001; Verján *et al.*, 2001b); probablemente, lo anterior fue debido al hecho que la mayoría de parásitos monogeneos observados, fueron *Anacanthorus spathulatus*. En el hígado, el estudio histológico, solo mostró normal deposición de vacuolas de grasa en los hepatocitos, guardando relación con la grasa observada en la cavidad celómica, causado normalmente por el tenor graso de la dieta.

Las enfermedades de origen parasitario son frecuentes en la cachamicultura por encima de las infecciones bacterianas (Verján *et al.*, 2001a). Aunque, la condición genética de los peces, los puede hacer resistentes a algunas enfermedades y tolerante a cargas

moderadas de parásitos, el afán del hombre por intensificar los cultivos los hace susceptibles ante agentes presentes regularmente en los cuerpos de agua y con los cuales cohabita en condiciones normales; por tanto, la prevalencia de parasitismos en las cachamas cultivadas depende directamente del manejo sanitario que los piscicultores realizan dentro de la granja. Crear hábitos para preparar adecuadamente los viveros (vaciar estanque, encalar, asolear y airear previo al inicio del siguiente ciclo), usar ejemplares saludables, suministrar apropiada alimentación, controlar la productividad acuática y renovar agua del estanque, garantizarán salud en los peces y conducirán a disminuir el uso de fármacos, a mejorar el rendimiento productivo y asegurar el éxito del cultivo.

CONCLUSIONES

Los agentes etiológicos de origen parasitario encontrados en este estudio fueron: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina sp.*, *Piscinoodinium pillulare*, *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni* y se reporta por primera vez para cachamay, el trematodo digeneo *Diplostomum sp.* Estos hallazgos (infestaciones), asociados a las características anatómicas observadas en los órganos evaluados (branquias e hígado), no indicaron presencia de problemas patológicos (lesiones), ni enfermedad (signos clínicos y morbilidad) alguna en los peces de las granjas evaluadas. Adicionalmente, la mayor carga parasitaria y prevalencia, causada por protozoarios, se presentó en peces en estadio de alevín y disminuyó, hasta hacerse mínima a medida que los peces crecían; contrario, se observó con los monogeneos. El órgano más infestado fue las branquias y los monogeneos causaron la mayor prevalencia aunque con carga parasitaria menor, comparado a *I. multifiliis*.

La situación sanitaria de los peces fue satisfactoria, lo que puede ser debido a las condiciones de manejo que los piscicultores dan a los cultivos en las granjas evaluadas. Los parámetros físicos y químicos medidos en las aguas de los estanques de las granjas evaluadas, salvo la temperatura y pH, no señalan asociaciones concretas con la prevalencia observada.

AGRADECIMIENTO

Muy especial y sincero agradecimiento al Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) de la Universidad de los Llanos (UNILLANOS) en Villavicencio,

departamento del Meta, Colombia; al Grupo de Investigación: Sanidad de Organismos Acuáticos de este instituto, en las personas de los MVZ(s) Iang Rondón y Wilson F. Ramírez; también, al personal del laboratorio del Centro de Estudios de Vectores de enfermedades CEVE de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, al Lic. William Molina y al Lic. Gustavo Matheus, por los aportes al manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGORT, W. Parasitismo por trematodos monogenéticos branquiales en cachama, *Colossoma macropomum*, bajo condiciones de cultivo: El caso de la Sub-Estación Experimental Papelón, estado Portuguesa. Tesis. Facultad de Ciencias Vet. UCV, Maracay. pp.107. 1994.
- ARAGORT, W. y MORENO DE, L. Índices epidemiológicos de trematodos monogenéticos en branquias de *Colossoma macropomum*, bajo cultivo. Acta Biol. (17):1-8. 1997.
- ARAGORT, W.; LEÓN, E.; GUILLEN, A.; SILVA, M.; BALESTRINI, C. Fauna parasitaria en tilapias del Lago de Valencia. Vet. Trop. 22(2):171-187. 1997.
- ARAGORT, W.; MORALES, G.; LEÓN, E.; PINO, L.; GUILLEN, A. Y SILVA, M. Patologías asociadas a monogeneos branquiales en cachama bajo cultivo. Vet. Trop. 27(2):75-85. 2002.
- CECCARELLI, P.; APARECIDO, E.; CURSINO, S.; FIGUIREDO, R. y LACERDA, L. Levantamento Quali-Quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense. En: Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (Eds.). Pesquisas Patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai. Brasília, Brasil. pp. 11-114. 2007.
- CENTENO, L.; SILVA-ACUÑA, A.; SILVA-ACUÑA, R. y PÉREZ, J. Fauna parasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*, cultivados en el estado Delta Amacuro, Venezuela. Bioagro. 16(2):121-126. 2004.
- COHEN, S. y KOHN, A. On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid from Brazil. Check List 5(2): 351-356. 2009.
- CONROY, G. y CONROY, D. Enfermedades y parásitos de cachamas, pacús y tilapias. Documento técnico No. 3. UDATPA. Pharma-Fish. Maracay, Venezuela. pp. 15. 1998.
- CORREDOR, M. y MORENO, P. Hallazgos anatomopatológicos en cachamas sacrificadas con signos clínicos en el área de influencia. Unillanos-DRI. Tesis de grado para la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos. Colombia. pp. 121. 1996.
- CORREDOR, M.; ESLAVA, P.; IREGUI, C. y MORENO, P. Patologías branquiales de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en estanques de ceiba. Vet Día. 2: 13-19. 1997.
- República Bolivariana de Venezuela. Dirección de cartografía nacional. Mapas del estado Táchira. Ministério de Obras Públicas (MOP). 1983.
- EIRAS, J.; PAVANELLI, G.; SOUSA, J.; TAKEMOTO, R. y RANZANI-PAIVA, M. Ocorrência de agentes com potencial patogênico em peixes de dois pesque-pague e uma piscicultura do norte do estado do Paraná. Anais da aquíicultura Brasil'98. 2: 697-701. 1998.
- ESLAVA, P., VERJÁN, N. E IREGUI, C. Plathelminthos (trematodos) en cultivos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), aspectos clínicos y patológicos, de tratamiento y control. Rev. Orinoquia. 5(1):138-154. 2001.
- GONZÁLEZ, J. y HEREDIA, B. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). 2da ed. rev. y ampliada. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Guárico. Maracay, Venezuela. pp. 134. 1998.
- INE. Temperatura promedio anual del aire y precipitación de la Estación Climatológica Santo Domingo del Táchira. Obtenido de Word Wide Web: <http://www.ine.gov.ve/Fnaturaes/aspectonaturales.asp>. 2001.
- IREGUI, C., ESLAVA, P., MARTÍNEZ, E. Y FIGUEROA, J. Descripción de un caso de Mixosporidiosis clínica en cachama blanca *Piaractus brachypomus*. Rev. Dhalia. 3:17-29. 1999.
- IREGUI, C., HERNÁNDEZ, E., JIMÉNEZ, A., PULIDO, A., REY, A., COMAS, J., PEÑA, L. y RODRÍGUEZ, M. Primer mapa epidemiológico de las lesiones y enfermedades de los peces en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. pp. 70. 2004.

- IREGUI, C. Patología de los peces en Colombia. En: Ferguson, H.; Iregui, C.A.; Jiménez, S.; Verján, N. (Eds). 2^{do} Seminario Internacional de Ictiopatología. Bogotá. pp. 33-44. 2008.
- KUBITZA, F. Amenizando as perdas de alevino após o manejo e o transporte. Panorama da Aqüicultura. Brasil. 13(80):15-25. 2003.
- MARTINS, M. y SOUZA, V. *Henneguya Piaractus* N.SP. (Myxozoa: Myxobolidae), a Gill parasite of *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887 (Osteichthyes: Characidae), in Brazil. Rev. Brasil. Biol. 57(2):239-245. 1997a.
- MARTINS, M. y SOUZA, V. Pathology and behavioral effects associated with *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) Infections of captive pacú *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. *J. World Aquat Soc.* 28: 297-300. 1997b.
- MARTINS, M., MORAES, J., ANDRADE, P., SCHAALCH, S., MORAES, F. Piscinoodinium pillulare (SCHÄPERCLAUS, 1954) LOM, 1981 (DINOFLAGELLIDA) infection in cultivated freshwater fish from the northeast region of Sao Paulo state, Brazil. Parasitological and pathological aspects. Braz. J. Biol. 61(4): 639-644. 2001.
- MIRON, D.; MORAES, B.; BECKER, A.; CRESTANI, M.; SPANEVELLO, R.; LORO, V.; BALDISSEROTTO, B. Ammonia and pH effects on some metabolic parameters and gill histology of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Heptapteridae). *Aquaculture* 277: 192-196. 2008.
- MUJICA, M. y CONROY, G. Una trematodosis en *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818), bajo condiciones de cultivo. Rev. Fac. Ciens, Vets. UCV. Maracay. 32 (1-4): 103-111. 1985.
- REIMSCHUESSEL, R.; MAY, E.; BENNETT, R.; LIPSKY, M. Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice. 18(2):427-433. 1988.
- REY, A.; IREGUI, C.; VERJÁN, N. y ESLAVA, P. Algunas interacciones Hospedero-patógeno-Ambiente: Sistematización y caracterización de las lesiones branquiales de tres especies de peces producidos en Colombia, en tres departamentos del país. En: Universidad de los Llanos. VIII Jornada de Acuicultura. Villavicencio. pp. 23-29. 2002.
- ROBERTS, R. Fish Pathology. Third Edition. W. B. Saunders. Harcourt Publisher Limited. pp. 472. 2001.
- SCHOLZ, T.; KUCHTA, R. Parásitos Metazoarios de Peces Nativos y de Cultivo en Amazonia, Perú. Instituto de Parasitología, Academia de Ciencias de la República Checa, Gobierno Regional de la Región de Loreto, Universidad Nacional de Amazonia Peruana. Iquitos. pp. 95. 2005.
- SIPAÚBA-TAVARES, LH. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. São Paulo: FUNEP/UNESP Ed. 72 p. (Boletim Técnico nº 1). 1995.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. y MORAES, F. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município da Franca, São Paulo, Brasil. I. Protozoários. Revta. Brás. Zool. 18 (Supl. 1): 67-79. 2001a.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. y MORAES, F. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município da Franca, São Paulo, Brasil. II. Metazoários. Revta. Brás. Zool. 18 (Supl. 1): 81-95. 2001b.
- THATCHER, V., PAREDES, V. parasite copepod, *Perulernaea gamitana* gen. et sp. nov. (Cyclopoida: Lernaecidae), from the nasal fossae of a Peruvian food fish. *Amazoniana* 9:169-175. 1985.
- THATCHER, V. Amazon fish parasites. En: Melo De, J. y Junk, W. (Eds). *Amazoniana*, Manaus. 11 (3/4): 263-572. 1991.
- THATCHER, V. Aquatic Biodiversity in Latin America. Vol. 1. Amazon Fish Parasites. 2da. Ed. Bulgaria. 508. 2006.
- TORRES, J.; CASTILLO, O.; CORTÉZ, J. y FONTAINE, M. Prevalencia de trematodos monogenéticos branquiales en cachamas *Colossoma macropomum* de la Estación Piscícola Papelón. En: Universidad Nacional Experimental del Táchira. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. San Cristóbal. Resúmenes. pp. 51. 2002.
- VERJÁN, N.; IREGUI, C.; REY, A. y ESLAVA, P. Estudio de brotes de enfermedades en la cachama blanca *Piaractus brachypomus*: Diagnóstico y caracterización. Rev. Méd. Vet. Zoot. 48:48-56. 2001a.
- VERJÁN, N.; IREGUI, C.; REY, A. y DONADO, P. Sistematización y caracterización de las lesiones branquiales de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de cultivo clínicamente sana: algunas interacciones hospedador-patógeno-ambiente. Rev. AquaTIC. No.15. Obtenido de Word Wide Web: el 08/05/2008. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=132>] - 2001b.
- YANONG, R. Necropsy techniques for fish. Seminars in Avian and exotic pet medicine. 12(2):89-105. 2003.

MEJORA DEL PROCESO DE DESTILACIÓN ARTESANAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL

(Handcrafted distillation process improvement for ethanol production)

Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Cárdenas, Mayrin.; Carrero, Yvan; Alayón, Mario

Grupo Caña de Azúcar (GCA),
Laboratorio de Investigación en Ciencias Básicas e Ingeniería (LICBI),
Decanato de Investigación,
Universidad Nacional Experimental del Táchira,
San Cristóbal, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela,
Correo electrónico: grupo.c.azucar@gmail.com

RESUMEN

El estado Táchira posee una amplia trayectoria en el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar con fines paneleros, además de otros derivados como la melaza o el alcohol etílico. El etanol se produce de manera artesanal a partir de la fermentación de derivados de la caña de azúcar y es empleado para la elaboración de bebidas alcohólicas las cuales son comercializadas de forma clandestina hasta su legalización por decreto en el año 2007. Los métodos artesanales para obtener bebidas alcohólicas carecen de sistema de control o criterios de selección, lo que genera productos con contenidos de impurezas tóxicas (metanol) y bajas producciones. Para aumentar la calidad y el volumen de alcohol etílico obtenido, se realizaron modificaciones en un equipo de destilación ubicado en la población de Queniquea, municipio Sucre en el estado Táchira-Venezuela, los cambios consistieron en la instalación de un quemador comercial para regular el calor suministrado y un termómetro digital que permita obtener un registro detallado de los gradientes de temperatura. Adicionalmente se agregó una columna empacada con anillos Rasching, los cuales proporcionan una gran superficie interfacial entre el líquido y el gas favoreciendo la separación de los compuestos más volátiles, entre ellos el etanol. Con las modificaciones realizadas se obtuvieron muestras de etanol de grado alcohólico igual a 80 y aumento en el volumen de producto.

Palabras Clave: Caña de azúcar, destilación, etanol.

