

ISSN 0041-8811
DEPÓSITO LEGAL pp 76-654

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias
Exactas
Naturales
y de Salud

Año 4 N° 9

Mayo - Agosto 2013
Tercera Época
Maracaibo - Venezuela

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD
DEL ZULIA
Tercera Época
Ciencias Exactas, Naturales y de la Salud

Año 4 N° 9 Mayo-Agosto 2013



Gobernación
Bolivariana
del Zulia
*¡El Zulia Nombre y
Luz de Venezuela!*

PUBLICACIÓN AUSPICIADA
POR LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA
Y LA GOBERNACIÓN BOLIVARIANA DEL ESTADO ZULIA

Esta revista fue impresa en papel alcalino.

*This publication was printed on acid-free paper that meets
the minimum requirements of the American National Standard
for Information Sciences-Permanence for Paper for
Printed Library Materials, ANSI Z39.48-1984*

**Indizada, registrada y/o catalogada
electrónicamente en las siguientes bases de datos:**

REVENCYT

REVICYHLUZ

LATINDEX

CLASE

PERIODICA

Issuu:

<http://Issuu.com/revistadelauniversidaddelzulia>

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA

© 2013. Universidad del Zulia

ISSN 0041-8811

Depósito legal pp 76-654

Portada:

Concepto gráfico: Laura González

Diagramación final: Javier Ortiz

Diagramación e impresión: Ediciones Astro Data, S.A.

Teléfono: 0261-7511905. Fax: 0261-7831345

edicionesastrodata@cantv.net

Maracaibo - Venezuela

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA.

Calle 67 (prolongación Cecilio Acosta) con Av. 16 (Guajira).

Nueva sede rectoral de la Universidad del Zulia. Edificio Fundadesarrollo.

Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Teléfono/Fax: 58-261-7831611.

Correos electrónicos: revistauniversidaddelzulia@gmail.com, revistadeluz@gmail.com

Revista de la Universidad del Zulia

Tercera Época

ISSN 0041-8811 ~ Depósito legal pp 76-654

El Dr. Jesús Enrique Lossada, luego de trabajar infatigablemente hasta lograr la reapertura de la Universidad del Zulia, el 01 de octubre de 1946, le aportó a esta institución su primera revista científica: la *Revista de la Universidad del Zulia*, fundada por este insigne zuliano, el 31 de mayo de 1947. En su Tercera Época la revista mantiene la orientación que le asignara su fundador: es un órgano científico de difusión de trabajos parciales o definitivos de investigadores y/o equipos de investigación nacionales y extranjeros. La revista posee un carácter multidisciplinario, por ello su temática se divide en tres grandes ejes: a. ciencias sociales y arte; b. ciencias del agro, ingeniería y tecnología; c. ciencias exactas, naturales y de la salud. Su publicación es cuatrimestral. Cada número, de los tres del año, se corresponde con uno de los tres ejes temáticos. La *Revista de la Universidad del Zulia*, por su naturaleza histórica y patrimonial, está adscrita a la Cátedra libre Historia de la Universidad del Zulia.

Directores y Responsables

Eméritos

Jesús Enrique Lossada
José Ortín Rodríguez
José A. Borjas Sánchez
Felipe Hernández
Antonio Borjas Romero
César David Rincón
Sergio Antillano

Directora

Imelda Rincón Finol

Coordinador

Reyber Antonio Parra Contreras

Editora Asociada

Luz Maritza Reyes

Comité Editorial

Imelda Rincón (LUZ)
Reyber Parra (LUZ)
Teresita Álvarez (LUZ)
Jesús Medina (LUZ)
José Lárez (UNERMB)
Marielis Villalobos (LUZ)

Comité Asesor

Nelson Márquez (LUZ)
Judith Aular (LUZ)
Rutilio Ortega (LUZ)
Tahís Ferrer (LUZ)
Alí López (ULA)
Antonio Castejón (LUZ)
Ana Judith Paredes (LUZ)
María Dolores Fuentes Bajo
(Universidad de Cádiz, España)
Néstor Queipo (LUZ)
Ana Irene Méndez (LUZ)
Mayela Vílchez (LUZ)
Modesto Graterol (LUZ)
Mario Ayala (UBA Argentina)
Tomás Fontaines (UDO)
Enrique Pastor Seller
(Universidad de Murcia, España)
Lourdes Molero (LUZ)

Colaboradora

Nancy Feria
(FUNDADESARROLLO-LUZ)



Autoridades

Jorge Palencia
Rector

Judith Aular de Durán
Vice Rectora Académica

María Guadalupe Núñez
Vice Rectora Administrativa

Marlene Primera
Secretaria

Imelda Rincón Finol
*Coordinadora de la Cátedra Libre
Historia de la Universidad del Zulia*

Contenido

7 Luz Maritza Reyes de Suárez
Presentación

11 Yarubit Rojas, Milagros Jordán, Francisco Yegres, José Araujo
Caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el humedal
Quebrada de Guaranao, Paraguaná, estado Falcón /// *Microbiological
Characterization of Soil, Water and Air in the Wetland Guaranao Ravine,
Paraguana, State of Falcon*

34 Bélgica Bravo, Gerson Chávez, Edwin Montiel, Nelson
Márquez, Nacarid Delgado, Milangel Luzardo, Iran Parra,
Ana Cáceres

Efecto del surfactante de par iónico alquilcarboxilato de ciclohexilamonio en
las transiciones de fase en un sistema querosén/agua /// *Effect of the Ion Pair
Surfactant Cyclohexylammonium Alkylcarboxylate on Phase Transitions in a
Kerosene/Water System*

51 Alexis Faneite, José Luis Parra, Alexis Ferrer

Propuesta para el desarrollo integral y sostenible de comunidades rurales de
clima árido al Nor-Oeste de Venezuela /// *Proposal for the Integral and
Sustainable Development of Rural Communities with Arid Climates in
Northwestern Venezuela*

-
- 73** María Márquez González, Liliam González Méndez, Noris Acosta Morán, Sofía Vera, Diego Muñoz Cabas, Alexis Fuenmayor

Violencia contra la mujer: un problema social y de salud pública en Venezuela /// *Violence against Women: A Social and Public Health Problem in Venezuela*

-
- 86** Ricardo E. Esparragoza Montero, Ana K. Rosales Viloria
Dimensiones del bazo y de los riñones evaluadas con tomografía multicorte y su asociación al género y edad /// *Dimensions of the Spleen and Kidneys Evaluated with Multislice Tomography and their Association with Gender and Age*

-
- 100** Egar Sánchez, Arelis García, Mary Contreras

Concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal para consumo humano /// *Minimum and Maximum Iodine Concentrations in Salt for Human Consumption*

-
- 115** Juan Luis Prieto G., Rafael E. Luque A., Leonela M. Rubio U.
Cuadriláteros con GeoGebra. Una secuencia de formación docente en la enseñanza de la geometría con tecnologías libres /// *Quadrilaterals with GeoGebra. A Teacher Training Sequence for Teaching Geometry with Free Technologies*

-
- 131** Normas para la presentación de trabajos

Presentación

Me honra y llena de orgullo presentar, en nombre del Vicerrectorado Académico de la Universidad del Zulia y del programa Red de Investigación Estudiantil de LUZ (Redieluz), el número 9 (Tercera Época) de la *Revista de la Universidad del Zulia*, génesis de la primera revista científica de LUZ, fundada por el rector eterno y maestro de la juventud, Dr. Jesús Enrique Lossada, quien el 1 de octubre de 1946 en su discurso de reapertura de nuestra casa de estudios, refiere: “la ciencia es la herramienta transformadora de la sociedad con sentido humanístico”. En esta concepción de academia, el maestro Lossada abre espacios para avanzar con la convivencia y el crecimiento intelectual hacia el desarrollo humano sostenible, al presagiar la pertinencia universitaria en los nuevos tiempos: la formación humana profesional, la construcción de conocimientos y la pertinencia socioproductiva del servicio ofrecido.

Las políticas editoriales de esta revista representan hilos conductores para difundir los resultados de la productividad académica y científica de LUZ, en respuesta a los problemas y riesgos del país, e incluye el análisis del proceso histórico que ha marcado el desarrollo y transformación de esta institución con perspectivas de presente y futuro.

En atención a este compromiso, se presenta este volumen de la revista con 7 artículos, en las áreas de Ciencias Exactas, Naturales y de Salud, que difunden la productividad científica de la comunidad universitaria de LUZ y de otras universidades del país. Estos se indican a continuación:

Yarubit Rojas, Milagros Jordan, Francisco Yegres y José Araujo, adscritos a la Unidad de Microbiología Ambiental y el Laboratorio LIADSA de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, estado Falcón, estudiaron la caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el

humedal quebrada de Guaranao, Paraguaná, la cual consistió en evaluar microalgas en el agua y parámetros de pH, oxígeno disuelto (OD), temperatura (°C) y coliformes. Los diplococos Gram negativos fueron el grupo más representativo en el componente agua y aire.

Seguidamente Bélgica Bravo, Gerson Chávez, Edwin Montiel, Nelson Márquez, Nacarid Delgado, Milangel Luzardo, Iran Parra y Ana Cáceres, del Laboratorio de Petroquímica y Surfactantes y el Laboratorio de Desarrollo de Métodos de Análisis, del Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, investigaron el efecto del surfactante de par iónico alquilcarboxilato de ciclohexilamonio en las transiciones de fase en un sistema querosén/agua. El estudio de conductividad permitió observar la inversión de la emulsión bajo el efecto de las variables de formulación NaCl/n-Butanol. El tamaño de gota encontrado para estas emulsiones varía según las variables fisicoquímicas y el cambio de fase, obteniéndose emulsiones con tamaño de gotas sub-micrométricas proporcionando gran estabilidad a los sistemas.

Asimismo, Alexis Faneite, José Luis Parra y Alexis Ferrer del Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad del Zulia y el Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas, presentaron la propuesta para el desarrollo integral y sostenible de comunidades rurales de clima árido al Nor-oeste de Venezuela; en este trabajo se plantea una propuesta de una finca técnico productiva para clima árido de 2100 hectáreas, para cultivo de *Prosopis juliflora* (Algarroba o Cují) y la producción de madera útil para la construcción, etanol para uso vehicular, alimento para monogástricos, alimento de alta digestibilidad para rumiantes, miel, exudados gomosos para uso alimenticio y, como especialidades, producción de jarabes edulcorantes, harinas, jugos, carbón para ahumar o rostizar y taninos para curtiembres.

Liliam González, Noris Acosta, Sofía Vera, Diego Muñoz, Alexis Fuenmayor y María Márquez de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, presentan el trabajo "La violencia contra la mujer: un problema social y de salud pública en Venezuela"; investigan la violencia de género en mujeres que acuden a la consulta externa de la Maternidad Armando Castillo Plaza del municipio Maracaibo. Se encontró, violencia de género en 47%, predominando la violencia psicológica en 43,2%. Se concluye que la violencia de género es un evento social frecuente que afecta a mujeres muy jóvenes, principalmente a indígenas, con un nivel educativo medio.

Seguidamente, Ricardo Esparragoza y Ana Rosales de la Cátedra de Anatomía, Escuela de Medicina, Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, estudiaron las dimensiones del bazo y de los riñones, evaluadas con tomografía multicorte y su asociación al género y edad, dando como resultado que el bazo en los hombres tuvo mayor anchura, espesor y volumen y que el riñón izquierdo tuvo un mayor tamaño que el riñón derecho.

Egar Sánchez, Arelis García y Mary Contreras aportan el artículo “Concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal para consumo humano”, donde verificaron el cumplimiento de la regulación oficial en cuanto a la concentración de yodo y, al mismo tiempo, estudiar el efecto tiempo y temperatura de almacenamiento, en tres plantas procesadoras (A, B, C) del estado Zulia. Concluyen que varias de dichas plantas no cumplen con las concentraciones mínimas requeridas.

Juan Luis Prieto, Rafael Luque y Leonela Rubio, del Centro de Estudios Matemáticos y Físicos de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, presentan el trabajo “Cuadriláteros con GeoGebra, una secuencia de formación docente en la enseñanza de la geometría con tecnologías libres”, en la cual se describe el diseño de una secuencia instruccional para la formación permanente de profesores de Matemática en la enseñanza de cuadriláteros, apoyada en el uso de un programa de Geometría Dinámica.

Finalizo esta descripción, agradecida por la deferencia del equipo editorial de la *Revista de la Universidad de Zulia*, en especial a los doctores Imelda Rincón Finol y Reyber Parra Contreras, por darme la oportunidad de dirigirme a la comunidad universitaria desde otra tribuna, como Editora Asociada de esta prestigiosa revista, distinción que me compromete cada día más con la academia universitaria. Asimismo, quiero hacer público, mi reconocimiento al equipo Redieluz por su apoyo, y a los articulistas de este volumen, *docentes investigadores y estudiantes de nuestra universidad y del país, por sus aportaciones a la política académica científica de esta revista.*

Luz Maritza Reyes de Suárez
Editora Asociada
de la *Revista de la Universidad del Zulia*.

Caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el humedal Quebrada de Guaranao, Paraguaná, estado Falcón

Yarubit Rojas*
Milagros Jordán*
Francisco Yegres**
José Araujo*

RESUMEN

Esta investigación consistió en la caracterización de los microorganismos presentes en el humedal Quebrada de Guaranao bajo el enfoque de la Microbiología Ambiental. Se aplicó 3 muestreos en 4 estaciones representativas en los componentes agua, suelo y aire, para aislar y caracterizar hongos y bacterias determinando la diversidad funcional. Se evaluaron microalgas en el agua y parámetros de pH, oxígeno disuelto (OD), temperatura (°C) y coliformes. Los diplococos Gram negativos fueron el grupo más representativo en el componente agua y aire, seguido de los cocos Gram negativos en el suelo. En todos los componentes la principal especie fúngica fue *Aspergillus flavus* seguido de *A. niger*. La diversidad funcional fue de 0,72 en aire, 0,76 del

* Unidad de Microbiología Ambiental UNEFM, **Laboratorio LIADSA / CIB, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, estado Falcón. yarupichu@gmail.com

suelo y 0,90 en agua. En el agua las clorofitas se identificaron como grupo mayoritario, el rango de pH fue 5,8 - 6,0, oxígeno 5-18 mg/L, temperatura promedio 33°C, y los coliformes NMP/100 ml $\leq 2,2$ - ≥ 16 .

PALABRAS CLAVE: *Aspergillus*, clorofita, diplococos, diversidad funcional, microbiología ambiental.

Microbiological Characterization of Soil, Water and Air in the Wetland Guaranao Ravine, Paraguana, State of Falcon

ABSTRACT

This research involved the characterization of microorganisms in the wetland Guaranao Ravine using the environmental microbiology approach. Three (3) samplings were taken at four representative stations for the components water, soil and air, in order to isolate and characterize fungi and bacteria and determine functional diversity. Microalgae and pH, dissolved oxygen (DO), temperature (°C) and coliforms were evaluated in the water. Gram negative diplococci were the most representative group in the water and air components, followed by Gram negative cocci in the soil. In all components, the main fungal species was *Aspergillus flavus*, followed by *A. niger*. Functional diversity was 0.72 in air, 0.76 in soil and 0.90 in groundwater. In water, chlorophytes were identified as the majority group; the range was 5.8 to 6.0 pH, oxygen 5 - 18 mg /L, average temperature 33 °C, and coliforms NMP/100 ml ≤ 2.2 - ≥ 16 .

KEYWORDS: *Aspergillus*, chlorophyta, diplococci, environmental microbiology, functional diversity.

Introducción

La microbiología ambiental es usada como una herramienta para el diagnóstico de diversos espacios que son impactados por el hombre, de este modo los microorganismos son usados como indicadores del estado del ambiente. La Quebrada de Guaranao es un humedal costero localiza-

do en la Península de Paraguaná, municipio Carirubana del estado Falcón, en el cual se haya presente el ecosistema de manglar, este cumple funciones tanto de carácter geomorfológico y ecológico, al proporcionarle refugio a variedades de especies de animales como peces y aves. De igual manera, constituye una zona de apareamiento cría y alimentación para gran número de peces e invertebrados marinos (MARN, 1983; López, 2007).

En 1991 fue nombrada a través del Decreto Nacional 1.848 Parque Metropolitano Guaranao (INPARQUES, 1990). Su principal atractivo radica en el hecho de ser el único curso natural permanente de agua dulce que queda en Paraguaná y centro conservador de plantas y animales; esto constituye a este humedal un espacio de interés para ser estudiado y propuesto como Sitio RAMSAR (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010). La contaminación de sistemas acuáticos naturales por el vertido de aguas residuales domésticas y urbanas, representa una de las principales causas de pérdida de calidad ambiental de los ríos, estuarios y las aguas costeras en general. La gestión correcta de éste y otros problemas sólo puede abordarse tras el conocimiento de la identidad e importancia de las fuentes contaminantes descargadas en el sistema receptor.

Las aguas residuales domésticas pueden contener gran diversidad de agentes contaminantes de naturaleza química, capaces de provocar cambios importantes en los ecosistemas locales, así como numerosos microorganismos patógenos, los cuales representan un problema de salud pública, es por esta razón que se hace necesario evaluar la calidad de las aguas y su grado de contaminación por materia fecal lo cual representa importancia desde el punto de vista ecológico, sanitario y estético (González *et al.*, 2009). Los microorganismos son importantes indicadores de la calidad del suelo debido a que cumplen funciones vitales en el reciclado de nutrientes, supresión de patógenos, transformación de residuos, degradación de contaminantes, entre otras. Además la composición sobre la estructura de las comunidades y su función bacteriana es importante para establecer un índice del estado de los ecosistemas y caracterizar la actividad fisiológica alta y rápida respuesta a los cambios ambientales (Nielsen, 2002).

Para esto las bacterias heterotróficas pueden ser usadas debido a que son sensibles ante cambios y fluctuaciones de los factores abióticos del sistema y a los efectos antrópicos sobre el ambiente (De Giorgio *et al.*, 1998; Bobkova, 2002; Kudryavtsez *et al.*, 2002). De igual manera la diversidad

de las comunidades microbiológicas generalmente disminuye en respuesta a perturbaciones o estrés ambiental y el número de poblaciones sobrevivientes poseen propiedades específicas que le permiten persistir dentro de las comunidades perturbadas dando información sobre el estado ambiental (Atlas y Bartha, 2002). En Venezuela, los estudios sobre estructura de comunidades bacterianas y diversidad funcional son pocos, y estos se han desarrollado en el estudio de sucesiones microbianas durante los procesos de descomposición de materia vegetal y de estructura funcional en el agua del corredor ribereño del bajo río Orinoco (Bastardo, 1988, 1993, 1999, 2007; Danovaro *et al.*, 1998). Sin embargo estos estudios no incluyen a los hongos, es por ello que bajo el enfoque que propone la microbiología ambiental se estableció como objetivo de esta investigación, evaluar la calidad microbiológica ambiental de la Quebrada de Guaranao en sus componentes agua, aire y suelo, mediante la caracterización de las bacterias, hongos y microalgas.

1. Metodología

1.1. Área de estudio

La zona de estudio correspondió al humedal Quebrada de Guaranao en su curso bajo, esta área está definida por una poligonal cerrada que abarca una superficie mayor a 140 ha que se distribuye desde la intercomunal Alí Primera (Punto Fijo), Los Taques hasta la salida al mar en el puerto internacional, atravesando los sectores Blanquita de Pérez, Bloques de BTV, La Rosa, Los Caciques, Santa Irene, Josefa Camejo, Bolívar e Industrial atravesados por cuatro calles, donde se establecieron (4) estaciones de muestreo para abordar los espacios descritos en la poligonal. La ubicación de las estaciones se tomaron según los criterios de: accesibilidad, posible efecto de la actividad antrópica y la entrada y salida del cuerpo de agua. Las estaciones de muestreo fueron georeferenciadas utilizando un GPS marca Garmin © modelo Etrex (Figura 1).