ABSTRACT

Sugar cane is an excellent raw material to obtain ethanol, the Táchira state land suitable for growing sugarcane, producing a large yield per hectare cultivated. Ethanol is produced clandestinely and craft from sugar cane derived fermentation, methods employed are lack of control process and quality control, which create products with toxic content of impurities (methanol) and low production. To increase the production volume and the quality of ethyl alcohol, modifications were made in distillation equipment located in Queniquea town, Sucre municipality in Táchira state; the changes included a semi-industrial burner installation to regulate the heat supplied and a digital thermometer to obtain detailed temperature gradients records. Additionally, Rasching rings were added to the column in order to provide a large surface interface between the liquid and vapour improving the more volatile compounds separation, including ethanol. With the changes made samples of ethanol were obtained with 80 percent purity and an increase in the volume obtained.

Key Words: Sugar cane, distillation, ethanol.

INTRODUCCIÓN

La producción artesanal de bebidas alcohólicas es uno de los sectores de mayor importancia en los andes Venezolanos, durante muchos años la elaboración de este tipo de bebidas ha sido una fuente de ingresos para muchas familias. La comercialización de este tipo de bebidas fue legalizada en el año 2007 siempre que en su elaboración predomine el trabajo manual, sean aptas para el consumo humano y la producción no supere los 20.000 L al año. (Gaceta oficial N° 5.852, decreto N° 5.618)

En Venezuela las tierras son aptas para el cultivo de la caña de azúcar y existe un gran rendimiento por hectárea cultivada, lo cual favorece al uso de sus derivados como materia prima para la elaboración de este tipo de bebidas. El proceso productivo se inicia en el campo con la siembra de la caña de azúcar, una vez que se ha logrado la maduración de la caña entre los 12 y 14 meses, se produce su cosecha, involucrando la labor agrícola del corte manual de la caña y su posterior transporte al trapiche para la elaboración de los productos derivados de esta gramínea, entre ellos el alcohol etílico. (Kirk y Othmer, 1998).

El etanol se obtiene a través de un proceso de fermentación y una destilación posterior. La fermentación se realiza por acción biológica de la levadura que transforman los azúcares (glucosa, fructosa y galactosa), contenidos en los derivados del procesamiento de la caña, en etanol y dióxido de carbono (CO_2), además de otros productos como butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico (Reyes *et al.* 2004). El proceso fermentativo ocurre en un período de 12 a 48 horas y se genera un fermentado entre 8°-15° GL (ECOPETROL, 2005).

El etanol y el agua forman una mezcla azeotrópica, la cual es una mezcla líquida que tiene un máximo o un mínimo en los puntos de ebullición, en relación a los puntos de ebullición de sus componentes puros. El vapor de una mezcla azeotrópica tiene exactamente la misma composición que el líquido, por lo tanto hierve a una temperatura constante. La mezcla azeotrópica formada por el etanol y el agua tiene un punto de ebullición de 78,2 °C, inferior al punto de ebullición del agua (100 °C) y al del alcohol etílico (78,3 °C), siendo una mezcla de punto de ebullición mínimo. Usando técnicas normales de destilación, el etanol solo puede ser purificado hasta aproximadamente un 95 % en masa. (Paz y Molina, 2007).

En los procesos de destilación es común emplear las columnas de relleno también llamada lecho empacado,

donde un relleno inerte se emplea para proporcionar una gran superficie de contacto entre el vapor que asciende por una columna y el líquido que desciende por condensación de aquellos compuestos menos volátiles. (Treybal, 1981).

En esta investigación se planteó como objetivo principal la mejora de un proceso de destilación artesanal con la finalidad de aumentar la producción de alcohol etílico y obtener un producto libre de compuestos tóxicos (metanol). El equipo de destilación al cual se le realizaron las modificaciones pertenece a una cooperativa, la cual esta gestionando la permisología para la producción de alcohol etílico artesanal, ubicada en la población de Queniquea, municipio Sucre en el estado Táchira-Venezuela.

MÉTODO

Modificaciones realizadas

Las modificaciones realizadas consistieron en la instalación de un quemador comercial para regular el calor suministrado permitiendo que los distintos compuestos que se obtienen en la fermentación puedan ser separados de acuerdo a un rango de temperatura establecido con base en sus puntos de ebullición, seleccionando de esta forma el producto deseado con un alto grado de pureza. Para obtener un registro detallado de los gradientes de temperatura se instaló en la parte superior del destilador un termómetro digital, con almacenamiento de valores máximos y mínimos el cual permite definir el rango de temperatura en el cual se realizará la recolección del destilado, así como establecer el punto final del proceso de destilación.

Se agregó una columna empacada con anillos Rasching en el conducto de salida de los vapores, para favorecer la separación de los compuestos más volátiles, entre ellos el etanol, con el fin de incrementar la pureza del alcohol etílico. Tomando en cuenta la capacidad del destilador y las características del proceso, los cálculos arrojaron un volumen de relleno de aproximadamente 33 L, siendo el material seleccionado policloruro de vinilo, el cual se adapta a las condiciones de operación (temperatura y presión) y es inerte a los compuestos separados en la destilación.

Destilación

- Para apreciar el impacto de los cambios realizados en el equipo de destilación se evaluó el proceso operándolo inicialmente sin las modificaciones planteadas, sólo con la instalación del termómetro digital, posteriormente el equipo se operó con el nuevo sistema de calentamiento

(quemador comercial) y por el último se realizó el proceso de destilación con todas las modificaciones planteadas, es decir añadiendo el empaque en la columna de salida de los vapores.

Cada uno de los procesos de destilación realizados se llevó a cabo siguiendo los pasos que se presentan a continuación:

- Adicionar el fermentado en el destilador, empleando para cada prueba un volumen aproximado de 200L
- Abrir la válvula para el paso del agua de enfriamiento que va al condensador.
- Encender el sistema de calentamiento a su máxima capacidad.
- Observar el incremento de la temperatura a medida que transcurre el tiempo, empleando para ello el termómetro digital.
- Desechar el destilado obtenido antes de 76 °C aproximadamente.
- Cuando el termómetro indique una temperatura cercana a 76 °C se debe tomar las medidas pertinentes para realizar la recolección del destilado.
- Una vez estabilizada la temperatura, entre 78-79 °C aproximadamente. Todo el destilado obtenido a partir de los 78 hasta 95°C se almacena.
- Detener la recolección de destilado cuando el termómetro indique una temperatura mayor a los 95 °C.
- Apagar el sistema de calentamiento.

- Determinar la concentración de las distintas fracciones obtenidas.
- Detener el paso del agua de enfriamiento.
- Vaciar el destilador, una vez enfriada la solución residual.

Determinación del grado alcohólico.

La concentración de alcohol en cada una de las muestras obtenidas en los distintos procesos de destilación se determinó empleando un alcoholímetro de vidrio, que usa como principio la flotabilidad por diferencia de densidad, el cual se sumerge en la solución de alcohol-agua y en su escala se lee directamente el grado alcohólico aproximado.

Análisis de espectroscopia infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR)

Los espectros de FTIR se registraron en un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 2000. Los espectros de FTIR de las muestras de etanol fueron tomados como películas entre ventanas de NaCl en una celda para líquidos.

RESULTADOS

En la tabla 1, se presentan los datos obtenidos al operar el equipo de destilación original y con las modificaciones realizadas.

Tabla 1. Datos de operación y resultados obtenidos en los procesos de destilación de los fermentados

	Sin modificaciones	Con relleno	Con relleno y quemador
Volumen de fermentado (L)	200	200	200
Tipo de quemador	Artesanal (Queniquea)	Artesanal (Queniquea)	Comercial
Tiempo de salida de la primera fracción (min)	30	53	137
°GL de la primera fracción	70	73	80
Temperatura de salida primera fracción (°C)	76	79,5	79,8
Tiempo total de operación (min)	84	110	342
Temperatura final de operación (°C)	95	95	95,5
°GL de la última fracción.	38	45	20
Volumen total de alcohol obtenido (L)	35	35	41
°GL de la mezcla final	47,1	47,2	47,3
Observaciones: Sabor amargo en la última muestra	Presente	Presente	Ausente

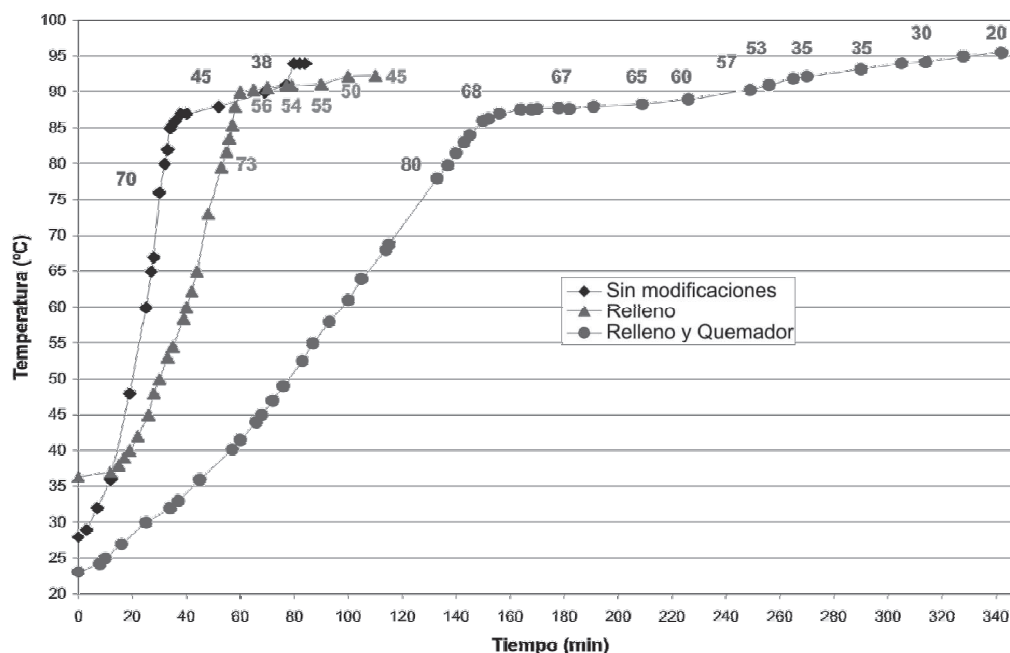


Figura 1. Variación de la temperatura y grados alcohólicos de algunas muestras de destilado con respecto al tiempo

La figura 1, representa el desarrollo de los procesos de destilación realizados, específicamente la temperatura de destilado en función del tiempo, y los grados alcohólicos de las distintas muestras tomadas durante los procesos de destilación.

Con el propósito de corroborar si los cambios efectuados en el destilado generaron un producto de

mayor calidad, en función del contenido de etanol (como componente principal de la bebida alcohólica) y metanol (componente tóxico no deseado), se llevó a cabo un análisis por Espectroscopía Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), a una serie de muestras de destilados; recogidas a diferentes temperaturas de destilación, figuras 2, 3 y 4.

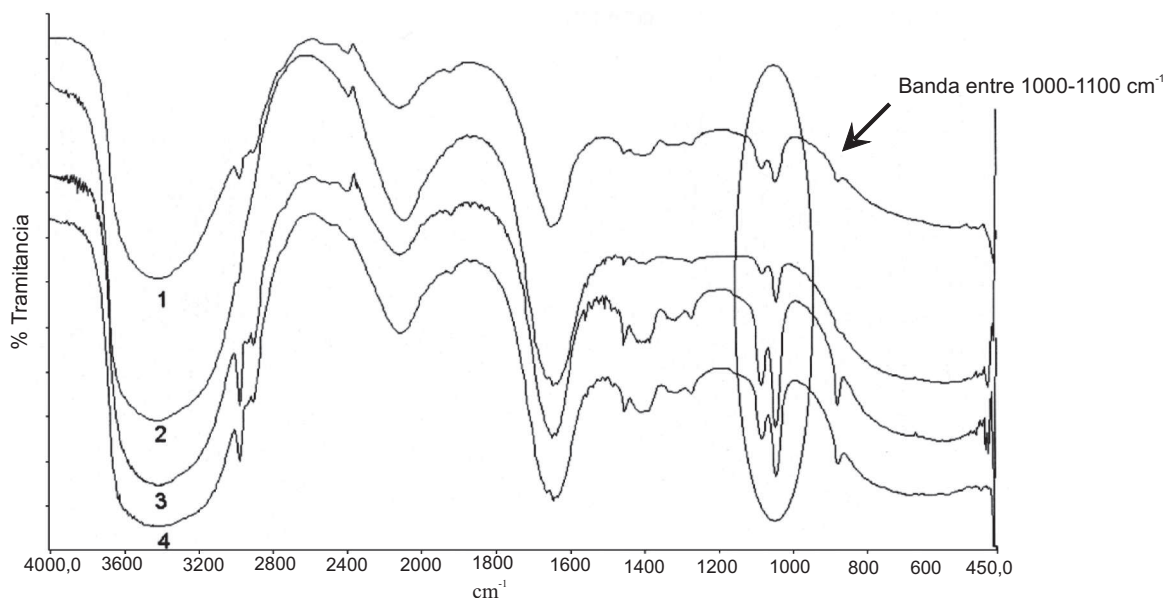


Figura 2. 1) Espectro de FTIR tomado a una fracción de destilado a la temperatura 68 °C; 2) Espectro de FTIR tomado a una fracción de destilado a la temperatura 70 °C; 3) Espectro de FTIR tomado a una fracción de destilado a la temperatura 76 °C; 4) Espectro de FTIR tomado a una fracción de destilado a la temperatura 78 °C

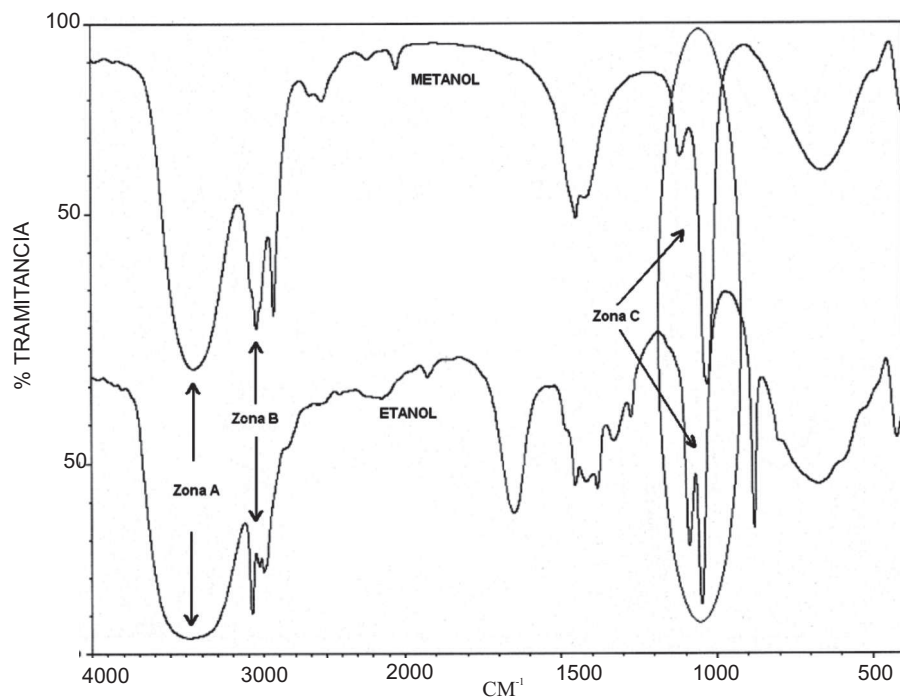


Figura 3. Espectros de FTIR de muestras puras de metanol y etanol respectivamente

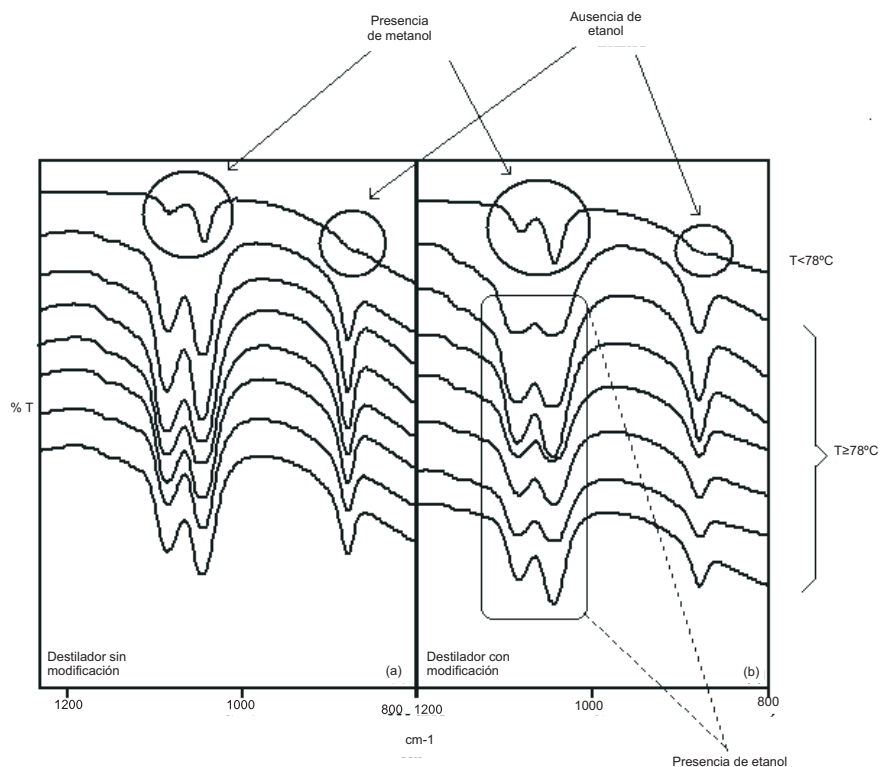


Figura 4. Comparación de la zona ampliada entre 800 – 1200 cm^{-1} de los Espectros de FTIR correspondientes a las fracciones de destilados a diferentes temperaturas, que aumentan de arriba hacia abajo en la figura; (a) destilador sin modificación y (b) destilador con modificación

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 1 se observa que el tiempo de obtención de la primera fracción de destilado en el equipo original, es menor, debido a la gran cantidad de calor suministrada por el quemador artesanal. El empleo de este quemador genera una evaporación rápida de los distintos compuestos formados en el proceso de fermentación, impidiendo de esta forma la separación eficiente del alcohol etílico, ya que la temperatura aumenta prácticamente de manera continua sin poder apreciar los distintos puntos de ebullición. (Leal *et al.* 2007).

Cuando se emplea el lecho empacado, usando el sistema de calentamiento artesanal, se aprecia un incremento en el tiempo de obtención de la primera fracción, debido a la restricción que ofrece el empaque al flujo de los vapores de la destilación. Los anillos Rasching incrementan la pureza del destilado obtenido como consecuencia de la condensación de los compuestos menos volátiles que el etanol, entre estos el agua, aspecto que puede apreciarse en el grado alcohólico de la fracción obtenida.

El uso del quemador comercial y la presencia del relleno aumenta el tiempo de recolección de la fracción de destilado de manera considerable, incrementando también el grado alcohólico del producto obtenido; esto obedece a un suministro inferior de energía por parte del quemador comercial, permitiendo una evaporación controlada lo que facilita la separación de los compuestos en orden de volatilidad, de allí el alto grado de alcohol obtenido en la primera fracción.

En los procesos de destilación realizados en los cuales se utilizaba el sistema de calentamiento artesanal, las últimas fracciones obtenidas presentaron un sabor amargo que no es característico de las soluciones de alcohol etílico, lo que disminuye el valor agregado del producto. El sabor de las últimas fracciones obtenidas puede ser motivado a la presencia de otros compuestos, (como aldehídos, ésteres, alcoholes superiores, etc) en los productos de destilación, debido en gran parte al calor excesivo suministrado por el quemador artesanal, que dificulta una separación eficiente de los compuestos de interés (Leal *et al.* 2007).

Para los dos primeros procesos de destilación (Figura 1) los intervalos de recolección de fracciones son bastante cortos, ya que se detuvo cuando las fracciones poseían un grado alcohólico entre 38-45 motivado a la presencia de un sabor amargo en dichas muestras. Este aspecto impide la obtención de una mayor cantidad de producto ya que la presencia de este sabor afecta directamente su calidad.

En el proceso de destilación realizado con las modificaciones propuestas se observa un grado alcohólico mayor en el producto, en comparación con los resultados obtenidos para los restantes procesos de destilación. Cabe destacar que ninguna de las fracciones obtenidas para esta destilación presentó el sabor amargo mencionado en los anteriores procesos, de allí que fuera posible recolectar muestras hasta un valor de grado alcohólico igual a 20, lo que implica una mayor cantidad de destilado recolectado. Al analizar los resultados se observa que la adaptación del quemador comercial, el lecho empacado y el termómetro digital ha permitido incrementar el control del proceso, volumen de etanol obtenido, y la calidad del producto.

En estudios preliminares se observó que los espectros de FTIR de muestras de destilado a temperaturas entre 68 y 70 °C, reflejan un alto contenido de metanol (Espectros 1 y 2, figura 2), mientras que en las fracciones de destilado obtenidas a una temperatura superior a los 70 °C (Espectros 3 y 4, figura 2) no se observa la presencia de metanol. Hecho que se puede evidenciar en los espectros de FTIR (Figura 2) en el rango de número de onda entre 1000 cm^{-1} y 1100 cm^{-1} , y en el pico ubicado en 900 cm^{-1} aproximadamente; donde este último corresponde exclusivamente a la muestra de etanol (ver espectro de etanol puro, figura 3).

A diferencia del rango entre los 1000 - 1100 cm^{-1} donde aparecen dos bandas de absorción, que indican tanto la presencia de etanol como metanol; pero con ciertas diferencias, ya que en el primero la intensidad de los picos son muy similares y en el segundo la relación de intensidad de estos picos es variable; tal y como se aprecian en los espectros de FTIR de las muestras de etanol y metanol puras (figura 3). Además, nos permite confirmar que las muestras recogidas durante la destilación se encontraban presentes metanol y etanol.

Es importante resaltar, que en los espectros 1 y 2 (figura 2) no se aprecia claramente la banda a 880 cm^{-1} , siendo esto un indicador de que el etanol no está presente en ese momento de la destilación; lo que conlleva a decir, que todo lo que se destile a temperaturas por debajo de los 78°C se debe desechar.

Por otra parte, se puede decir que las absorciones características de los alcoholes en el infrarrojo se visualizan en las siguientes zonas:

- Banda alrededor de los 3300 cm^{-1} , la cual corresponde a la tensión de los enlaces -O-H y se debe a que las moléculas del alcohol están fuertemente atraídas entre ellas por puentes de hidrógeno, con diferentes reordenamientos en cada instante. Las frecuencias de tensión -O-H reflejan esta diversidad de reordenamientos de los enlaces de hidrógeno, lo que

hace que las absorciones se produzcan en un amplio rango de números de onda en torno a 3300 cm^{-1} (Zona A, figura 3).

- Banda alrededor de 3000 cm^{-1} , corresponde a la tensión de los enlaces C-H saturados (Zona B, figura 3).
- Banda alrededor de 1050 cm^{-1} , la cual corresponde a una fuerte absorción de tensión en los enlaces C-O (Zona C, figura 3) (Wade, 2003).

Dichas afirmaciones corroboran que las muestras recogidas durante la destilación del jugo de caña de azúcar, indican la presencia de un alcohol (etanol).

Para continuar con la investigación de cuáles y en qué grado de pureza se obtienen los productos de la fermentación del jugo de caña de azúcar, se llevó a cabo posteriores destilaciones con ciertas modificaciones al sistema; encontrándose que los resultados obtenidos por espectroscopía FTIR coinciden con los alcanzados previamente; es decir, que las fracciones destiladas a temperaturas por debajo de los 78°C , tanto en el destilador sin modificación como en el equipo de destilación con la columna de empaquetamiento, se encuentra presente el metanol, debido a que en los espectros de FTIR (figura 4) no se observa la banda a 880 cm^{-1} correspondiente al etanol y que en la zona entre los $1000 - 1100\text{ cm}^{-1}$ se aprecia claramente que la relación de las bandas características de dicha zona del espectro son muy similares a las observadas en el espectro del metanol (figura 3).

En la figura 4 (b) también se puede visualizar que en los espectros de FTIR a una temperatura igual ó mayor a los 78°C , las bandas de absorción en la zona de los 1050 cm^{-1} corresponden exclusivamente a las del etanol (figura 3).

CONCLUSIONES

El uso del termómetro digital permite establecer los criterios para la selección del destilado, de acuerdo a los puntos de ebullición de los distintos compuestos presentes en el fermentado.

El empleo del quemador comercial permite un mayor control del proceso de calentamiento lo que facilita el cumplimiento de los criterios de selección del destilado.

El lecho empacado de anillos Rasching causa un incremento en los grados alcohólicos de las distintas fracciones obtenidas durante la destilación.

Los estudios de FTIR revelan la presencia de metanol a temperaturas de destilación por debajo de los 78°C , y por encima de esta ya no se obtiene residuos de dicho compuesto.

El estudio de espectroscopía FTIR realizado al condensado obtenido en el equipo de destilación con la columna de empaquetamiento revela la presencia de etanol a una temperatura de 78°C .

El empleo del quemador comercial, el lecho empacado y el termómetro digital permite el incremento de la producción del destilador artesanal, además de elevar la calidad del alcohol obtenido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ECOPETROL. Bioetanol por fermentación del jugo de caña de azúcar y melazas como aditivo oxigenante de la gasolina. Colombia. 2005.
- KIRK, R y OTHMER, D. Enciclopedia of Chemical Technology. Cuarta edición. México. Watcher. 401. 1998.
- LEAL, I.; MIQUILENA, R. y GUILLEN, H. Evaluación del proceso de destilación del cocuy de pecaya a partir de la composición de los volátiles mayoritarios. Multiciencias. 7(2):181-189.2007.
- PAZ, I. y MOLINA, M. Destilación: Determinación del grado alcohólico del vino. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 2007.
- República Bolivariana de Venezuela. Gaceta oficial N° 5.852, decreto N°5.618. Decreto con rango, valor y fuerza de ley de reforma de la ley de impuesto sobre alcohol y especies alcohólicas.
- REYES, A.; PARDO, V.; JARAMILLO, L.; CASTAÑO, J.; GARCÍA, J. Producción de alcohol a base de caña. Universidad de los Andes. Colombia. 2004.
- TREYBAL, R. Operaciones de transferencia de masa. Segunda edición. México. Mc. Graw-Hill. 472. 1981.
- WADE, L. Química Orgánica. Quinta Edición. Pearson. Prentice Hall. España. 504. 2003.

COMPLEJIDAD ESTADÍSTICA EN SERIES TEMPORALES: APLICACIÓN A SEÑALES EEG

(Statistical complexity in time series: Application to EEG signals)

¹Escalona-Morán, M.; ²Molina, L. A.; ²Cosenza, M. G.

¹Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos IFISC (CSIC-UIB),
Campus Universitat de les Illes Balears, E-07122 Palma de Mallorca, España,

²Centro de Física Fundamental, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela,
Correo Electrónico: miguelangel@ifisc.uib-csic.es

RESUMEN

Se presenta un método para calcular la complejidad estadística en series de tiempo haciendo uso de la noción de complejidad introducida por López-Ruiz *et al.* en 1995. Se aplica esta medida de complejidad a series de tiempo de sistemas dinámicos no lineales. La utilidad de este método se muestra en el análisis de señales electroencefalográficas. Se obtiene la evolución temporal de la complejidad de registros electroencefalográficos de un paciente epiléptico y de un sujeto sano y se muestra que la patología epiléptica está asociada con un nivel de complejidad menor en comparación con la que corresponde a un sujeto sano.