FIGURA 1. Área de Estudio. Quebrada de Guaranao, Punto Fijo, estado Falcón, Venezuela, indicando las estaciones de muestreo

1.2. Toma de muestra

La toma de muestra se realizó en tres periodos de tiempo durante 3 meses uno por mes, para ello se aplicaron muestreos en cada estación, por triplicado en los siguientes componentes. *Aire*: se realizó un muestreo aleatorio simple de un radio no mayor de 5 mts, aplicando el método de sedimentación pasiva, el cual consistió en exponer a las corrientes de aire placas de Petri que contenían medios de cultivos previamente preparados de Agar Nutritivo (AN) marca BP © y Papa Dextrosa Agar (PDA) marca BP ©, colocándolas a una altura de aproximadamente de 1.5 mts en un lapso de tiempo de 10 a 15 minutos (Kolwzan, 2006; Microkit, 1999). *Suelo*: En cada estación se realizó un muestreo aleatorio simple, tomando para cada réplica un área cuadrada de 3 mts, en la que se colectaron 200 gramos de suelo con una pala previamente esterilizada a una profundidad de 20 cm. Se distribuyeron en el área de la siguiente manera: cuatro muestras en las esquinas y una en el centro, mezclando las porciones en una bolsa plástica transparente de 1 L para la obtención de una muestra integrada por cada estación (Lorch *et al.*, 1998). Se trasladaron al laboratorio para su respectivo análisis y procesamiento. *Agua*: las muestras de agua fueron colectadas

de tres formas. La primera para la caracterización de bacterias y hongos en envases de vidrio transparente de 250 ml previamente esterilizados (Kerr, 1970; Eaton y Greenberg, 1995). La segunda para el estudio de las microalgas colectadas aproximadamente a un metro de la orilla en la parte superficial de la columna de agua en envases estériles y fijando la muestra con lugol al 0,9 % (Vicente *et al.*, 2005). La tercera forma de colecta del agua, se realizó con envases de plástico ámbar de litro y medio previamente curado con agua superficial para los análisis físico-químicos. Todas las muestras colectadas fueron selladas, rotuladas, identificadas y refrigeradas para su conservación y posterior procesamiento (APHA, 1998).

1.3. Crecimiento de hongos y bacterias del componente aire, suelo y agua

Las muestras de los componentes agua y suelo se prepararon para su inoculación mientras que las obtenidas directamente del muestreo de aire fueron colocadas en condiciones de incubación para su crecimiento. Del suelo se pesó 10 gr y se diluyó en 100 ml de agua destilada con NaCl al 0.85%; del agua se tomaron alícuotas de las muestras colectadas en cada estación. De ambos tipos de muestra se inoculó 0.1 ml con espátula de Driglasky en placas con AN o PDA y finalmente todas las placas resultantes de los componentes fueron incubadas a 30-37 °C en tiempos de 3-5 días para hongos y de 1-2 días para bacterias (Lorch *et al.*, 1998). Las bacterias y hongos fueron caracterizados por su macromorfología en placa de Petri y los aspectos micromorfológicos en bacterias fueron caracterizadas por su morfología y tinción diferencial de Gram (Sutton, 2011; Santabrosio, 2009). Para el estudio de los hongos se realizaron microcultivos en cámara húmeda evaluando los aspectos morfológicos de los cuerpos fructíferos distintivos de cada especie por microscopía fotónica (Riddell, 1950; Casas, 1994; Abarca, 2000).

1.4. Caracterización de microalgas mediante microscopía fotónica

Las muestras de agua destinadas para el análisis de microalgas se caracterizaron dentro de los grupos de Diatomeas, Clorofitas y Cianobacterias según el método propuesto por el Instituto Nacional de Ecología INE (1982). Estos grupos se evaluaron en un microscopio fotónico Marca Nikon-FDX aplicando el método de cámara de Neubauer (Vicente *et al.*,

2005). Los datos obtenidos de la caracterización de los microorganismos en los diversos componentes fueron organizados y colocados en tablas descriptivas. *Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat versión 2.0 año 2002. Aplicando la prueba de análisis de la varianza y el test de Duncan tomando en cuenta un valor de $p,05$ para evaluar la significancia de las variables de estudio.*

1.5. Pruebas físico-químicas y coliformes del componente agua

A cada muestra obtenida de la estaciones de muestreo, se le determinó la temperatura en ($^{\circ}\text{C}$); (pH) por el método electrométrico (4500-H); oxígeno disuelto (OD) aplicando el método de Winckler (APHA, 1998); coliformes totales (CT) y fecales (CF) empleando la técnica de tubos múltiples recomendada por APHA (1998). Los datos obtenidos fueron comparados y reportados según la norma Decreto 883, descrita por la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5021 Extraordinario 18 de diciembre de 1995.

1.6. Establecimiento de la Diversidad Funcional de hongos bacterias y microalgas para los componentes suelo, agua y las especies fúngicas y bacterianas en el componente aire.

Se estudiaron las diversas cepas aisladas determinando la capacidad de degradación bioquímica. Las cepas aisladas como puras presentes en tubos mantenidas a 4°C en AN o PDA fueron reactivadas en cultivos en un lapso de hasta 48 horas. En cada cepa aislada se determinó: la capacidad de fermentar glucosa o lactosa; producción de sulfuro; prueba de indol; motilidad; H_2S ; Voges-Proskauer según Mac Faddin (1993). A los datos obtenidos de las diversas pruebas bioquímicas se les aplicó un análisis multivariado (Cluster de datos) para la obtención de los grupos de hongos y bacterias con las mismas características funcionales. La media utilizada fue la distancia euclidiana media (Sneath y Sokal 1973). Las cepas cuya distancia fue cero, se consideraron integrantes del mismo grupo funcional (Vargas *et al.*, 1992). Estos datos fueron usados para el cálculo de la frecuencia de aparición de los grupos funcionales (F_i), del índice de diversidad funcional (IDF) y el índice de importancia (P_i), propuesto por Ramos (1996) (Bastardo *et al.*, 2007).

2. Resultados

Se visualiza en la tabla 1, la caracterización de las bacterias recuperadas del agua mostró 8 cepas que difieren en los caracteres macro y microscópicos, el análisis estadístico entre las cepas no mostró diferencias significativas. Sin embargo, este grupo muestra a los diplococos G (-) como el más representativo con una media de 0,75, seguido de los cocos G (-), con una media de 0,50.

Se presenta en la tabla 2, la evaluación de las cepas por las características macromorfológicas y micromorfológicas, en el suelo presentó 6 cepas de cocos en donde 2 cepas eran bacterias Gram (+) y 4 cepas eran bacterias Gram (-) se muestra que la principal macromorfología fue la N4. La evaluación de los datos mostró tres grupos con diferencias estadísticas, el grupo más representativo son los cocos Gram (-) con una media de 4,00 seguido de los diplococos Gram (-) con una media 1,50, el resto de las cepas se comportó similar estadísticamente, como un solo grupo con una media de 0,25.

TABLA 1. Caracterización macromorfológica en placa y morfotinción de Gram de bacterias recuperadas de los componentes agua de la Quebrada de Guaranao

N	Cepa	Micromorfología	Macromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	3AGE1AN,A	Cocos Gram (-)	Ramificado	Plano	Blanco	Irregular
2	3AGE1AN,B	Cocos Gram (-)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
3	3AGE2AN,A	Estafilococos Gram (+)	Entero	Plano	Blanco	Circular
4	3AGE2AN,B	Coco bacilos Gram (+)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
5	3AGE2AN,C	Coco bacilos Gram (-)	Ramificado	Plano	Amarillo	Irregular
6	4AGE1AN,A	Diplococos Gram (+)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
7	4AGE2AN,A	Cocos Gram (+)	Filamentoso	Plano	Beige	Rizoide
8	4AGE134AN	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Beige	Irregular

Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 2. Caracterización macromorfológica en placa y morfotinción de Gram de bacterias recuperadas de los componentes suelo de la Quebrada de Guaranao

N	Cepa	Micromorfología	Macromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	1SE1AN	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Blanco	Irregular
2	1SE2AN	Cocos Gram (+)	Entero	Plano	Blanco	Irregular
3	1SE3AN	Estreptococo Gram (+)	Entero	Plano	Blanco	Irregular
4	4SE1234 AN	Cocos Gram (-)	Entero	Plano	Beige	Irregular
5	4SE2AAN	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
6	4SE2AN	Diplococos Gram (-)	Lobulado	Plano	Amarillo	Granular

Fuente: Elaboración propia (2013).

En la tabla 3 se presentan las cepas recuperadas del aire, las cuales mostraron 15 cepas bacterianas de las cuales 7 fueron bacterias Gram (+) y 8 fueron bacterias Gram (-), diferentes en sus características macroscópicas y microscópicas de las cuales, el análisis estadístico mostró que la principal cepa que fueron Diplococos Gram (-) con una media de 1,25 seguido de cocos Gram (+) con una media de 0,75 y el resto de las cepas fueron representadas con una media entre 0,50 y 0,25.

La caracterización de las cepas de hongos del agua, visualizada en la tabla 4, en base a la micromorfología y macromorfología señaló tres cepas de un mismo género. La media más alta fue *Aspergillus flavus* con 0,50 seguido de *A. niger* con una media de 0,25.

La tabla 5 se muestra que aunque no hay grupos significativos estadísticamente en las cepas de hongos evaluados del suelo; el grupo que presentó la media más alta fue *Aspergillus flavus* con una media de 0,50, seguido de un grupo de tres cepas con una media similar de 0,25 *Aspergillus niger*, *Gotrichum sp.*, y *Rizophus sp.* respectivamente.