Palabras Clave: Complejidad, análisis de series de tiempo, señales EEG

ABSTRACT

We present a method to compute the statistical complexity of time series by using the notion of complexity introduced by Lopez-Ruiz *et al.* in 1995. This measure of complexity is applied to time series from nonlinear dynamical systems. The usefulness of this method is shown in the analysis of electroencephalographic records from an epileptic patient and from a healthy subject. By the use of this method, it is constructed the time evolution of the complexity of electroencephalographic records showing that the epileptical pathology is asociated to a lower level of complexity in comparison to that corresponding to a healthy subject.

Key Words: Complexity, time series analysis, EEG signals

INTRODUCCIÓN

El estudio de las propiedades macroscópicas emergentes, tanto espaciales como temporales, en sistemas de elementos dinámicos no lineales que interactúan entre sí, es un foco de mucha interés en la literatura científica reciente. La observación de comportamientos colectivos ordenados que surgen en una gran variedad de estos sistemas indican que sus comportamientos son, en general, no triviales y que además presentan características universales, independientemente del contexto, las cuales no pueden derivarse a partir del conocimiento de las propiedades de los elementos constituyentes. Fenómenos como la formación espontánea de estructuras, patrones espaciales, sincronización y oscilaciones colectivas, ondas espirales, segregación y diferenciación, y crecimiento de dominios y de interfaces, son ejemplos de procesos de auto-organización que ocurren en diversos sistemas, tales como sistemas físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos, etc. Estos efectos colectivos son el resultado de la interacción y cooperación entre los elementos constituyentes de un sistema. El concepto general de sistemas complejos se ha aplicado a estos conjuntos de elementos capaces de generar estructuras o funciones globales ausentes a nivel local.

Los fenómenos emergentes en sistemas complejos pueden exhibir propiedades universales, independientemente de los detalles del sustrato en el cual éstos se expresan. Consideremos, por ejemplo, las reglas que gobiernan las operaciones aritméticas elementales. Estas reglas no varían dependiendo del sistema físico (un computador) o biológico (un cerebro) en el cual se manifiestan, y por lo tanto son lógicamente independientes de las leyes físicas que los rigen. Igualmente, un fluido turbulento y un cerebro son claramente muy diferentes a nivel microscópico, pero ambos comparten un rasgo importante: presentan la imposibilidad de predecir la riqueza de sus dinámicas por mera extrapolación del comportamiento de sus unidades básicas.

En este estudio se hace uso de herramientas de la dinámica no lineal para investigar la evolución de los niveles de complejidad en series temporales. Diversas definiciones operativas de complejidad han sido propuestas para cuantificar el grado de complejidad de un sistema (Kolmogorov, 1965; Chaitin, 1990; Lempel, y Ziv, 1976; Bennett, 1988; Grassberger, 1986), dependiendo de los aspectos colectivos o funcionales que se intentan caracterizar. En los últimos años, (López-Ruiz *et al.* 1995) propusieron una medida de

complejidad estadística que refleja la complejidad estructural de un sistema y que resulta sencilla de calcular en la mayoría de los casos. La noción de complejidad LMC ofrece un novedoso punto de vista basado en la descripción estadística de los sistemas a una escala dada. En este esquema, el conocimiento de las leyes físicas que gobiernan la evolución dinámica en la escala específica debe ser usado para encontrar los estados accesibles de un sistema y su distribución de probabilidad. Este proceso indicaría el valor de la complejidad. En esencia, la complejidad LMC es una interpolación entre la información almacenada por el sistema y la distancia a la equipartición (medida de una jerarquía probabilística entre las partes observadas) de la distribución de probabilidad de sus estados accesibles. Su principal cualidad consiste en proveer un concepto intuitivo de complejidad, el cual ha demostrado ser satisfactorio para discernir situaciones reconocidas como complejas.

MÉTODO

Medida de complejidad LMC

Asumamos que a una cierta escala de observación, o nivel de descripción, un sistema posee N estados accesibles $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ y una distribución de probabilidad correspondiente $\{p_1, p_2, \dots, p_N\}$. (Shannon y Weaver, 1949) demostraron, bajo las más elementales normas de consistencia, que la única función que da cuenta de la información almacenada en tal sistema es

$$H = -k \sum_{i=1}^N p_i \log p_i \quad (1)$$

donde k es una constante. Es sencillo determinar que la información H contenida en un cristal ordenado es $H_{\text{cristal}} \approx 0$ mientras que un gas aislado térmicamente tiene una distribución equiprobable, $p_i = 1/N$, y entonces $H_{\text{gas}} \approx -k \log N$; lo cual representa la máxima información posible para un sistema de N estados. Cualquier otro sistema tendrá una cantidad de información intermedia entre estos extremos de orden y desorden.

López-Ruiz, *et al.* 1995 introdujeron el concepto de desequilibrio de un sistema como una medida de la distancia de su distribución de probabilidad a la distribución equiprobable, definida como

$$D = \sum_{i=1}^N \left(p_i - \frac{1}{N} \right)^2 \quad (2)$$

Esta función de desequilibrio D es máxima para un cristal perfecto y se anula para un gas ideal. Se ha demostrado que en sistemas aislados fuera de equilibrio, la función D decrece con el tiempo (Perakh 2004).

La complejidad de un sistema resulta de la competencia entre estas dos cantidades. López-Ruiz *et al.* 1995, definen la complejidad estadística de un sistema como el producto de la cantidad de información almacenada en el sistema y su desequilibrio,

$$C = H \cdot D$$

$$= -k \sum_{i=1}^N p_i \log p_i \times \sum_{i=1}^N \left(p_i - \frac{1}{N}\right)^2 \quad (3)$$

Esta definición concuerda con las propiedades que, de manera intuitiva, debería poseer la caracterización de la complejidad de un sistema; ya que $C \rightarrow 0$ para sistemas ubicados en los extremos de orden o de desorden (cristal perfecto o gas ideal), mientras que cualquier otro sistema con comportamiento intermedio tendrá $C > 0$. En esencia, la complejidad LMC es una interpolación entre la información almacenada en el sistema y su distancia a la equipartición de la distribución de probabilidad de sus estados accesibles. Esta medida de complejidad se ha calculado analíticamente para varios modelos de sistemas físicos, tanto con distribuciones de probabilidad continuas como discretas (Calbet *et al.* 2001).

Nótese que el valor de la complejidad LMC de un sistema depende de la escala de observación, la cual determina el número de estados observables del sistema. Por ejemplo, una célula observada desde una distancia muy grande puede describirse como un punto, el cual posee complejidad cero; sin embargo, a una distancia adecuada se pueden apreciar estructuras internas que producen comportamientos colectivos emergentes, por lo tanto, la complejidad asociada a este sistema tendrá un valor mayor que cero. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que los valores de la complejidad LMC están definidos con un factor de escala dado por la constante k . Por lo tanto, lo que tiene relevancia para caracterizar un sistema son los valores relativos de la complejidad LMC.

Procesamiento de series temporales

Una serie de tiempo está dada por un conjunto de observaciones ordenadas cronológicamente, que representan los cambios de una variable. Dicha variable

puede ser el resultado de un gran número de procesos que se llevan a cabo dentro de un sistema. Ejemplos de este tipo de variables los encontramos en economía, física, química, biología, medicina, etc.

Podemos clasificar las variables de dos maneras, activas y pasivas. Las variables activas son aquellas que forzan al sistema a cambiar su estado y por tanto juegan un rol importante en el desempeño del sistema bajo estudio, este tipo de variable se conoce también como parámetro. Las variables pasivas son aquellas que dependen de otras variables o parámetros, por lo que su cambio es el resultado de algún otro proceso dentro del sistema. Los mapas iterativos son un ejemplo de ambas variables. Una variable pasiva se hace iterar bajo el dominio de una variable activa o parámetro; un cambio en el valor del parámetro puede derivar en un cambio en el comportamiento de la variable pasiva.

A continuación se presenta un método para calcular los niveles de complejidad en un sistema con ambos tipos de variables. Para poder realizar la medida de complejidad LMC en una serie de tiempo, es necesario:

1. Definir el número de estados observables N del sistema, el cual determina la escala de observación.
2. Conocer la distribución de probabilidades del sistema para el número de estados o escala dada.
3. Calcular la complejidad por medio de la Ec. 3. Este esquema dará como resultado el valor de la complejidad para toda la serie de tiempo, lo que es interesante en casos donde se tiene una gran cantidad de series de tiempo con diferentes valores de parámetros. Tal es el caso de los diagramas de bifurcación (Figura 1), en el que existe una serie de tiempo para cada valor de parámetro.

Si se desea conocer la evolución de los niveles de complejidad a lo largo del registro, podemos realizar el mismo proceso en fracciones sucesivas del registro, lo que añade un nuevo parámetro: el tamaño de la ventana de tiempo tv donde se realizará el cálculo.

El conocimiento de las leyes físicas que rigen el sistema bajo estudio nos ayuda a estimar los parámetros necesarios para realizar el cálculo de la complejidad. Sin embargo, en algunos sistemas, es posible que tengamos que realizar estudios adicionales para determinar estos parámetros. Existe una forma sencilla de obtener un valor aproximado de estos parámetros.

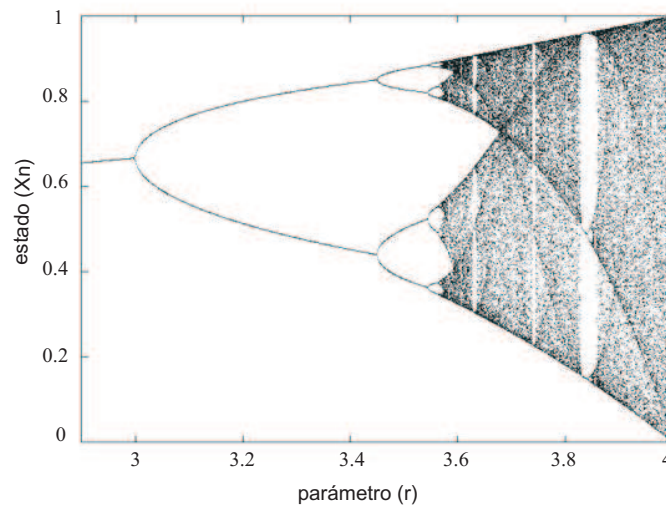


Figura 1. Diagrama de bifurcación del mapa logístico.

1. Número de estados N . El número de estados se refiere a la cantidad de estados que pueden ser visitados por algún valor de la serie de tiempo en su totalidad. Este número depende de la escala de observación, por ejemplo, si $N = 1$, el sistema se está observando a una distancia muy grande, en la que no se nota detalle alguno, por el contrario si $N \rightarrow \infty$ no se logrará observar la dinámica del sistema y la susceptibilidad al ruido será muy alta. En nuestro caso, un gráfico de la complejidad en función de N bastará para definir un valor.
2. Tamaño de la ventana tv . El tamaño de la ventana corresponde al intervalo de tiempo utilizado para realizar una medida de complejidad. Éste intervalo debe ser lo suficientemente grande para incluir la dinámica del sistema.

Aplicación a señales EEG

El cerebro humano está compuesto por más de 1010 neuronas, cada una recibe impulsos eléctricos (conocidos como potenciales de acción) de las otras neuronas por medio de una sinapsis y envía señales de salida a un número similar de neuronas (Shatz, 1981). Cuando una red de neuronas se encuentra activa, ésta produce una diferencia de potencial que puede ser capturada por un electroencefalograma (EEG). Las señales EEG representan el registro de la actividad neurológica como una función del tiempo. La estructura del EEG representa la actividad entre grandes grupos de neuronas, lo que convierte al EEG en una variable pasiva que contiene información de una gran cantidad de

elementos básicos (neuronas). Muchos investigadores han utilizado métodos de la dinámica no lineal en las aplicaciones médicas. Esto se debe a la habilidad de explicar algunos mecanismos no evidentes de la función cerebral (Babloyantz y Destexhe 1986). La epilepsia es un desorden cerebral caracterizado clínicamente por perturbaciones de la función cerebral que a pesar de ser de corto tiempo, son recurrentes. Estos episodios de perturbación son conocidos como crisis epilépticas y pueden estar asociados con pérdida de la conciencia o un comportamiento anormal. Algunos estudios han mostrado la presencia de no linealidad en señales EEG adquiridas en pacientes epilépticos. Casdagli *et al.* 1996 reportó la presencia de no linealidad en registros EEG invasivos en regiones epilépticas de pacientes patológicos. (Palus, 1996), (Thelier y Rapp, 1996) mostraron la presencia de dinámicas no lineales en los EEG de sujetos normales.

Base de datos

El registro de las señales EEG se realizó en 19 canales a partir de electrodos adheridos a la superficie de la cabeza del paciente con pasta conductora, en los sitios establecidos por el sistema internacional 10-20, midiéndose la diferencia de potencial respecto a una referencia constituida por ambas orejas cortocircuitadas. Se digitalizó la señal a una frecuencia de muestreo de 256 Hz y conversión A/D de 12 bits, filtrada digitalmente entre 0,5 y 30 Hz. Se seleccionaron para el análisis, registros de tiempo variable de actividad en reposo de un sujeto sano y un paciente epiléptico

cuyo registro incluye algunos instantes antes y durante una crisis convulsiva espontánea. En la figura 6a se muestra el canal T4-Ref del EEG de un sujeto sano y en la figura 6c se muestra el canal C4-Ref del EEG de un paciente epiléptico antes y durante una crisis convulsiva. Los registros fueron proporcionados por un consultorio privado de la ciudad de Barquisimeto, Venezuela.

RESULTADOS

Mapa logístico

Nuestro primer estudio se realizó utilizando el mapa logístico,

$$x_{n+1} = r \times (1 - x_n) \quad (4)$$

ecuación que se aplica principalmente a problemas de crecimiento poblacional de especies animales o semejante índole. Siguiendo el esquema descrito anteriormente, hallamos el número de estados observables. Para ello hemos graficado el valor de la complejidad para diferentes cantidades de estados observables, figura 2. En este gráfico observamos como varía el valor de la complejidad a medida que N aumenta. Para un $N \rightarrow 1$, la complejidad es casi nula. La complejidad se incrementa a medida que N se hace mas grande, lo que quiere decir que la escala de

observación es muy pequeña. Sin embargo, para $N > 200$ la complejidad disminuye su nivel de variación y comienza a tener un crecimiento más regular. Esto nos indica que hemos alcanzado un valor de N capaz de resolver cerca del total del estados accesibles del sistema, por lo que el cálculo de la complejidad en este rango de parámetros será satisfactorio. El criterio básico para la elección de un N fijo consiste en verificar que la variación de la complejidad entre un N dado y el siguiente no sea muy grande. Para los cálculos siguientes, se ha considerado $N > 400$. Ahora bien, dado el número de estados, se puede obtener la distribución de probabilidades para este nivel de observación, y por tanto se puede calcular el valor de la complejidad. En la parte superior de la figura 3, se muestra un detalle del diagrama de bifurcación del mapa logístico. En esta figura, se observa la transición de caos a período tres y luego, la transición progresiva de período tres al caos. Esta transición es considerada uno de los ejemplos más conocidos en teoría de caos que muestra a un sistema que pasa de un estado periódico a un estado caótico, donde los niveles de complejidad deben ser mayores que 0. En la parte inferior de la figura 3 se muestra la variación de los niveles de complejidad para cada valor de parámetro y se observa efectivamente que la complejidad aumenta a medida que se incrementa la cantidad de períodos en el sistema, hasta que el sistema se vuelve caótico.

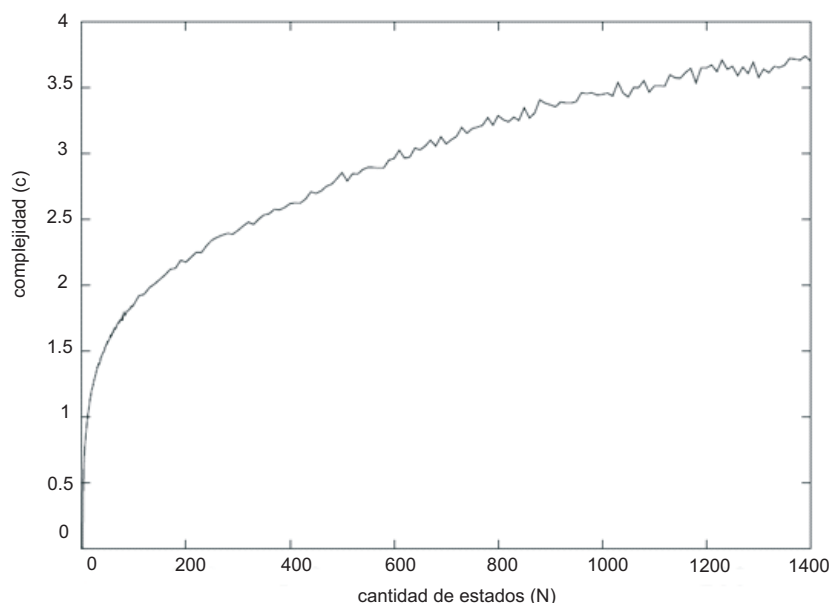


Figura 2. Variación de los niveles de complejidad con respecto a la cantidad de estados para una órbita caótica del mapa logístico.

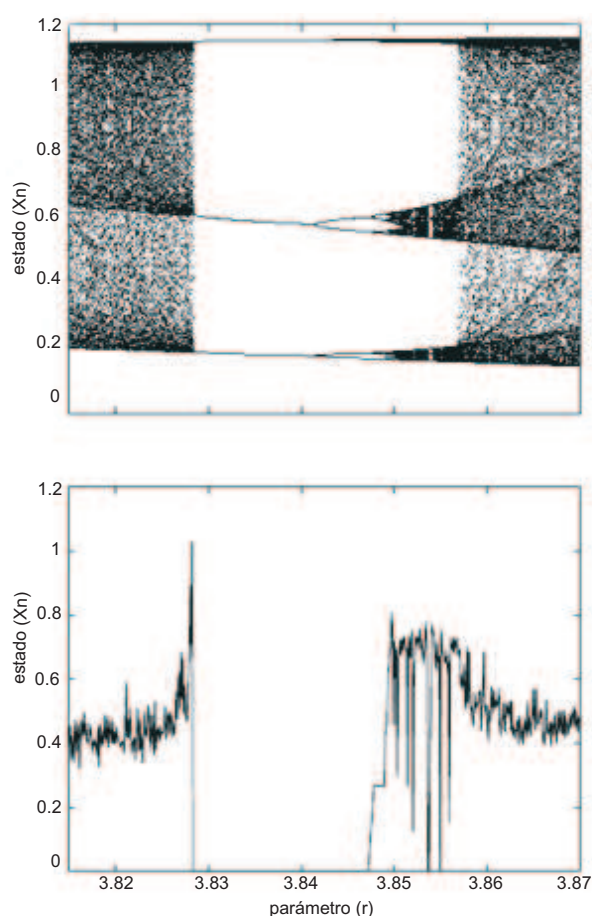


Figura 3. Arriba: Detalle del diagrama de bifurcación mostrado en la figura 1.

Abajo: se muestran los niveles de complejidad para las diferentes regiones de la figura superior.

Señales Electroencefalografías

Los registros EEG han sido analizados siguiendo el esquema de ventanas de tiempo, de este modo los análisis se realizaron en un solo canal y no en el conjunto de canales del registro EEG. Los canales fueron elegidos con la ayuda de un médico especialista que determinó cuales canales poseen menor cantidad de ruido y por tanto cuales son susceptibles al estudio. Como se realizó anteriormente, es imprescindible obtener un valor apropiado para N . La variación de la complejidad con respecto a la cantidad de estados se muestra en la figura 4.

La línea gruesa de la figura 4 muestra la variación de la complejidad con respecto a N para un sujeto sano mientras que la línea fina muestra el mismo gráfico para un paciente con crisis epiléptica. Procediendo de la misma manera que en el mapa logístico, $N=600$

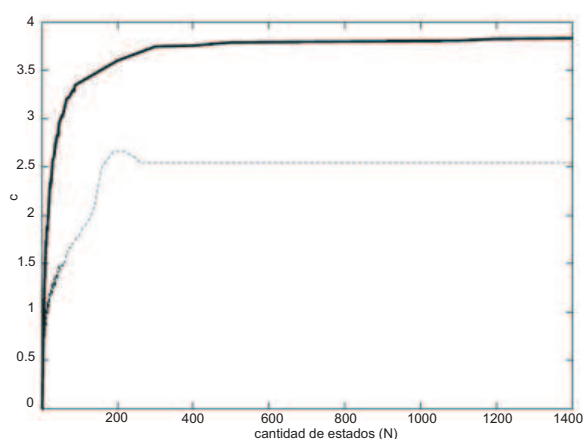


Figura 4. Complejidad con respecto al tamaño de ventana. La línea gruesa corresponde a un sujeto sano, mientras que la línea fina corresponde a un paciente epiléptico.

ha sido seleccionado para los cálculos siguientes. En el caso de los EEG, se desea conocer los diferentes niveles de complejidad en los diferentes estados del electroencefalograma, esto es, la variación de la complejidad en el tiempo. Para ello, debemos establecer un tamaño de ventana de tiempo o fracción del registro, en el cual realizaremos el cálculo de la complejidad. Para determinar el tamaño adecuado, mostramos a continuación la variación de la complejidad media con respecto al tamaño de la ventana (Figura 5).

En esta figura se observa un comportamiento similar al presentado en la figura 2 y 4, nuestro criterio de selección será por tanto similar al usado para la cantidad de estados. Nótese que al elegir un tamaño de ventana, para el caso de registros EEG, debe considerarse la no estacionariedad de la señal, sólo algunos segundos pueden ser considerados como estacionarios (Jiaw *et al.* 2005). Considerando el valor de la complejidad y el análisis de un médico especialista, el tamaño de la ventana se fijó en 1600, lo que equivale a unos 6,25 segundos de registro. Finalmente, la figura 6 muestra la evolución de la complejidad en un sujeto sano y en un paciente epiléptico que experimenta una crisis convulsiva en un instante indicado.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los análisis realizados para determinar el valor de N en cada sistema, i.e., mapa logístico y señales EEG, no ofrecen de manera directa el número exacto de estados accesibles del sistema, en su lugar, este tipo de análisis

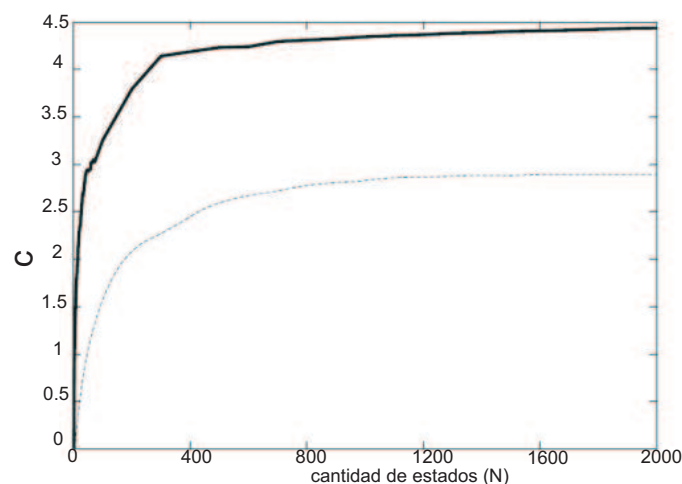


Figura 5. Complejidad con respecto al tamaño de ventana. Línea gruesa para un sujeto sano, línea fina para un paciente epiléptico

nos ofrece un rango de valores bastante amplio en el que se puede realizar la medida de la complejidad. La elección de un N se realiza

en el rango en el que la complejidad se mantiene casi constante, ya que esto asegura que una medida de complejidad en cualquiera de los valores del rango, se mantiene casi invariable. Por otro lado, el estudio sobre el tamaño de la ventana de tiempo realizado para el análisis de los registros EEG, muestra para ambos casos (sujeto normal y paciente epiléptico) un comportamiento similar al estudio de la cantidad de estados. Sin embargo, en este caso, es necesario tomar en cuenta que el tamaño de la ventana debe ser de por lo menos algunos cientos de datos o lo que equivale a algunos segundos, para evitar la no estacionariedad de la señal. Este tipo de análisis es más restrictivo que el caso de la cantidad de estados, ya que el valor está acotado por el lado inferior por la estabilización del valor de la complejidad y por la parte superior por la estacionariedad de la señal. En resumen los valores de N y tv presentan un rango de valores en los que no hay una gran variación de los resultados para un valor de N o tv y el siguiente. La medida de la complejidad realizada en las series de tiempo del mapa logístico, y mostradas para diferentes valores de parámetro (Figura 3), muestra la sensibilidad de este tipo de medida de complejidad. Para los diferentes valores de parámetro, el valor de la complejidad refleja el nivel de caoticidad del sistema. En la región caótica justo antes de iniciar el ciclo periódico, se observa que el valor de la complejidad es alto, una vez que el sistema entra en un ciclo periódico, el nivel de la complejidad se hace cero y luego, comienza a aumentar a medida que el sistema tiende al caos nuevamente. En el caso de los registros EEG,

podemos observar que los niveles de complejidad calculados para el sujeto sano son mayores que aquellos del paciente epiléptico, sugiriendo que la patología epiléptica es un estado de baja complejidad. Sin embargo, en el caso del paciente epiléptico, encontramos un incremento en el nivel complejidad en el momento del inicio de la crisis. Esto puede ser explicado por el aumento inesperado de la actividad eléctrica cerebral. A medida que la ventana de tiempo se desplaza por el registro realizando el cálculo de la complejidad, en el momento en que los primeros puntos de la crisis epiléptica se consideran para el cálculo, el sistema se hace muy impredecible y por tanto complejo, ya que la mayoría de los datos se encuentran en la zona sin epilepsia. A medida que más datos de la crisis son incorporados en el cálculo de la complejidad, el valor de complejidad disminuye. Una vez iniciado el episodio convulsivo, un decremento del nivel de complejidad es registrado, sugiriendo un estado menos caótico o más predecible instantes después del inicio de la crisis.

CONCLUSIONES

El método presentado en este artículo, para calcular la complejidad en series de tiempo, ha demostrado ser una herramienta útil y de fácil implementación, pues no requiere de altos recursos computacionales. Tanto las series temporales producidas por un modelo matemático como aquellas producidas por un sistema biológico —y que por tanto está expuesta al ruido y otros tipos de artefactos— son susceptibles a ser analizadas con la técnica presentada. Por otro lado, el conocimiento

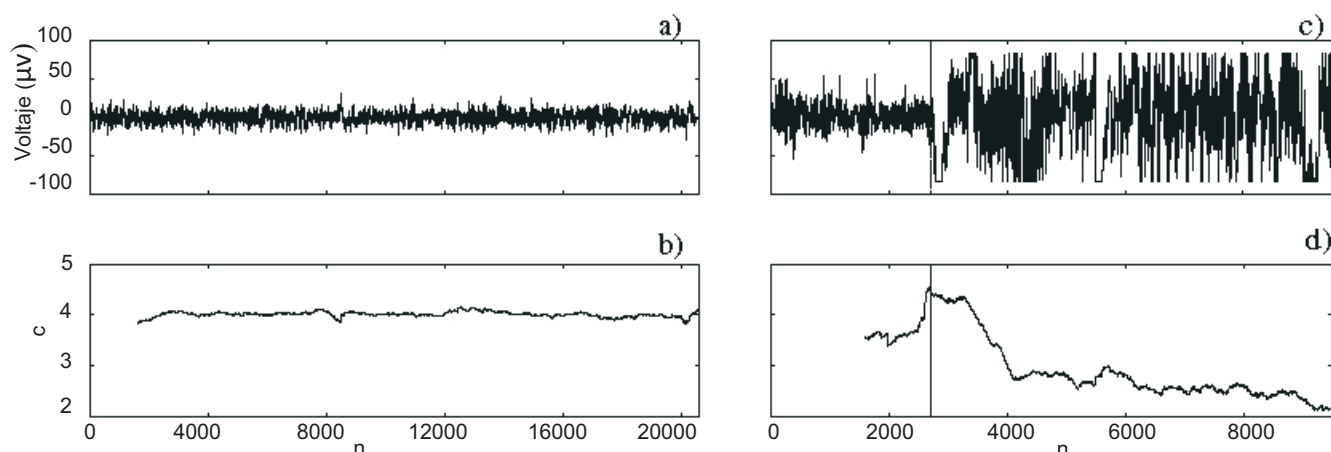


Figura 6. a) Señal EEG para un sujeto sano. b) Complejidad con respecto al tiempo correspondiente a (a). c) Señal EEG para un paciente epiléptico, antes y durante una crisis epiléptica cuyo inicio se indica por la línea vertical. d) Complejidad con respecto al tiempo correspondiente a (b)

de las leyes físicas que rigen la dinámica del sistema son importantes para definir los límites de los rangos de los parámetros necesarios para realizar el cálculo de la complejidad. Finalmente, los resultados del análisis de las señales EEG sugieren que la epilepsia es un estado fisiológico de menor complejidad en relación con el estado sano del cerebro.