TABLA 3. Caracterización macromorfológica en placa y morfotinción de Gram de bacterias recuperadas de los componentes aire de la Quebrada de Guaraná

N	Cepa	Micromorfología	Macromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	2AiE2AN,A	Coco bacilos Gram(+)	Entero	Plano	Beige	Circular
2	2AiE2AN, B	Bacilos Gram (+)	Entero	Plano	Amarillo	Irregular
3	2AiE3AN, A	Cocos Gram (+)	Ramificado	Plano	Blanco	Irregular
4	2AiE3AN, B	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Blanco	Circular
5	2AiE4AN, A	Cocos Gram (-)	Ramificado	Plano	Blanco	Irregular
6	2AiE4AN, B	Bacilos Gram (+)	Entero	Plano	Blanco	Circular
7	3AiE1AN, A	Coco bacilos Gram (-)	Entero	Plano	Blanco	Circular
8	3AiE1AN, B	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
9	3AiE1AN, C	Cocos Gram (+)	Entero	Plano	Blanco	Irregular
10	3AiE2AN, A	Diplococos Gram (+)	Ramificado	Plano	Blanco	Irregular
11	4AiE4AN, A	Diplococos Gram (-)	Entero	Plano	Amarillo	Circular
12	4AiE4AN, B	Cocos Gram (+)	Lobulado	Plano	Naranja	Irregular
13	4AiE4AN, C	Diplococos Gram (-)	Ramificado	Elevado	Gris	Algodonoso
14	4AiE4AN, D	Cocos Gram (-)	Lobulado	Elevado	Marrón	Granulado
15	4AiE4AN, E	Diplococos Gram (-)	Entero	Elevado	Negro	Circular

Fuente: Elaboración propia (2013)

TABLA 4. Caracterización macromorfológica en placa e identificación por microcultivo de hongos recuperados de los componentes agua de la Quebrada de Guaranao.

N	Cepa	Micromorfología	Micromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	3AGE1PD A,A	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Plano	Negro	Irregular
2	3AGE1PD A,B	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Elevado	Blanco	Redondo
3	3AGE2PD A,C	<i>Aspergillus niger</i>	Entero	Elevado	Verde	Irregular

Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 5. Caracterización macromorfológica en placa e identificación por microcultivo de hongos recuperados de los componentes suelo de la Quebrada de Guaranao.

N	Cepa	Micromorfología	Macromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	3SE1PD A,A	<i>Rizophus sp.</i>	Ramificado	Elevado	Blanco	Algodonoso
2	3SE2PD A,A	<i>Aspergillus niger</i>	Ramificado	Elevado	Negro	Algodonoso
3	2SE3PD A,A	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Elevado	Verde	Redondo
4	2SE3PD A,B,C	<i>Geotrichum sp.</i>	Lobulado	Elevado	Verde	Irregular
5	2SE2AN, A	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Plano	Amarillo	Irregular

Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 6. Caracterización macromorfológica en placa y microcultivo de hongos recuperados de los componentes aire de la Quebrada de Guaranao

N	Cepa	Micromorfología	Macromorfología			
			Borde	Elevación	Color	Forma
1	2AIE2PD A,A	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Elevado	Blanco	Circular
2	2AIE3PD A,A	<i>Rizophus sp.</i>	Entero	Elevado	Marrón	Irregular
3	2AIE3PD A,B	<i>Aspergillus sp.</i>	Ramificado	Elevado	Blanco	Irregular
4	2AIE3PD A,C	<i>Aspergillus sp.</i>	Ramificado	Elevado	Blanco	Irregular
5	2AIE4PD A,A	<i>Penicillium sp.</i>	Ramificado	Elevado	Blanco	Irregular
6	2AIE4PD A,B	<i>Aspergillus niger</i>	Entero	Plano	Negro	Irregular
7	2AIE4PD A,C	<i>Aspergillus niger</i>	Entero	Elevado	Blanco	Irregular
8	3AiE2PD A,A	<i>Aspergillus niger</i>	Entero	Elevado	Blanco	Redondo
9	3AiE2PD A,B	<i>Aspergillus flavus</i>	Entero	Elevado	Negro	Redondo

Fuente: Elaboración propia (2013).

Se presenta anteriormente la tabla 6, referida a la caracterización de hongos recuperados del aire, la cual mostró 9 cepas que difieren en los caracteres macro y microscópicos; el análisis estadístico, no mostró diferencias significativas entre las cepas estudiadas. Sin embargo, este grupo muestra al *Aspergillus niger* como el más representativo con una media de 0,75 seguido de *Aspergillus flavus* con una media de 0,50 seguido del resto de las cepas caracterizadas.

La figura 2 muestra la distribución de los grupos de microalgas evaluadas por la cámara de Neubauer. El análisis estadístico señaló que los grupos de microalgas más representativos para todas las estaciones de muestreo fueron las clorofitas seguido de las cianobacterias y luego las diatomeas.

La diversidad funcional del aire (tabla 7) muestra 18 grupos funcionales de 25 cepas evaluadas, el grupo funcional que presentó mayor IDF fue el grupo funcional 8 con una Pi de 0,12 seguido de los grupos funcionales 5, 7, 10, 12, 17 con Pi de 0,08.

La diversidad funcional del suelo (tabla 8) muestra 10 grupos funcionales de 25 cepas evaluadas, el grupo funcional que presentó mayor índice de importancia funcional fue el grupo funcional 1,2,3 con una Pi de 0,15 seguido de los grupos funcionales 4,5,6,7,8,9,10 con Pi de 0,08.

La diversidad funcional del agua (tabla 9) muestra 10 grupos funcionales de 25 cepas evaluadas, el grupo funcional que presentó mayor índice de importancia funcional fue el grupo funcional 3 con una Pi de 0,182 seguido de los grupos funcionales 1-2,4-10 con Pi de 0,091.

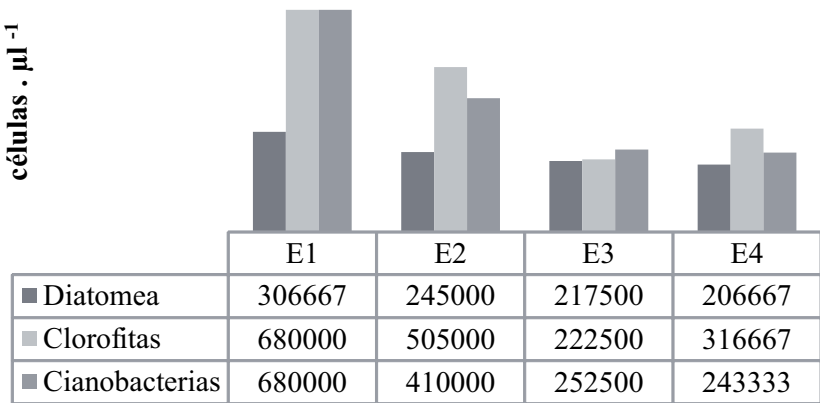


FIGURA 2. Promedio de distribución de microalgas de las muestras de agua, evaluadas por cámara de Neubauer provenientes de la Quebrada Guaranao

Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 7. Diversidad funcional de cepas de bacterias y hongos recuperadas del aire

	S	I	M	V	H ₂ S	Glu	Lac	N	Pi
	Cepas								
1	0	0	1	0	0	1	1	1	0,04
2	0	0	1	1	0	1	0	1	0,04
3	0	1	1	1	0	0	1	1	0,04
4	0	1	1	0	0	0	0	1	0,04
5	1	1	1	1	0	1	0	2	0,08
6	0	0	0	1	0	1	0	1	0,04
7	0	1	0	1	0	1	0	2	0,08
8	0	1	1	1	0	1	0	3	0,12
9	0	0	1	1	0	1	1	1	0,04
10	1	1	1	1	1	1	0	2	0,08
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0,04
12	1	1	1	0	1	1	0	2	0,08
13	0	1	1	0	0	1	0	1	0,04
14	0	1	0	1	0	1	1	1	0,04
15	1	1	1	0	0	1	0	1	0,04
16	0	1	1	0	0	1	1	1	0,04
17	0	1	1	1	0	1	1	2	0,08
18	0	1	0	1	0	1	1	1	0,04
Σ	5	14	14	11	3	16	8	25	
%	20	56	56	44	12	64	32	100	

Leyenda: S: sulfuro; I: Indol; M: motilidad; V: Voges-P, H₂S, Glu: Glucosa, Lac: Lactosa; Pi: Índice de Importancia.
Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 8. Diversidad funcional de cepas aisladas del suelo

	S	I	G	V	H ₂ S	Glu	Lac	N	Pi
	Cepa								
1	0	0	1	1	0	1	1	2	0,15
2	0	0	1	1	0	0	1	2	0,15
3	0	1	0	1	0	1	1	2	0,15
4	0	0	0	1	0	1	1	1	0,08
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0,08
6	1	1	1	1	1	1	0	1	0,08
7	1	1	1	0	1	1	0	1	0,08
8	0	1	1	0	1	1	1	1	0,08
9	0	1	0	0	0	1	1	1	0,08
10	0	0	1	0	0	1	1	1	0,08
Σ	2	6	6	6	3	9	7	13	1
%	15	46	46	46	23	69	54	100	

Leyenda: S: sulfuro; I: Indol; M: motilidad; V: Voges-P, H₂S, Glu: Glucosa, Lac: Lactosa; Pi: Índice de Importancia.
 Fuente: Elaboración propia (2013).

TABLA 9. % Diversidad funcional de cepas aisladas del agua

	S	I	M	V	H ₂ S	Glu	Lac	N	Pi
	Cepa								
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,091
2	1	0	1	0	1	1	0	1	0,091
3	0	1	1	0	0	1	0	2	0,182
4	1	1	1	0	1	0	0	1	0,091
5	0	1	0	1	0	0	0	1	0,091
6	0	1	1	1	0	1	0	1	0,091
7	0	1	0	1	0	1	0	1	0,091
8	0	1	0	0	0	1	0	1	0,091
9	0	1	0	0	0	1	1	1	0,091
10	0	0	1	0	0	1	1	1	0,091
Σ	3	8	6	4	3	8	3	11	1
%	27	73	55	36	27	73	27	100	

Fuente: Elaboración propia (2013).

La tabla 10, señala el índice de diversidad funcional de los diferentes componentes estudiados, para el aire el índice de diversidad funcional (IDF) fue de 0,72, este valor representa el número de grupo funcional más importante dentro de los componentes estudiados. Asimismo el componente suelo muestra un índice de diversidad funcional (IDF) de gran interés con un valor de 0,76 seguido del (IDF) del agua el cual fue de 0,90.

Clasificación según el Decreto 883 Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5021 Extraordinario 18 de diciembre de 1995, Coliformes totales (CT), Coliformes fecales (CF) Promedio aritmético de nivel de bacterias en agua (NMP/100 ml).

En la tabla 11 se muestran los diferentes parámetros fisicoquímicos evaluados en cada una de las estaciones de muestreo. El valor obtenido del pH que se midió en la estación 3, señala que fue de 6,0 el cual indica que está dentro de los límites establecidos para clasificarlo como un parámetro correspondiente a las aguas del tipo 1A y 1B. Sin embargo, las estaciones 1, 2, 4 mostraron valores muy cercanos al establecido por el decreto 883. En cuanto a la temperatura, los valores registrados a mediodía en cada una de las estaciones de muestreo fueron 32°C o 33°C, lo que señala que los valores fueron similares. El oxígeno disuelto en la estación 1, fue muy alto lo cual sobrepasó los límites establecidos por el decreto 883, mientras la estación 2 obtuvo un valor de 6 mg/L siendo éste el rango apropiado para señalarlo como apto para aguas de subtipo 4A y 4B. Por otra parte, las estaciones 3 y 4 no presentaron valores aceptables para ser clasificados por el decreto 883 ya que estuvieron fuera de los rangos establecidos. Con respecto a los coliformes totales y fecales los valores obtenidos de las estaciones 3 y 4 señalan que estos son los aceptados por los límites establecidos en el decreto 883 para aguas de tipo 1A Y 1B.

Tabla 10. Índices de grupos funcionales encontrados en los diversos componentes

18 GF / 25 CEPAS IDF 0,72	AIRE
10 GF / 13 CEPAS IDF 0,76	SUELO
10 GF / 11 CEPAS IDF 0,90	AGUA
IDF número de grupos funcionales/ total de cepas / componente	
Fuente: Elaboración propia (2013).	

TABLA 11. Resultados de las pruebas físico-químicas y coliformes

Parametros	E1	E2	E3	E4	Tipo1A-1B	Subtipo 4A-4B
Ph	5,9	5,9	6,0	5,8	6,0-8,5	S/L
Temperatura (°C)	33	33	33	32	S/L	S/L
Oxígeno disuelto (mg/L)	18	6	5	7	4m g/L	6 mg/L
Coliformes (CT) y (CF)	≥16	16	≤2,2	≤2,2	≤ 2,2	NMP/100 ml
Clasificación	4B	4ª	1A	1A		

Fuente: Elaboración propia (2013).

3. Discusión de los resultados

La evaluación a través de las características micro y macromorfológicas muestran a los cocos como la morfología más frecuente en todos los componentes estudiados. Así mismo los diplococos Gram negativos fueron la agrupación morfotintorial más representativa con las medias más alta en los componentes agua 0.75 (tabla 1), suelo 4.00 (tabla 2) y aire 1.25 (tabla 3). Esta data muestra como bacterias formadas por dos cocos que se asocian en forma de parejas (Prescott *et al.*, 2002) pueden ser viables en los diversos componentes estudiados, esto puede ser posible ya que algunos diplococos poseen capsula que le permite resistir a los diversos cambios ambientales. Se propone la posibilidad de su desplazamiento entre los componentes, del aeroplancton, neuston, edafon y el agua de la zona de estudio (Mosso, 2002; Atlas y Bartha, 2002). Sin embargo, entre los diversos géneros que se presentan como diplococos están *Nesseria* que pertenece al grupo filogenético beta con 24 especies y *Moraxella* del grupo filogenético Gamma con 8 especies, estas son comunes en animales y algunas son patógenas. Estos dos géneros no son resistentes a los cambios ambientales de temperatura y desecación lo que no los hacen viables durante mucho tiempo en los diversos componentes del ambiente.

En cuanto el género *Acinetobacter* del grupo filogenético Gamma, del cual se han descrito 7 especies puede formar cápsulas para la resistencia a cambios ambientales, de igual manera puede formar parte de la flora

normal de la piel del hombre y es común en el suelo, el agua y aguas residuales. Este género es capaz de alterar los alimentos y ocasionalmente produce enfermedades nosocomiales puesto que posee una transformación natural de alta eficacia (Madigan *et al.*, 2006). Sin embargo, su presencia en suelo y el agua puede estar asociada al reciclamiento de los nutrientes.

La especie fúngica más representativa en los componentes de estudio fue *Aspergillus flavus* con una media de 0,50 para todos los componentes (tablas 4, 5, 6) seguido de *Aspergillus niger*, la cual fue también encontrada en todos los componentes en especial en el componente aire (tabla 6). Esto propone al género *Aspergillus* como un microorganismo con capacidad de estar presente en la arena (Izquierdo *et al.*, 1986), el suelo, el agua y el aire debido a su versatilidad para degradar tanto compuestos simples como xenobióticos lo que le da un valor ambiental a este microorganismo como agente capaz de reciclar la materia orgánica a las diferentes cadenas tróficas (Hoog *et al.*, 2000) y estar presentes en todos los componentes del ambiente. Puede considerarse a esta especie como una especie indicadora del aumento de la actividad antrópica en los espacios donde hay mayor cantidad de esta.

Los datos evaluados (figura 2) muestran al grupo de microalgas clorofitas como el grupo estadísticamente más alto, seguido de las cianobacterias y las diatomeas en todas las estaciones. Sin embargo las estaciones E1 y E2 presentan valores mayores para todos los grupos en comparación de las estaciones E3 y E4. La presencia marcada de clorofitas en mayor proporción con respecto a los demás grupos propone la posibilidad de que este cuerpo de agua en especial en las estaciones E1 y E2 tengan un alto contenido de nutrientes y esto se debe a que en estas estaciones se produce descarga de aguas servidas provenientes de los desarrollos habitacionales y comunidades que se encuentran alrededor de dicho tramo de la quebrada (Vicente *et al.*, 2005; Morillo *et al.*, 2010). La mayoría de los hongos y bacterias presentes en los ecosistemas del ambiente estudiado en la Quebrada de Guaranao son capaces de metabolizar diversos compuestos orgánicos de los componentes aire (tabla 7), suelo (tabla 8) y agua (tabla 9) cuyo origen puede ser natural o xenobiótico.

De los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas, en todos los componentes evaluados la glucosa presentó el porcentaje más elevado se-

guido del indol (tabla 7, 8, 9) la primera prueba corresponde a microorganismos heterotróficos y la segunda a la capacidad de descarboxilación oxidativa del indol asociado a la capacidad de romper moléculas cíclicas de los compuestos aromáticos xenobióticos. El componente con mayor Índice de Diversidad Funcional (IDF) fue el aire 0.72 (tabla 10) así mismo fue el componente donde fue posible recuperar mayor número de cepas (tabla 7), esto es debido a la gran actividad vehicular cercana a las estaciones de muestreo que genera una cantidad de polución al aire. De modo tal que lo enrarece, aumentando así el número de elementos dispersos en los aerosoles, que incluyen a compuestos orgánicos y xenobióticos lo cuales se convierten en nutrientes disponibles para hongos y bacterias presentes en el aeroplancton. De la misma manera el componente suelo presentó un IDF de 0,76 esto propone la posibilidad de que la microflora autóctona del suelo es capaz degradar biomoléculas que permiten mantener el flujo de nutrientes en los ecosistemas (Díaz-Borrego, 2007). El componente agua mostró un IDF de 0,90 estos resultados son consistentes con los obtenidos por un estudio similar realizado por Bastardo (2007). La variación de la diversidad funcional bacteriana en el agua de la Quebrada de Guaranao determinada en este estudio, es comparable con la reportada para un ecosistema costero de Venezuela, donde este índice varió entre 0,90 y 0,72 (Linares, 1996).

La diversidad de las comunidades microbiológicas generalmente disminuye en respuesta a perturbaciones o estrés ambiental, mientras que el número de poblaciones sobrevivientes poseen propiedades específicas que le permiten persistir dentro de las comunidades perturbadas (Atlas y Bartha, 2002). Los resultados obtenidos de las pruebas físico-químicas y coliformes totales (CT) y fecales (CF) (tabla 11) muestran un decrecimiento de la calidad del agua desde las estaciones E4-E3 la cuales se clasifican como de tipo 1A, y las estaciones E2 como 4A, y E1 como 4B. Los microorganismos presentes en los diversos componentes (aire, suelo y agua) pueden tanto generar nichos específicos o intra específicos para el uso y transformación de la materia y la energía asociados a los diversos ciclos biogeoquímicos (Riemann 1983; Mudryk y Donderski 1997; Schelesinger, 2000). Sin embargo, estos flujos pueden ser alterados por el efecto que genera la actividad antrópica. De este modo las comunidades microbianas de bacterias y hongos pueden verse aumentadas cuando nutrientes y las condiciones ambientales son propicias para su aumento, en especial si po-

seen capacidades de cambiar su metabolismo constitutivo por uno inductivo para degradar compuestos orgánicos xenobióticos con diversos grados de recalcitrancia en los componentes o en sus interfaces.

Conclusiones

Los resultados demuestran que el humedal Quebrada de Guaranao en su tramo más cercano al estuario posee una mayor cantidad de nutrientes y contaminación antrópica que es aprovechada por la biota de la zona. La mayor diversidad funcional encontrada fue el componente aire, la cual puede ser producto de la actividad vehicular cercana a la zona de estudio.

Referencias

- Abarca, L. (2000). Taxonomía e identificación de especies implicadas en la Aspergilosis nosocomial, *Rev Iberiam Micol* (17). S79-S84.
- APHA, American Public Health Association. (1998). *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. American Public Health Association, Washington D.C.
- Atlas, M., Bartha, R. (2002). *Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental*, 4 ed. Pearson, Madrid.
- Bastardo, A., Bastardo, H., Rosales, J. (2007). Diversidad Funcional de las Bacterias Heterótrofas del Bajo Río Orinoco, Venezuela, *Ecotropicos*. 20 (1). 15-23.
- Bastardo, H. (1988). Estudio preliminar del proceso de descomposición en el bosque de manglar de la Laguna de Tacarigua. *Acta Científica Venezolana*. (39). 184-185.
- Bastardo, H. (1993). Decomposition process in *Aviceniagerminans*, *Rhizophora mangle* and *Lagunculariacemosa* under oil spill. *Acta Biológica Venezuela*. 14 (2). 53-60.
- Bastardo, H. (1999). El proceso de descomposición y su importancia ambiental. Trabajo de ascenso a Titular en el escalafón Universitario de la Ilustre Universidad Central de Venezuela.
- Beveridge, T., Graham, L. (1991). Capas de la superficie de las bacterias. *Microbiol Rev*. 55 (4). 684-705.
- Bobkova, A. (2002). The matter in sedimentation traps as a biological system. *Hydrobiological Journal*. 38 (1). 97-104.