AGRADECIMIENTOS

M. Escalona-Morán agradece al apoyo del Consejo de Desarrollo, Científico, Tecnológico, Humanístico y de las Artes, Universidad de los Andes, Mérida, mediante el proyecto I-121309-05-A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BABLOYANTZ, A. y DESTEXHE, A. Low dimension chaos in an instance of epilepsy. *Proc Natl Acad Sci USA*. pp. 83, 3513. 1986.
- BENNETT, C. En *Emerging syntheses in science*, ed. D. Pines, Addison-Wesley, MA. 1988.
- CALBET, X.; LÓPEZ-RUIZ, R. Tendency towards maximum complexity in an isolated non-equilibrium system. *Phys. Rev. E*, 63, 66116, 2001.
- CASDAGLI, M.; IASEMIDIS L.; SACKLELARES, J.; ROPER S.; GLIMORE R. y SAVIT, R. Characterizing nonlinearity in invasive EEG recordings from temporal lobe epilepsy. *Physica D* pp. 99, 381. 1996.

- CHAITIN, G. *Information, randomness and incompleteness*. Singapur, World Scientific. 1990.
- GRASSBERGER P. Toward a quantitative theory of self-generated complexity. *Int. J. Theor. Phys.* pp. 25, 907, 1986.
- JIANG; KONG, N.; LI, F.; GAO, X.; GAO, S.; ZHANG, G.; WANG, Y.; YANG, F. An epileptic seizure prediction algorithm based on second-order complexity measure. *Physiol Meas.* pp. 26, 609. 2005.
- KOLMOGOROV, A. *Probl. Inform. Theory*. pp 1, 3. 1965.
- LEMPEL, A. y ZIV, J. *IEEE Trans. Inform. Theory*. P. 22. 1976.
- LÓPEZ-RUIZ, R.; MANCINI, H.; CALBET, X. *Phys. Lett. A. A Statistical Measure of Complexity*. *Phys. Lett. A*. pp. 209, 321, 1995.
- PALUS, M. Nonlinearity in human EEG: cycles, temporal asymmetry, nonstationarity and randomness, not chaos. *Biol Cybern.* pp. 75, 389. 1996.
- PERAKH, M. Defining complexity, obtenido de <http://www.talkreason.org/articles/complexity.pdf>, 2004.
- SHANNON, C. y WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press. 1949.
- SHATZ, C. *The Brain. Science*. pp. 214, 652-653, 1981.
- THELIER, J. y RAPP, P. Reexamination of the evidence for lowdimensional, non-linear structure in the human electroencephalogram. *Electroenceph Clin Neurophysiol* pp. 98, 213, 1996.

INFLUENCIA DE LA TOPOLOGÍA EN LA DISTRIBUCIÓN DE RIQUEZA EN UN MODELO DETERMINISTA DE INTERCAMBIO ECONÓMICO

(Influence of topology on the wealth distribution in a deterministic model of economic exchange)

^{1,2}González-Estévez, J.; ²Cosenza, M. G.; ³López-Ruiz, R.; ^{4,2}Alvarez-Llamoza, O.

¹Laboratorio de Física Aplicada y Computacional,

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela,

²Centro de Física Fundamental, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela,

³DIIS y BIFI, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, España,

⁴Departamento de Física, FACyT, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela,

Correo Electrónico: jgonzale@unet.edu.ve

RESUMEN

Se investiga un modelo determinista de mapas acoplados en redes de una y de dos dimensiones para describir la interacción económica de un conjunto de agentes. La dinámica de cada mapa o agente está controlada por dos parámetros. El primero está asociado con la capacidad de crecimiento del agente y el otro es un término de control que representa la presión del ambiente local que evita un crecimiento exponencial. Se calcula la probabilidad de distribución de riqueza en el sistema en función de estos parámetros. Se encuentran distribuciones de tipo exponencial (Boltzmann-Gibbs) o de tipo de ley de potencia (Pareto) en diferentes regiones de parámetros. Estas distribuciones son típicas de sistemas económico reales. Se encuentra que las distribuciones de probabilidad también dependen de la dimensionalidad de la red y del número de vecinos que participan en la interacción local. Se calcula el coeficiente de Gini para caracterizar la desigualdad en la distribución de la riqueza en el sistema en función de los parámetros. Nuestros resultados muestran que procesos completamente deterministas pueden dar lugar a fenomenologías observadas en sociedades reales.

Palabras Clave: Econofísica, modelos computacionales, redes de mapas acoplados, distribuciones de Pareto y Boltzmann-Gibbs.

ABSTRACT

We investigate a deterministic model of coupled maps lattices in one and two dimensions to describe the economic interaction of a set of agents. The dynamics of each map or agent is controlled by two parameters. The first one is associated to an agent's growth capacity and the other is a control term that represents the local environment pressure that inhibits an exponential increase. The probability distribution of wealth in the system is calculated as a function of these parameters. It is found that these distributions can exhibit an exponential (Boltzmann-Gibbs) or a power-law (Pareto) behavior in different regions of parameters. Such distributions are typical of real economic systems. These probability distributions also depend on the dimensionality of the lattice and on the number of neighbors that participate in the local interactions. To characterize the inequality of the wealth distribution in the system, we calculate the Gini coefficient as a function of the parameters. Our results show that entirely deterministic processes can lead to the phenomenology observed in real societies.

Key Words: Econophysics, computational models, coupled map lattices, Pareto and Boltzmann-Gibbs distributions.

INTRODUCCIÓN

La desigualdad en la distribución de la riqueza es un hecho bien documentado de la actividad económica. El origen de este fenómeno está relacionado con la interacción de la macroeconomía en la microeconomía, lo que conlleva, en muchos casos, la intervención de circunstancias aleatorias fuera del control de los agentes económicos. Así, está reportado que el ingreso de alrededor del 95% del total de la sociedad, justamente aquel colectivo conformado por agentes con ingresos medios y bajos, siguen una distribución exponencial (comportamiento Boltzmann-Gibbs; BG para abreviar de aquí en adelante), mientras que el 5% restante de la sociedad, asociada a los altos ingresos, se distribuye según una función potencial, que en el contexto económico se conoce como ley de Pareto (Dragulescu y Yakovenko, 2003; Yakovenko, 2007). Diferentes modelos (Dragulescu y Yakovenko, 2000; Chakraborti y Chakraborti, 2000; Chatterjee *et al.* 2004; Angle, 2006) con ingredientes aleatorios han sido propuestos para reproducir estas distribuciones de ingresos que se encuentran comunmente en datos económicos reales (Levy y Solomon, 1997, Dragulescu y Yakovenko 2001a; Dragulescu y Yakovenko, 2001b; Souma, 2001).

Por otro lado, en muchos casos no es suficiente invocar mecanismos aleatorios para la distribución de la riqueza en las sociedades humanas, puesto que éste no es un proceso completamente fortuito, sino que presenta elementos de racionalidad y determinismo. El objeto de este trabajo consiste en demostrar la viabilidad de este punto de vista determinista y, por tanto, presentar una alternativa frente a la aleatoriedad como característica predominante en la dinámica de intercambio económico que conduce a las distribuciones de riqueza observadas en las sociedades. Específicamente, estudiamos un modelo determinista y conceptualmente simple basado en agentes interactivos donde la interacción de cada agente se realiza con sus vecinos más próximos en el espacio. El modelo dispone de pocos parámetros, los cuales al variar pueden conducir a distribuciones de probabilidad de riqueza de tipo BG o Pareto.

MÉTODO

El modelo consiste en un sistema dinámico espacio temporal representado por N mapas ubicados en una red (unidimensional o bidimensional), con interacciones locales y con condiciones de contorno periódicas. Cada mapa representa un agente económico: una compañía, un país u otra entidad económica. El estado de cada agente, identificado por un coeficiente ($i = 1, 2, \dots, N$),

está caracterizado por un grado de libertad, $x_i^t \in [0, \infty)$ denotando la fuerza, abundancia o riqueza del agente en el tiempo discreto t . El sistema evoluciona en el tiempo de forma síncrona, es decir, los estados de todos los agentes se actualizan simultáneamente en cada paso de tiempo.

Cada agente actualiza su estado de acuerdo a su estado presente y a los estados de su vecindad. De esta forma, el valor del estado x_i^{t+1} está dado por el producto de dos factores: 1) el crecimiento natural del agente $r_i x_i^t$ con un tasa local positiva r_i (cuyo valor es igual o mayor a 1, para garantizar el crecimiento de este término), y 2) un término de control que limita el crecimiento del agente con respecto al ambiente o su entorno local, ψ_i^t . De esta manera, la dinámica del sistema esta descrito por el siguiente conjunto de ecuaciones

$$x_{t+1}^i = r_i x_t^i \exp(-|x_t^i - a_i \psi_i^t|),$$

$$\psi_i^t = \frac{1}{n(i)} \sum_{j \in v(i)} x_t^j. \quad (1)$$

El sistema (1) corresponde a una red de mapas acoplados, donde $x_i^t \geq 0$ indica el estado del agente i para el tiempo discreto t , $j \in v(i)$ es el conjunto de agentes en la red acoplados con el agente i y $n(i)$ es la cardinalidad de este conjunto; el parámetro a mide la intensidad del acoplamiento del agente i con su vecindad; que también puede ser interpretado como la presión ambiental local ejercida sobre el agente i (Ausloos *et al.* 2003). La función exponencial negativa actúa como un inhibidor que limita este crecimiento con respecto al campo local (Sánchez y López-Ruiz, 2005; Sánchez *et al.* 2007; López-Ruiz *et al.* 2007a; López-Ruiz *et al.* 2007b; González *et al.* 2008).

Por motivos de simplicidad, estudiaremos escenarios con distribución homogénea de los parámetros. Así, reescribimos los parámetros como r (suponiendo que los agentes poseen la misma capacidad de crecimiento) y a (que corresponde a una presión de selección local homogénea). Consideramos un sistema descrito por las Ecs. (1) y (2), formado por $N=10^5$ mapas con condiciones iniciales completamente aleatorias distribuidas uniformemente en el intervalo $x_0^i (1, 100)$.

En general, el comportamiento colectivo del sistema puede ser caracterizado mediante el campo medio instantáneo de la red o actividad del sistema, H_t definido como:

$$H_t = \frac{1}{N} \sum_i^N x_t^i. \quad (2)$$

Adicionalmente, el coeficiente de Gini (Rodríguez-Achach y Huerta-Quintanilla, 2006),

$$G_t = \frac{1}{2N^2 H_t} \sum_{i,j=1}^N |x_t^i - x_t^j| \quad (3)$$

mide el grado de desigualdad relativa en la distribución de riqueza en el instante t . Este coeficiente está acotado entre los valores $G_t = 0$ (todos los elementos tienen la misma riqueza; esto es, perfecta equidad, $x_t^i = x_t^j, \forall i, j$) y $G_t = 1$ (un elemento posee toda la riqueza del sistema $\sum_{i=1}^N x_t^i$; es decir, máxima desigualdad). En consecuencia, cuanto menor es el valor del coeficiente Gini, menor es la desigualdad y viceversa (Bouchaud y Potters, 2000; Mantegna y Stanley, 2000; Voit, 2002).

Para examinar las condiciones en que el sistema puede exhibir los comportamientos estadísticos tipo BG o Pareto, son realizadas cien simulaciones para cada valor de barrido en el parámetro a , con el fin de disminuir las fluctuaciones estadísticas en los cálculos (Reed, 2002).

RESULTADOS

Régimen Boltzmann-Gibbs y Régimen Pareto

Una distribución de probabilidad tipo exponencial, o Boltzmann-Gibbs (BG), de una variable x presenta la

forma funcional $P(x) \sim e^{-\mu x}$, donde μ es el exponente que caracteriza esta distribución. Por otro lado, una distribución de probabilidad tipo ley de potencia, o Pareto (P), se comporta como $P(x) \sim x^{-\alpha}$ donde α es un exponente característico.

La figura 1 muestra las distribuciones de probabilidad $P(x)$ resultantes para el sistema (1) unidimensional en un tiempo asintótico donde el sistema es estadísticamente estacionario, para distintos valores de los parámetros a y r . Encontramos ambos tipos de distribuciones, con exponentes característicos calculados a partir de las pendientes de las gráficas por el método de mínimos cuadrados en una regresión semilogarítmica o bilogarítmica, según corresponda.

Para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos para las distribuciones tipo BG o P, requeriremos que el valor de la correlación β en el cálculo de las pendientes correspondientes satisfaga el criterio $|\beta| \geq 0,96$.

Las figuras 2 y 3 muestran los valores de la correlación del ajuste exponencial y potencial β , en función del parámetro a , para distintos tipos de redes en una y en dos dimensiones, para un valor fijo $r = 10$. Esto permite seleccionar aquellas regiones de parámetros con distribuciones tipo BG y Pareto, que satisfagan el criterio $|\beta| \geq 0,96$.

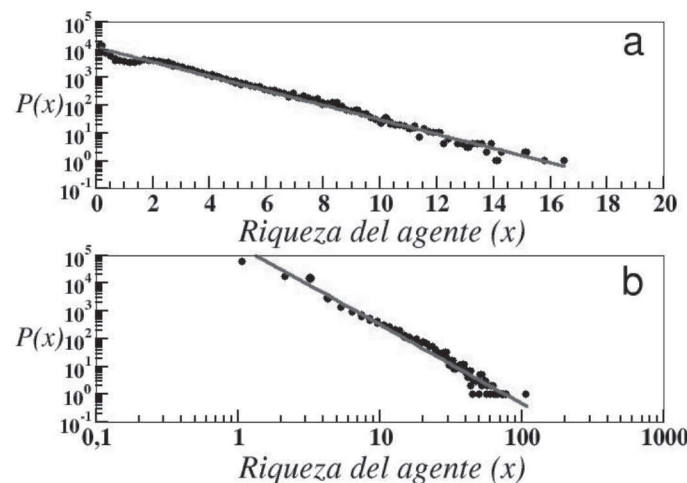


Figura 1. Distribuciones de probabilidad $P(x)$ para diferentes valores de parámetros en un sistema (1) unidimensional con $N = 10^5$, para $t = 10000$. (a) Comportamiento BG, con $a = 0,60$ y $r = 4$; el exponente es $\mu = -0,2593$ y coeficiente de correlación es $\beta = -0,9943$. (b) Ley de potencia (P), con $a = 0,92$ y $r = 8$; el exponente es $\alpha = -2,8469$, con $\beta = -0,9849$.

En el caso unidimensional con interacción con los dos vecinos más cercanos, se encuentra una región BG $a \in (0,179 - 0,342)$ y dos regiones Pareto $a \in (0,434 - 0,993)$ y $a \in (1,025 - 1,893)$. En el caso bidimensional con cuatro vecinos (o vecindad de Von Neumann) existe una región BG $a \in (0,219 - 0,546)$ con dos regiones Pareto $a \in (0,611 - 0,994)$ y $a \in (1,015 - 1,887)$. Finalmente, en el caso bidimensional, pero con ocho vecinos (vecindad tipo Moore) se encuentra una zona BG $a \in (0,300 - 0,800)$ y una región Pareto para $a \in (0,962 - 2,1)$. Estos valores son el resultado de haber promediado cien realizaciones en cada barrido del parámetro a , de tal forma que nos referimos a valores promedios.

Una vez delimitadas las regiones de parámetros que exhiben comportamientos tipo BG y Pareto, según el criterio establecido, mostramos en la figura 4 los valores de los exponentes característicos α y μ en función del parámetro a .

En datos reales se ha encontrado que la economía del Reino Unido presenta una distribución de Pareto para un rango de ingresos altos con un valor de $\alpha = 1,9$ en el año 1996; mientras que para la economía de EE.UU. se obtiene $\alpha = 1,7$ para 1997. Pareto, en su obra clásica (Pareto 1897), estableció este exponente como $\alpha = 1,5$ para varios países, siendo este el valor promedio de los resultados obtenidos en su trabajo. Levy y Solomon, 1997; Klass *et al.* 2006; Klass *et al.* 2007 indican un valor promedio $\alpha = 1,49$, tomando los datos de la lista “Forbes 400” (las cuatrocientas personas más ricas sobre el planeta) durante los años 1988 al 2003; y Souma reporta un valor de $\alpha = 2,05$ dentro de los ingresos más altos en Japón (Souma, 2001; Souma, 2002). Los resultados de la figura 4 muestran que es posible obtener un amplio rango de valores de este exponente, incluyendo valores realistas, mediante la variación continua de un parámetro en nuestro modelo determinista de mapas acoplados.

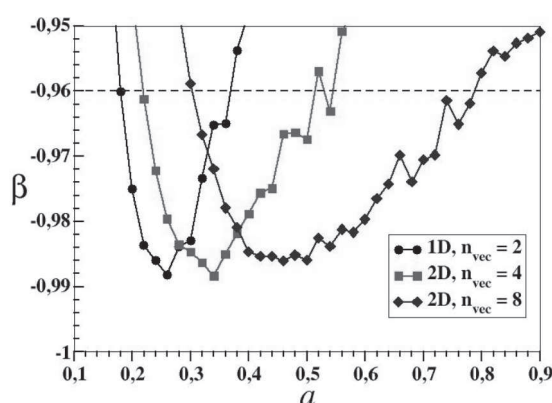


Figura 2. Coeficiente de correlación β en función del parámetro a en la región de comportamiento BG para distintos tipos de redes, con $N = 10^5$ y $r = 10$ fijo. El cálculo corresponde a $t = 10000$. La línea punteada horizontal corresponde al valor $\beta = -0,96$.

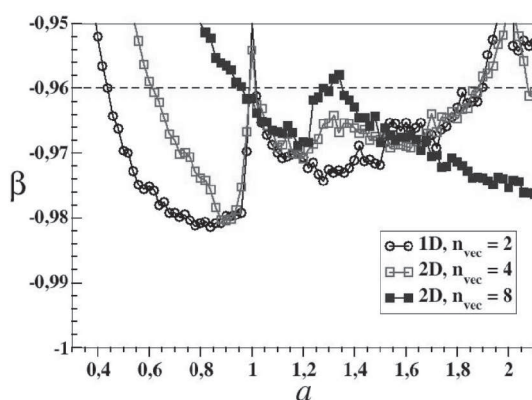


Figura 3. Coeficiente de correlación β en función del parámetro a en la región de comportamiento tipo ley de potencia (Pareto) para distintos tipos de redes, con $N = 10^5$ y $r = 10$ fijo. El cálculo corresponde a $t = 10000$. La línea punteada horizontal corresponde al valor $\beta = -0,96$.

Riqueza promedio

El campo medio H_t ofrece información acerca del valor medio promedio de la riqueza en el sistema. En la figura 5 encontramos que los valores máximos y mínimos en las regiones BG son para el caso unidimensional: $H_t(\text{mín})=2,471$ y $H_t(\text{máx})=2,597$, en el caso bidimensional con cuatro vecinos se obtiene que $H_t(\text{mín})=2,222$ y $H_t(\text{máx})=2,644$ y finalmente en dos dimensiones y un entorno local de ocho vecinos se presenta un $H_t(\text{mín})=1,901$ y $H_t(\text{máx})=2,640$.

Para las regiones cuyo comportamiento sigue la ley de Pareto, y tomando como referencia dicha zona antes de $a=1$, en el caso unidimensional se tiene que $H_t(\text{mín})=1,294$ y $H_t(\text{máx})=2,339$ y con dos dimensiones

y una interacción local de 4 vecinos, se obtiene $H_t(\text{mín})=1,223$ y $H_t(\text{máx})=2,136$. Posterior a $a=1$ en el caso unidimensional se tiene que $H_t(\text{mín})=1,213$ y $H_t(\text{máx})=1,393$ y con dos dimensiones y una interacción local de cuatro vecinos, se obtiene $H_t(\text{mín})=1,109$ y $H_t(\text{máx})=1,200$.

En contraste, para el modelo bidimensional con vecindad de Moore (8 vecinos), se encuentra únicamente una región tipo Pareto cuya riqueza mínima promedio es $H_t(\text{mín})=1,041$ y la riqueza máxima promedio encontrada es $H_t(\text{máx})=1,701$.

Nótese que la riqueza promedio en el sistema puede ser afectada, tanto por los valores de los parámetros, como por la geometría del sustrato espacial donde ocurren las interacciones.

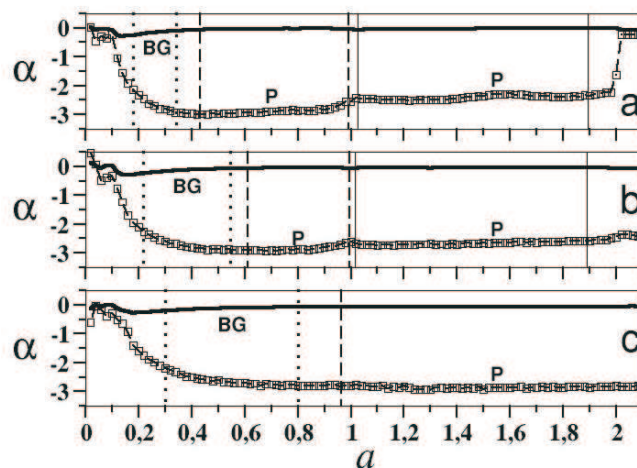


Figura 4. Exponentes característicos en las distribuciones tipo BG (línea continua) y tipo P (línea punteada) en función del parámetro a . (a) red unidimensional; (b) red bidimensional con 4 vecinos; (c) red bidimensional con 8 vecinos. En todos los casos $r=10$, $N=10^5$, $t=10000$. Las regiones BG y Pareto que no cumplen con el criterio $|\beta| \geq 0,96$ están acotadas.

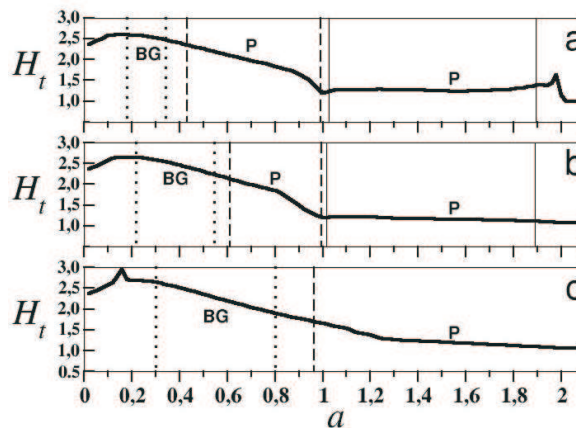


Figura 5. Campo medio H_t en función del parámetro a . (a) red unidimensional; (b) red bidimensional con 4 vecinos; (c) red bidimensional con 8 vecinos. En todos los casos $r=10$, $N=10^5$, $t=10000$. Las regiones BG y Pareto que no cumplen con el criterio $|\beta| \geq 0,96$ están acotadas.

Coefficiente de Gini

La figura 6 muestra el coeficiente de Gini, G_t , calculado con la ecuación (3), en función del parámetro a , para distintas redes. Se aprecia que el comportamiento del coeficiente de Gini es cualitativamente muy similar en el rango $a \in (0 - 0,82)$.

Separando la influencia de la topología en las distintas redes, se observa en la figura 7 que los valores máximos y mínimos del coeficiente de Gini, G_t , en las regiones BG son para el caso unidimensional: $G_t(\text{mín}) = 0,479$ y $G_t(\text{máx}) = 0,633$, en el caso bidimensional con cuatro vecinos se obtiene que $G_t(\text{mín}) = 0,507$ y $G_t(\text{máx}) = 0,723$ y finalmente en dos dimensiones y un entorno local de ocho vecinos se presenta un $G_t(\text{mín}) = 0,576$ y $G_t(\text{máx}) = 0,783$.

Para las regiones cuyo comportamiento sigue la ley de Pareto, y tomando como referencia dicha zona antes de $a=1$, en el caso unidimensional se tiene que $G_t(\text{mín}) = 0,688$ y $G_t(\text{máx}) = 0,703$ y, con dos dimensiones y una interacción local de cuatro vecinos, se obtiene

$G_t(\text{mín}) = 0,678$ y $G_t(\text{máx}) = 0,742$. Posterior a $a = 1$ en el caso unidimensional se tiene que $G_t(\text{mín}) = 0,691$ y $G_t(\text{máx}) = 0,780$ y con dos dimensiones y una interacción local de cuatro vecinos, se obtiene $G_t(\text{mín}) = 0,683$ y $G_t(\text{máx}) = 0,714$.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la figura 2 se obtiene una distribución exponencial $P(x) \sim e^{-\mu x}$ del tipo BG, con un exponente característico $\mu = 0,2593$. Haciendo una analogía termodinámica para este tipo de comportamiento exponencial, se puede definir una especie de “temperatura”, $T = 1/\mu$, que para este caso particular, toma el valor $T = 3,84$.

Como ya se ha mostrado en la figura 3, es posible encontrar regiones cuyo comportamiento obedece a una ley de potencia $P(x) \sim x^{-\alpha}$ en el espacio de parámetros (a, r) . El exponente α de esta distribución, para este caso en concreto, resulta ser $\alpha = 2,84$, el cual está en acuerdo con los exponentes característicos de Pareto derivados de datos económicos reales.

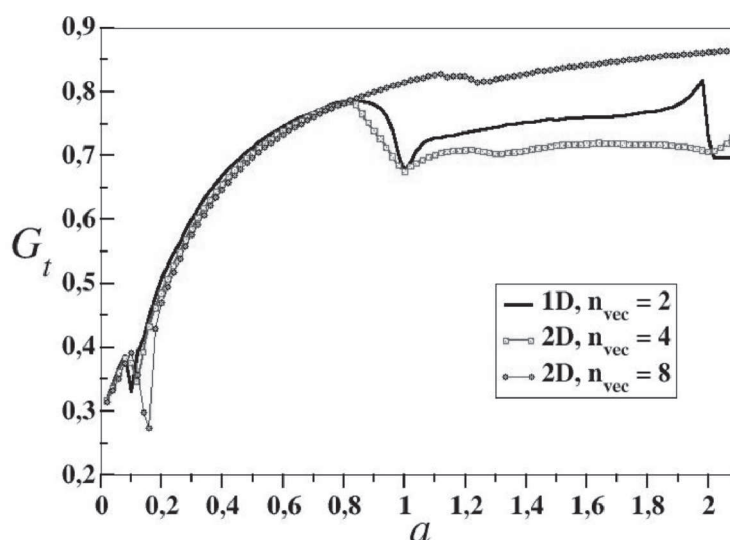


Figura 6. Coeficiente de Gini vs. a para $t = 10^4$, calculado sobre el promedio de 100 realizaciones para cada valor de a , para distintas redes, con $r = 10$, $N = 10^5$.