- Casas, R. (1994). *Micología General*. 2 ed. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. 24: 430-439, Caracas, Venezuela.
- Danovaro, R., Della Croce, N., Fabiano, M. (1998). Biochemical composition of particulate organic matter and bacterial dynamics at the sediments-water interface in a Mediterranean seagrass system. *Hydrobiologia* (363). 241-251.
- De Giorgio, P., Cole, J. (1998). Bacterial growth efficiency in natural aquatic systems. *Annual Review Ecological Systematic* (29). 503-541.
- Díaz Borrego, L., Dupontt, J., Cantini, L., Soto, L.M. (2007). Diversidad funcional de bacterias presentes en un suelo cultivado con guayaba (*Psidium guajava* L.). *Ciencia*. 15(4).
- Eaton, A., Greenberg, A. (1995). *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*, 19th ed. American Public Health Association, Washington D.C.
- Gaceta oficial de la República de Venezuela (1995) No. 5021, Extraordinario, 18 de Diciembre de 1995. Decreto 883 del 11-10-95. Normas para la clasificación y el control de la Calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos de las descargas a medios costeros, Caracas, Venezuela.
- González, M., Crucita, L., Bettina, H., Vásquez, A. (2009). Calidad Microbiológica de la ostra *Crassostrea rhizophorae* y aguas de extracción, Estado Sucre, Venezuela. *Rev Cient.* (19). 6.
- Hoog GS, Guarro J, Gené J, Figueras MJ. (2000). *Atlas of Clinical Fungi*. 2 ed. Utrecht-Reus, Centralbureau voor Schimmcultures-Universitat Rovira y Virgili, 973-976.
- INE. Instituto Nacional de Ecología (1982). *Manual de técnicas de Muestreo y Análisis de plancton y Perifiton*, 3 ed. N° 228.
- INPARQUES. Instituto Nacional de Parques, Consultores Técnicos Integrales (CTL) (1990). *Diagnostico Preliminar de la Quebrada Guaranao para delimitar la Poligonal de Afectación Futuro Parque Metropolitano Punto Fijo-Edo Falcón*, Caracas.
- Izquierdo, J., Piera, G., Aledany, MC., Lucena, F. (1986). *Estudio de la flora fúngica de la arena de la playa de Barcelona*. MED POL Research Project Final Report.
- Kerr, T. (1970). *Applications in General Microbiology. A Laboratory Manual*. Hunter Publishing Company.
- Kolwzan, B., y Waldemar, A., Kazimierz, G., Adam, A. (2006). *Introduction to Environmental Microbiology*, 1^{ra} ed. Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, Wroclaw.

- Kudryavtsez, V., Tsuban, A. (2002). Number, biomass, and production of bacterioplankton in the open part of the Baltic Sea. *Hydrobiological Journal*. 38 (1). 134-139.
- Linares, A. (1996). Distribución espacial y temporal de las bacterias acuáticas y su implicación sanitaria en la calidad del agua de la Laguna de Tacarigua. T.E.G. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- López, Y., Piñero, M. (2007). Investigación y acción participativa como herramienta epistémica en la integración escuela-comunidad para el rescate y conservación de la Laguna de Guaranao en el sector Bolívar. *Multiciencias* (7). 308-318.
- Lorch, J., Benckiser, G., Ottow, JCG. (1998). Basic methods for counting microorganisms in soil and water. In *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. (ed. K Alef, P Nannipieri) ed. Academic Press. London.
- Mac Faddin, J. (1993). Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Editorial Médica Panamericana S. A. México.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (2006). *Biología de los Microorganismos Brock* 11ª ed. Prentice Hall.
- MARN, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (1983). Informe del Saneamiento Ambiental del parque Metropolitano de la Laguna de Guaranao.
- Microkit, S. (1999). Proyecto Microkit para optimizar la sensibilidad de los parámetros del muestreo microbiológico del aire.
- Morillo, G., Jonte, L., Araujo, I., Angulo, N., Herrera, L., Morales, E. (2010). Efectos del nitrógeno y cloruros en la dinámica del fitoplancton del lago de Maracaibo, Venezuela. *Interciencia*. 35(8). 575-580.
- Mosso, M.A., Ullán, C., de la Rosa, M.C. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio medioambiental*. (5). 375-402.
- Mudryk, Z., Donderski, W. (1997). The occurrence of heterotrophic bacteria decomposing some macromolecular compounds in shallow estuarine lakes. *Hydrobiologia*. 342 (343). 71-78.
- Nielsen, NM., Winding, A., Binnerup, S., Hansen, BM., Kroer, N. (2002). Microorganisms as indicators of soil health. National Environmental Research Institute (NERI). *Technical report* No. 388.
- Prescott, LM., Herley, JP., Donald, AK. (2002). *Microbiología* 5ª, Mac Graw Hill, Madrid.
- Santabrosio, E. Ortega, M., Garibaldi, P. (2009). tinción y observación de microorganismos. Universidad Tecnológica Nacional.
- Schlesinger, W. (2000). Biogeoquímica un análisis del Cambio global, Ariel España.

- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010). Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª ed., (1). Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland Suiza.
- Sneath, P., Sokal, R. (1973). Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Company.
- Sutton, S. (2011). Activities of the USP Microbiology and Sterility Assurance Expert Committee During the 2005-2010 Revision Cycle, *American Pharmaceutical Review*. 1(8). 12-30.
- Ramos, J. (1996). Modelos matemáticos y estadísticos y la biodegradación de crudos. Memorias del V Seminario Guayanés sobre Conservación del Ambiente. Puerto Ordaz. Estado Bolívar, Venezuela.
- Riddell, Roland (1950). Permanent Stained Mycological Preparations Obtained by Slide Culture, *Mycologia*. 42 (2). 265-270.
- Riemann, B. (1983). Biomass and production of phyto bacterioplankton in eutrophic Lake Tystrup, Denmark. *Freshwater Biology*. (13). 389-398.
- Vargas, B., Ramos, L., Manzanero, M. (1992). Estudios de las comunidades bacterianas de un sistema de lodos activados. *Ecotropicos*. 5 (2). 1-10.
- Vicente, E., Hoyos, C., Sánchez, P., Cambra, J. (2005). Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua, Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton, Ministerio del Ambiente, España.

Efecto del surfactante de par iónico alquilcarboxilato de ciclohexilamonio en las transiciones de fase en un sistema querosén/agua

*Bélgica Bravo**
*Gerson Chávez**
*Edwin Montiel**
*Nelson Márquez**
*Nacarid Delgado**
*Milangel Luzardo**
*Iran Parra**
*Ana Cáceres***

Resumen

En este trabajo se sintetizaron surfactantes de contraion orgánico de tipo alquilcarboxilato de ciclohexilamonio (cHACn), a través de la neutralización de la ciclohexilamina con ácidos carboxílicos de 12, 14,16 átomos de carbono, con rendimientos > 95 % m/v. Las condiciones de reacción se optimizaron, y se corroboró la presencia de los mismos por la técnica de espectrometría de infrarrojo (FTIR). Así mismo, se realizaron medidas de conductividad encontrando una menor interacción entre el grupo carboxilato y el ciclohexila-

* Laboratorio de Petroquímica y Surfactantes. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad del Zulia.

** Laboratorio de Desarrollo de Métodos de Análisis. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad del Zulia. belgicabravo@gmail.com

monio con el aumento de la longitud de la cadena alquílica. Para cHAC12 se encontró transiciones de tipo WI \rightarrow WIII \rightarrow WII; y un incremento de la zona WIII con el aumento de la concentración de este surfactante. El estudio de transiciones de fase a través de mapas de formulación estuvo en concordancia con los cambios observados en las medidas de conductividad y tamaño de gota de las emulsiones formadas.

PALABRAS CLAVE: Emulsiones, surfactante de contraión orgánico, variables de formulación, transiciones de fase, winsor.

Effect of the Ion Pair Surfactant Cyclohexylammonium Alkylcarboxylate on Phase Transitions in a Kerosene/Water System

Abstract

In this study, counterion organic surfactants of the alkylcarboxylate of cyclohexylammonium type were synthesized by neutralizing cyclohexylamine with chain carboxylic acids (C12, C14 and C16) with yields 95% m / v. The reaction conditions were optimized, and presence of the products was corroborated by infrared spectrometry (FTIR). Likewise, conductivity measurements were carried out for these surfactants finding less interaction between the carboxylate group and cyclohexylammonium as the alkyl chain length increased. For cHAC12, transitions of the WI \rightarrow WIII \rightarrow WII type and an increased WIII zone with an augmented concentration of this surfactant were found. The study of phase transitions through formulation maps agreed with the changes observed in conductivity measurements and droplet size of the emulsions formed.

Keywords: Emulsions, variable formulation, organic counterion surfactant, phase transitions, Winsor.

Introducción

Los surfactantes son sustancias anfífilas que tienen una dualidad polar-apolar lo cual le confiere dos propiedades: una de adsorberse en una interfase aceite/agua o aire/agua disminuyendo la tensión superficial, y la otra es que a cierta concentración, los surfactantes interaccionan entre sí formando estructuras organizadas llamadas micelas, concentración conocida como concentración micelar crítica (cmc). Estas dos propiedades los hace atractivos en diversas aplicaciones a nivel doméstico e industrial (Bourrel y Schechter, 1988).

Actualmente, las investigaciones están dirigidas hacia la formulación de nuevas especies tensoactivas que sean amigables al ambiente. Se han llevado a cabo estudios basados en ácidos carboxílicos de cadena corta asociados a contraiones orgánicos de tipo imidazol y pirrolidina, los cuales son denominados como líquidos iónicos próticos, presentando propiedades tensoactivas con posibles aplicaciones como surfactantes (Vilasau *et al.*, 2010; Laosiripojana *et al.*, 2010; Alimohammadi *et al.*, 2012; Anouti *et al.*, 2009).

Debido a que pocos estudios se han dedicado a los compuestos con carácter anfílico como las sales de ácidos carboxílicos grasos en el campo de la industria, estas especies podrían representar una nueva familia en la clasificación de los surfactantes como surfactantes de contraion orgánico (Matsubara *et al.*, 2010). Los mismos están compuestos por un anión y un catión, los cuales pueden ser variantes y presentar propiedades tensoactivas. Dichas propiedades son de gran importancia para determinar sus posibles aplicaciones e incluso su destino ambiental.

Por lo anteriormente expuesto, se discutirán los aspectos fundamentales que rigen el comportamiento de los surfactantes de contraion orgánico. Para este caso en particular se emplearán ácidos carboxílicos grasos con número de átomos de carbono de intervalo de C12, C14 y C16 asociados a un contraion orgánico de tipo amina primaria como la ciclohexilamina. Se determinarán las transiciones de fase en un sistema ciclohexilamina-ácido carboxílico/querosén/agua, evaluando el efecto de las variables de formulación tales como: concentración de surfactante, sal (NaCl), *n*-butanol como co-surfactante y la temperatura, realizando barridos unidimensionales de formulación fisicoquímica, así como también algunas propiedades de las emulsiones formadas, como conductividad y tamaño de gota.

1. Metodología

1.1. Equipos y materiales

Para la caracterización de los derivados, se usó un espectrómetro de infrarojo con transformada de Fourier (FTIR) marca Shimadzu modelo 8400S. Las medidas de conductividad se realizaron en un conductímetro TetraCon®325 modelo LF 320. El tamaño de gota de las emulsiones se midió en un espectrofotómetro UV-Visible marca Agilent Technologies, modelo 8453 con arreglos de diodos.

1.2. Reactivos

Para la preparación de los barridos de formulación se empleó querosén (como la fase orgánica) y agua (como la fase acuosa). Como anfifílicos se usaron los siguientes ácidos carboxílicos: dodecanoico (C12), tetradecanoico (C14) y hexadecanoico (C16) (99% de pureza, Merck). Se empleó la ciclohexilamina (99% de pureza, Merck) como contraión orgánico. Como electrólito el cloruro de sodio (NaCl) (99,5% de pureza, Merck) y n-butanol (99,7% de pureza, Scharlau) como co-surfactante.

1.3. Procedimiento experimental

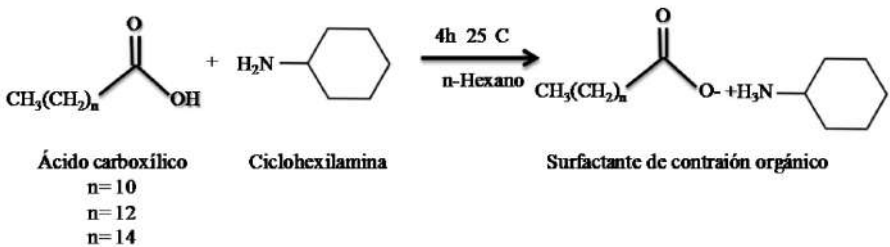
La reacción de neutralización ácido/base se llevó a cabo disolviendo una cantidad equimolar de ácido en 50 mL de hexano y, luego, se añadió el equivalente de ciclohexilamina dejando bajo agitación durante un tiempo determinado de reacción, los derivados obtenidos se filtraron y se lavaron con hexano frío. Para el estudio del efecto de la concentración del surfactante en la transición de fase se seleccionó el dodecanoato de ciclohexilamonio (cHA-C12) a concentraciones de 0,2% m/v, 0,3 % m/v y 0,4% m/v, donde los sistemas se prepararon en el siguiente orden: en cada tubo de ensayo se pesó una masa de 0,002; 0,003 y 0,004 g de (cHA-C12), respectivamente; luego se solubilizaron en 5mL de fase orgánica (querosén) utilizando el baño ultrasónico; asimismo, se adicionaron volúmenes de solución madre al 10% m/v de NaCl de tal forma de evaluar la concentración de sal en el intervalo de (0 a 10% m/v NaCl) completando la fase acuosa con agua destilada hasta obtener el sistema de 10ml, de tal manera de mantener la relación aceite/agua igual a 1; seguidamente, se le adiciona-

ron a los sistemas un volumen de *n*-butanol para evaluar el efecto del mismo en el intervalo de concentraciones de (0,2 a 5,0% v/v *n*-butanol) los sistemas se agitaron manualmente cada dos horas por 12 horas y se dejaron estabilizar por 48 horas en un baño termostatzado a 25 °C.

De igual forma se prepararon a 0,3% m/v de cHA-C14 y cHA-C16 para evaluar el efecto de la cola lipofílica del surfactante. El comportamiento de fase se evaluó por observación directa mediante los modelos Winsor, construyendo mapas de formulación (concentración de *n*-butanol en función de la concentración de NaCl) para observar la transición de fase (Winsor de tipo I, II, III) en los sistemas preparados. Para esto, se contó con la ayuda de una luz láser y en base a la difusión del haz de luz se corroboró la ubicación del anfífilo en el sistema (fase acuosa u orgánica).

2. Resultados y discusión

La síntesis del ácido dodecanoico de contraíón orgánico (CicloC12) se realizó mediante la reacción de cantidades equimolares del ácido dodecanoico y la ciclohexil amina, como se muestra en la siguiente reacción.



Síntesis del ácido dodecanoico de contraíón orgánico

Los compuestos aislados fueron caracterizados por FTIR. El espectro FTIR mostró la banda intensa de alargamiento simétrica y asimétrica del grupo amonio a 2562-2208 cm^{-1} y una banda de deformación del respectivo grupo a 1533-1470 cm^{-1} correspondiente a la amina protonada. Así como la aparición de bandas intensas de alargamiento asimétricas y simétricas a 1624 y 1393 cm^{-1} del grupo carboxilato y aparición de la banda de deformación a 719 cm^{-1} .

La presencia de variables como: concentración de surfactante, salinidad en la fase acuosa y alcoholes en sistemas surfactantes/aceite/agua origi-

nan un cambio de afinidad del surfactante por modificación de su ambiente fisicoquímico (Ningning *et al.*, 2012; Di Michele *et al.*, 2011), otorgándole un comportamiento de fase a estos sistemas. Por lo que en este trabajo se evaluó el efecto de las variables en función del cambio de transición a través del modelo de Winsor a fin de encontrar la caracterización fisicoquímica para estos nuevos sistemas con surfactantes de contraíón orgánico.

En la Figura 1 se puede visualizar que para el dodecanoato de ciclohexilamonio se encontraron transiciones de fase de tipo $WI \rightarrow WIII \rightarrow WII$ a partir de 1,5% v/v *n*-butanol y 7,3% m/v NaCl. Por otro lado, al aumentar la concentración de surfactante de contraíón orgánico la zona WIII se hace mayor y ésta se desplaza a menores concentraciones de sal/alcohol. Por lo que se observa una compensación de las variables sal/alcohol para la formación de la transición WIII. Esto se ve atribuido a que con el incremento de la concentración disminuyen las interacciones entre las moléculas de agua y la cabeza del surfactante, adsorbiéndose en la interfase, y por efecto hidrófobo del mismo generan mayor formación de estructuras bicontínuas, promoviendo así un cambio de afinidad del surfactante acompañado de un cambio de transición de fase (WIII) por solubilización de la fase orgánica y agua creando una tercera fase o microemulsión.

El efecto de *n*-butanol como co-surfactante es ubicarse en el área interfacial minimizando las repulsiones entre moléculas de surfactantes (Mendonça *et al.*, 2009; Djekic y Primorac, 2008), debido a la naturaleza hidrofílica del alcohol éste se solubiliza mayoritariamente en la fase acuosa. No obstante, en presencia de electrolitos existe una competencia entre estas dos variables (sal/alcohol) (Jie *et al.*, 2010; Wendorf *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2011). Las interacciones entre las moléculas de agua y electrolitos (Na^+ , Cl^-) son mayores que las del surfactante y las moléculas de agua, donde los iones son solvatados, originado a su vez repulsiones electrostáticas entre los iones Na^+ y la cabeza hidrofílica del surfactante. Las especies con dualidad polar-apolar (alcohol, surfactante de contraíón orgánico) en presencia de estas interacciones, migran promoviendo un cambio de afinidad, el cual se ve favorecido por la concentración de surfactante que contribuye al proceso de formación de micelas.

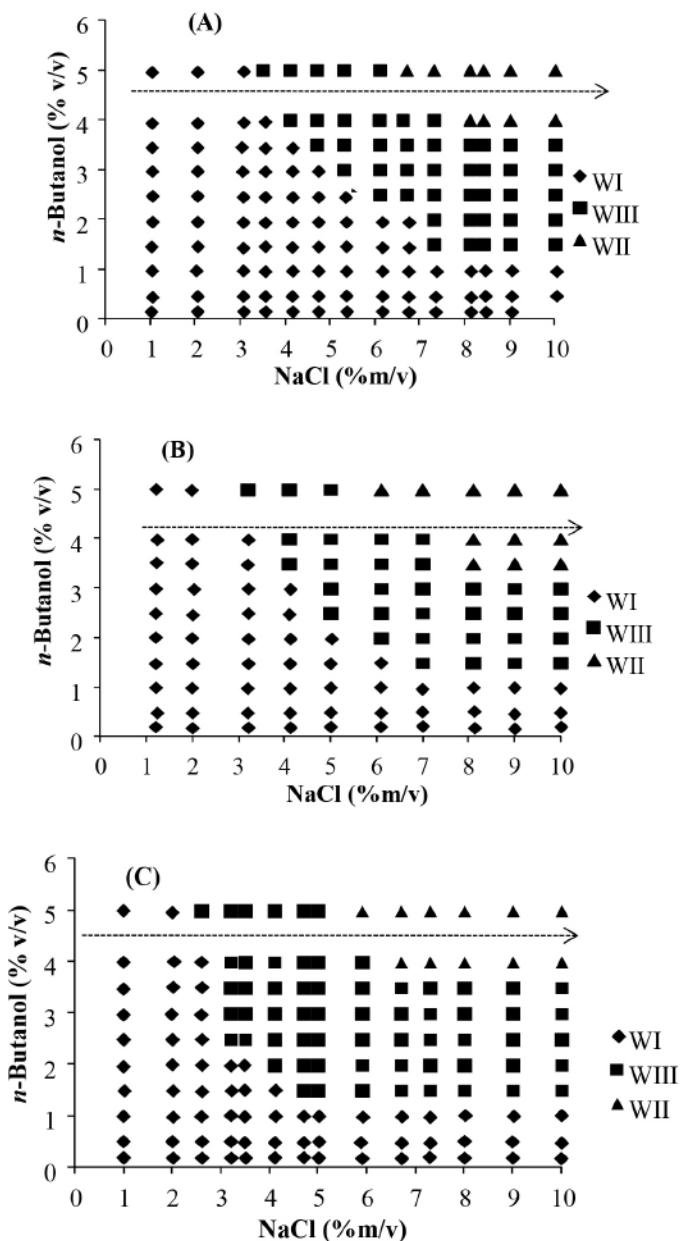


FIGURA 1. Mapas de transición de fase de sistemas CHA-C12/querosén/agua/NaCl/*n*-butanol bajo el efecto de la concentración de surfactante: (a) 0,2 % m/v, (b) 0,3 % m/v, (c) 0,4 % m/v