Se observa en términos cualitativos que la riqueza media promedio (Figura 5) y el coeficiente de Gini (Figura 7) están relacionados. En las regiones de comportamiento BG se manifiesta que la riqueza media promedio es mayor con respecto a las zonas Pareto, y los correspondientes coeficientes de Gini indican que la riqueza está mejor distribuida en las regiones BG que en su contraparte, resultado que está acorde con lo reportado en la literatura. En lo que respecta a la dimensionalidad, se encuentra en la distribución tipo BG, un desplazamiento de esta región hacia valores mayores del parámetro a , y un ensanchamiento en la medida que la dimensionalidad y el número de vecinos interactivos aumenta.

Nuestros resultados muestran que es posible, con un modelo determinista de mapas acoplados, obtener distribuciones de probabilidad de riquezas similares a las encontradas en sociedades reales.

CONCLUSIONES

Hemos estudiado un modelo determinista, local y homogéneo, conceptualmente simple y con ingredientes mínimos, que permite capturar la fenomenología básica de interacciones económicas y que conduce de un modo natural a las distribuciones de riqueza observadas en sociedades reales. Este modelo consiste en un sistema dinámico espaciotemporal descrito por una red de mapas acoplados en una o dos dimensiones.

En contraste con modelos previos que involucran aleatoriedad y heterogeneidad en los agentes económicos, en nuestro modelo las interacciones locales (la “microeconomía”) determina completamente las características macroscópicas del sistema; es decir, la macroeconomía constituye un comportamiento colectivo emergente. Como consecuencia, fenómenos como la desigualdad en la distribución de riqueza en el sistema surgen como resultado de procesos dinámicos que tienen lugar a nivel local.

Nuestros resultados sugieren que en sistemas de agentes económicos interactivos se pueden conseguir distintas regiones de parámetros en las cuales la distribución de riqueza manifiesta comportamientos tipo exponencial (BG) o leyes de potencia (Pareto), los cuales han sido observados en sistemas económicos reales. Por otro lado, se evidencia el rol que juega la conectividad de cada agente con su entorno en el surgimiento de comportamientos colectivos en el sistema.

Entre las futuras extensiones de este modelo está la posibilidad de modificar la regla de acoplamiento entre los mapas para encontrar los dos tipos de distribución de riqueza coexistiendo para los mismos valores de parámetros, con una distribución exponencial BG para los agentes con ingresos bajos y medios, y una distribución de Pareto para aquellos con ingresos altos, tal como se observa en datos económicos reales (Yakovenko, 2007).

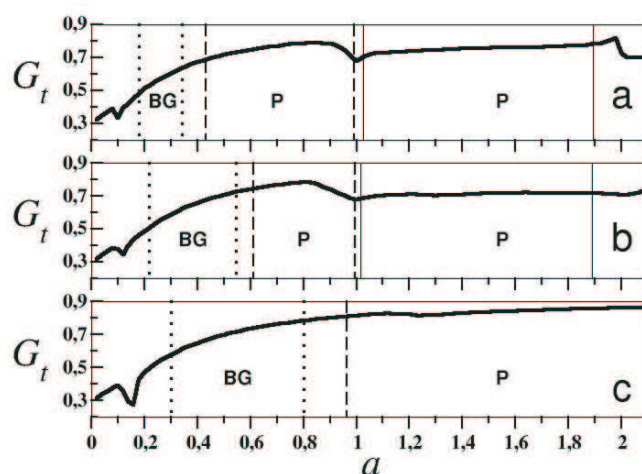


Figura 7. Coeficiente de Gini vs. a , indicando las regiones BG y Pareto. (a) red unidimensional; (b) red bidimensional con 4 vecinos; c) red bidimensional con 8 vecinos. En todos los casos $r = 10$, $N = 10^5$. Las regiones BG y Pareto que no cumplen con el criterio $|\beta| \geq 0,96$.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), mediante los proyectos 04-001-2006 y 04-002-2006. J.G.-E. agradece al Decanato de Investigación y Vicerrectorado Académico de la UNET por el financiamiento obtenido para viajes. J.G.-E. y R.L.-R. agradecen el apoyo del BIFI, Universidad de Zaragoza, y de la Asociación Iberoamericana de Postgrado (AUIP), y del proyecto DGICYTFIS2006-12781-C02-01, España. M.G.C agradece el apoyo del Consejo de Desarrollo, Científico, Tecnológico y Humanístico y de las Artes, Universidad de los Andes, Mérida, a través del proyecto C-1692-10-05-B.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGLE, J. The inequality process as a wealth maximizing process, *Physica A*. 367, 388-414, 2006.
- AUSLOOS, M.; CLIPPE, P. y PEKALSKI, A. *Physica A*. 324, 330-337, 2003.
- BOUCHAUD, J. P. y POTTERS, M. *Theory of Financial Risk*, Cambridge Univ. Press, 2000.
- CHAKRABORTI, A. y CHAKRABARTI, B. Statistical mechanics of money: How saving propensity affects its distribution, *Eur. Phys. J. B* 17:167-170. 2000.
- CHATTERJEE, A., CHAKRABARTI, B. y MANNA, S. Pareto law in a kinetic model of market with random saving propensity, *Physica A*. 335:155-163. 2004.
- DRAGULESCU, A. y YAKOVENKO, V. Modeling of Complex Systems: Seventh Granada Lectures, AIP Conference Proceedings 661, New York. pp. 180-183. 2003.
- DRAGULESCU, A. y YAKOVENKO, V. Statistical mechanics of money, *Eur. Phys. J. B*. 17. 723-729, 2000.
- DRAGULESCU, A. y YAKOVENKO, V. Exponential and power-law probability distributions of wealth and income in the United Kingdom and the United States, *Physica A*. 299. 213-221. 2001a.
- DRAGULESCU, A. y YAKOVENKO, V. Evidence for the exponential distribution of income in the USA, *Eur. Phys. J. B*. 20. 585-589. 2001b.
- GONZÁLEZ-ESTÉVEZ, J.; COSENZA, M.; LÓPEZ-RUIZ, R. y SÁNCHEZ, J. Pareto and Boltzmann-Gibbs behaviors in a deterministic multiagent system, *Physica A*. 2387/18 pp. 4637-4642. 2008.
- KANEKO, K. Ed., Coupled map lattices, focus issue of *Chaos* 2. 279-407. 1992.
- KLASS, O.; BIHAM, O.; LEVY, M.; MALCAI, O. y SOLOMON, S. The Forbes 400 and the Pareto wealth distribution, *Econ. Lett.* 90:290-295. 2006.
- KLASS, O.; BIHAM, O.; LEVY, M.; MALCAI, O. y SOLOMON, S. The Forbes 400, the Pareto power-law and efficient markets, *Eur. Phys. J. B* 55:143-147. 2007.
- LEVY, M. y SOLOMON, S., New evidence for the power-law distribution of wealth, *Physica A* 242, 90-94, 1997.
- LÓPEZ-RUIZ, R.; SAÑUDO, J. y CALBET, X. Geometrical derivation of the Boltzmann factor, arXiv:0707.4081, para aparecer en *Am. J. Phys* 76, 780-781. 2008.
- LÓPEZ-RUIZ, R.; GONZÁLEZ-ESTÉVEZ, J.; COSENZA, M. y SÁNCHEZ, J. An economic model of coupled exponential maps, *Proceedings of the NOMA'07 Conference*, Organizer LATTIS-INSAT, Toulouse University. pp. 54-56, 2007b.
- MANTEGNA, R. y STANLEY, H. *An introduction to Econophysics*, Cambridge Univ. Press, 2000.
- PARETO, V. *Cours d'Economie Politique*, Vol. 2, F. Pichou, Lausanne, 1897.
- REED, W. *Econ. Lett.* 74. 15- 19. 2001.
- RODRÍGUEZ - ACHACH y HUERTA QUINTANILLA, R. The distribution of wealth in the presence of altruism in simple economic models, *Physica A*. 361:309-318. 2006.
- SÁNCHEZ, J. y LÓPEZ-RUIZ, R. A model of coupled maps for economic dynamics, *Arxiv.nlin*.0507054, 2005.
- SÁNCHEZ, J.; GONZÁLEZ-ESTÉVEZ, J.; LÓPEZ - RUIZ, R. y COSENZA, M. A model of coupled maps for economic dynamics, *Eur. Phys. J. Special Topics*. 143: 241-243. 2007.
- SOUMA, W. Universal structure of the personal income distribution, *Fractals* 9:463-470, 2001.
- SOUMA, W. *Physics of Personal Income*. In: Takayasu, H. (Ed.) *Empirical Science of Financial Fluctuations: The Advent of Econophysics*. Springer-Verlag, Tokyo. pp. 343-352. 2002.
- VOIT, J. *The statistical mechanics of Financial Markets*, Springer Verlag. 2002.
- YAKOVENKO, V. *Econophysics, statistical mechanics approach to*, preprint Arxiv:0709.3662. 2007.

Vol.

1

1987

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical. (<i>Pueraria phaseloides 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 glyfosfato sobre tubérculo. - Pérez, L.	3
<i>Culicoides</i> (Diptera: Ceratopogonidae) del estado Táchira, Venezuela. Parte I. - Perruolo, G.	17
Leguminosas que incrementan el valor nutritivo de algunos pastizales del estado Táchira. - Vera, A.	21
Datos ecológicos para <i>Coloides castanea</i> (<i>Coleoptera: Scarabaeidae: Hybosorinae</i>). - Havranek, D.	31
Catálogo de los Scarabaeidae (<i>Coleoptera</i>) Coprófagos y Necrófagos del estado Táchira, Venezuela Parte II. - Blanco, J.	39
Fraccionamiento del Azufre en algunos suelos pertenecientes al bosque seco montano bajo del estado Táchira, Venezuela. - Gamboa, J.; Chacón, L.; Gamboa, M.	49
Adaptación informacional en la abeja doméstica <i>Apis mellifera</i> L. (<i>Hymenoptera: Apidae</i>). - Tapias, O.; Valderrama, N.	55
Eficiencia del riego de la caña de azúcar en el área Ureña - San Antonio. - Torres, S.	65
Factibilidad para la instalación de una planta productora de carbón activado. - Torres, A. y Zambrano, L.	77
Algunos Scarabaeinae neotropicales nuevos o pocos conocidos. - Martínez, A.	85
Odanata del estado Táchira. - De Marmels, J.	91
Aplicación en edafología del paquete estadístico BMDP. 1: Transformación del Superfosfato triple en dos suelos del estado Táchira. - López, A.	113

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>Algubo</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. (<i>Hymenoptera: Apidae</i>). - 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 la 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 Poliey 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. - Llamozas, 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 critica - 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>Varroajacobsoni</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>Iutzomyia</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 <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) en abejas africanizadas (Hymenoptera:apidae) en el estado Táchira-Venezuela - Casanova, R.; Hevia, A.	1
Nueva especie de <i>Leptospaeria</i> 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 <i>Boophilus microplus</i> en pastizales del estado Táchira, Venezuela - Perruolo, G.	53
Induce de especificidad de la abeja <i>Apis mellifera scutella</i> Latreille, en diferentes meses del año. - Tapias, O.; Monsalve, J.	73
Comportamiento de la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i> 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 (<i>Amaranthus spp</i>) como ingrediente en dietas para conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, E.; Barrueta, H.	1
Daños causados a <i>Varroa jacobsoni</i> (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 <i>Apis mellifera</i> L., provenientes de siete zonas de vida del estado Táchira - Mendoza, L.; Casanova, R.	27
Estudio morfológico de <i>Sclerotium cepivorum</i> 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 <i>Culicoides insignis</i> (Diptera:ceratopogonidae) en el estado Táchira. Venezuela - Perruolo, G.	95
Tendencia de vuelo de la abeja <i>Apis mellifera scutellata</i> 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 (<i>Lactuca sativa</i>) y ajo porro (<i>Allium ampeloprasum</i>) asociados a la cobertura vegetal muerta con un mínimo manejo agronómico - Contreras, O. y Moreno, F.	1
Flora 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 <i>Tithonia diversifolia</i> (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 de 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.; Barrueta, 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 Simplex 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. 18(1) 2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	Página
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 VHD'L'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. 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 - Barrueta, E.; 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(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; Ramírez, 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	181
capacidades tecnológicas de la pyme del sector textil del ESTADO Táchira	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.; Lamedá, 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 (CADAPE) 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 lamarck 1801</i> (lymnaeidae: 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(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 schauer</i> que crece silvestre en el Estado Táchira. Venezuela González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usabillaga, 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>Plasmidiophora 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. 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 Chipía, M.; Cosenza, M.	60

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 mina 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

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 lost 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: rcunet@unet.edu.ve website: <http://investigacion.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.
-

COMITÉ DE ÁRBITROS

Francisco Solis
CIMAT - México

Armando Sánchez-Nungaray
CIMAT - México

Ybiskay González
University of Bradford - United Kingd

Ma Carmen Alfaro Rodríguez
Universidad de Sevilla - España

Robert Álvarez
Universidad del Zulia

Silvestre Fernández
INIA-Lara

Alfredo Gorrochetegui
Universidad Simón Bolívar - Venezuela

María Cristina Valerdi Nochebuena
Universidad Autónoma de Puebla - México

Miguel Cabeza
Universidad de los Andes - Mérida

Chantal Biencinto López
Universidad Complutense - España

Benjamin R. Sharifker
Universidad Simón Bolívar - Venezuela

Javier Suárez Acosta
Universidad Central de Venezuela - Venezuela

Mercedes García García
Universidad Complutense - España

Elvira Carpintero
Universidad Complutense - España

José Pérez González
Instituto Politécnico Nacional - Mexico

Marcelo Sarabia
Universidad Católica Boliviana - Bolivia

Diego Pereyra
Universidad de Buenos Aires - Argentina

Elsa Beatriz
Ciencia, Teconología, Sociedad e Innovación -
Colombia

Lenin Aliney Becerra
UNEXPO - Venezuela

Jenny Moreno
Universidad Pedagógica Experimental Libertador

Ronny Tejos
Universidad Nacional Experimental los Llanos
Ezequiel Zamora

Claudia Aguilar Parra
Universidad Pedagógica Experimental Libertador

Enmanuel Leite
Universidad de Pernambuco - Brasil