En la Figura 2 puede apreciarse la influencia de la cola lipofílica del surfactante. El cHAC12 es el más hidrofílico y parte de una transición WI, en cambio el cHAC14 y cHAC16, parten de WII por ser más hidrófobos. La aparición del cambio de transición es originado por las variables, se puede notar en la Figura 2, que para cHAC12, el desplazamiento de la transición WIII con el aumento de la cadena del surfactante hacia menor concentración de variables NaCl/n-butanol es de esperarse ya que al aumentar la lipofilidad del surfactante, las interacciones entre la parte lipofílica y el agua decrecen y éste se absorbe de manera más rápida en la interfase. Por otro lado, la presencia de las variables de formulación sal/alcohol en conjunto con el aumento de dos grupos metileno ($-\text{CH}_2$), favorecen la formación de micelas, de esta forma las micelas solubilizan de manera más efectiva la fase orgánica originando un cambio de fase a WIII, esto se logra más eficazmente con el surfactante de cadena más larga.

En este sentido, es de notar que el contraíón orgánico utilizado ejerce una influencia en el comportamiento del surfactante como tal en estos sistemas (Jingjing *et al.*, 2011; Anouti *et al.*, 2009; Guzmán *et al.*, 2010; Fameau *et al.*, 2011). La ciclohexilamina presenta en su estructura, un grupo ciclohexil unido a un grupo amino, por lo que contiene una dualidad al estar como catión en el grupo carboxilato contribuyendo a mejorar su propiedad tensoactiva. En general, para sistemas aceite/agua el comportamiento de un surfactantes estará totalmente influenciado por la estructura química de dicha molécula, así como también de las variables fisicoquímicas NaCl/n-butanol, ya que de esto dependerá la preferencia de interacciones del mismo con la fase hidrofílica o lipofílica.

El tipo de emulsión presente en los sistemas estudiados se determinó a través de medidas de conductividad. Para los sistemas que contienen cHAC12, la transición de fase parte de WI, por lo que éste se encuentra solubilizado en la fase acuosa en forma de micelas de tipo I o normales, estando presente una emulsión de tipo O/W. En la Figura 3 se observa el cambio de emulsión de O/W a W/O a partir de 6,1% m/v de NaCl y 3,0% v/v de n-butanol para 0,2% m/v de cHAC12. Para 0,3% m/v de cHAC12, el cambio de emulsión se observa a 5,2% m/v de NaCl y 3,0% v/v de n-butanol. De igual forma, para 0,4% m/v de cHAC12, los valores de variables NaCl/n-Butanol se mantienen similares a la concentración anterior, debido a la modificación del ambiente fisicoquímico del sistema en presencia

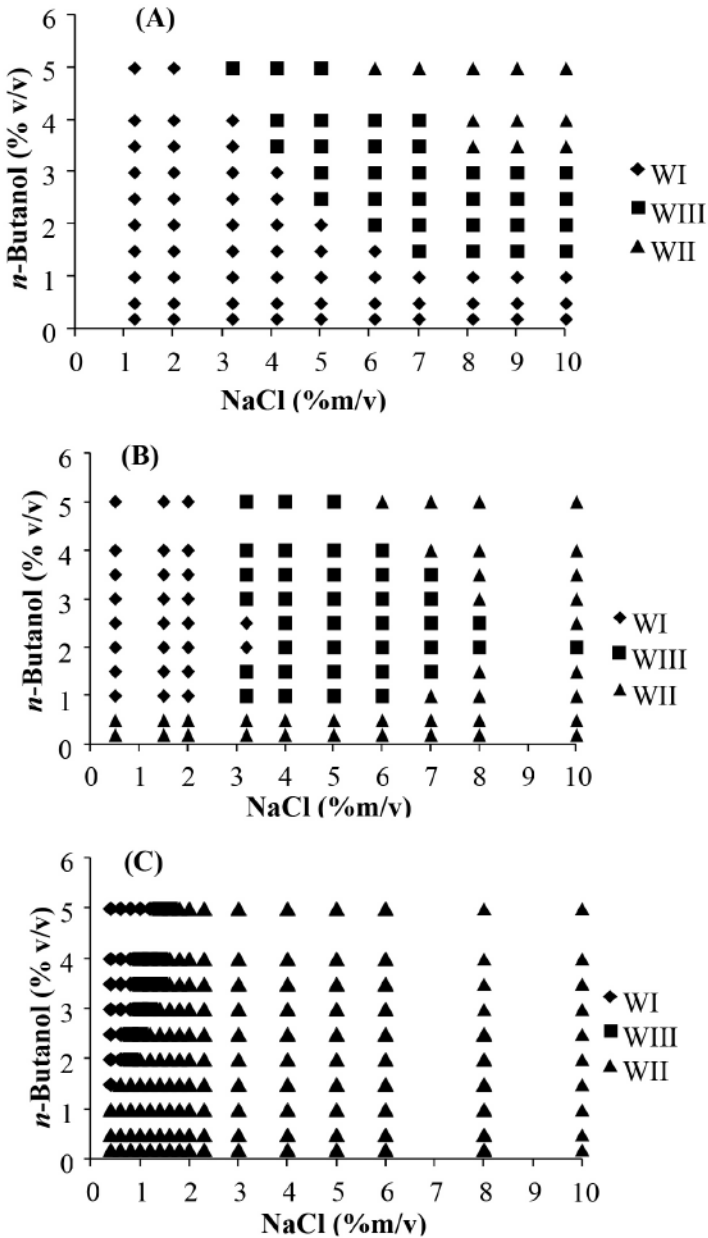


Figura 2. Mapas de transición de fase de sistemas surfactante/queposén/agua/NaCl/*n*-Butanol. Concentración de surfactante de contraión orgánico (0,3% m/v). (a) cHA-C12, (b) cHA-C14 y (c) cHA-C16.

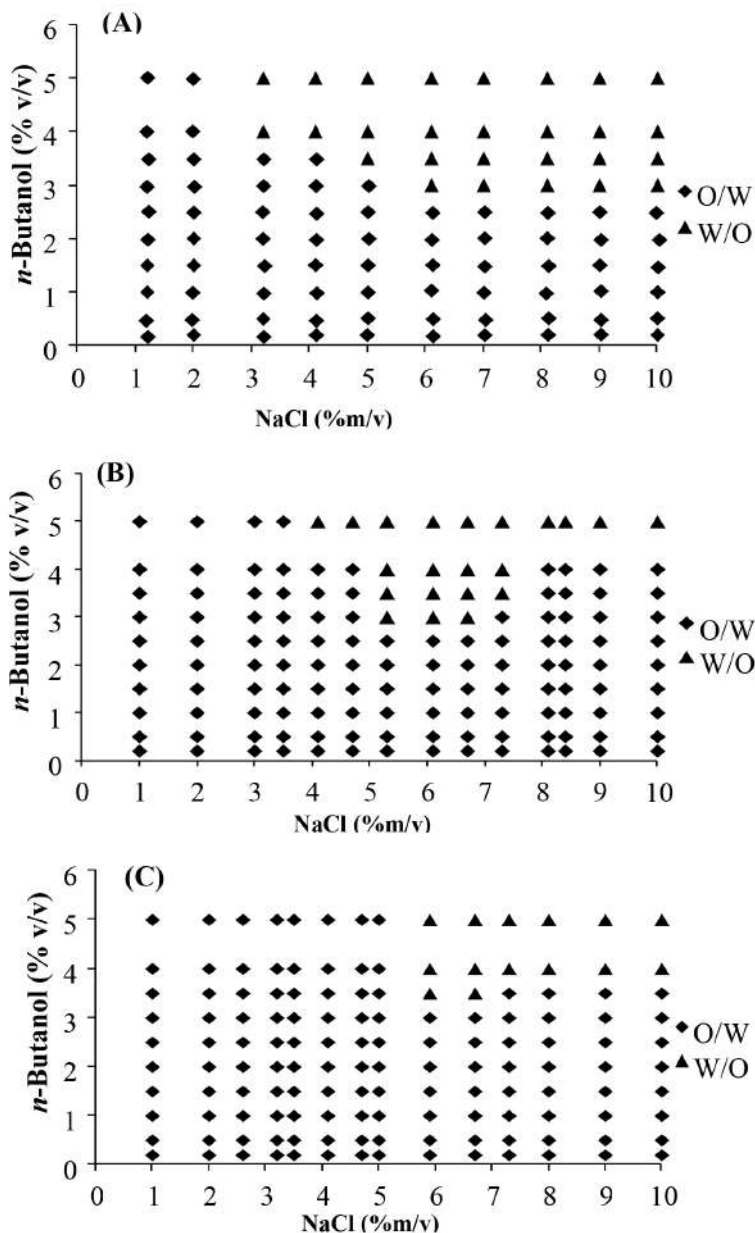


Figura 3. Mapas de inversión de emulsión de los sistemas cHA-C12/querosén/agua/NaCl/n-butanol a diferentes concentraciones: (a) 0,2% m/v, (b) 0,3% m/v, (c) 0,4% m/v

de las variables de NaCl/n-butanol. Por tal razón, la afinidad del surfactante hacia la fase orgánica aumenta, solubilizándose en la misma en forma de micelas de tipo II o inversas, generando el cambio de emulsión.

En el caso de los sistemas con diferente cadena lipofílica del surfactante a una misma concentración 0,3% m/v, se puede notar que la división de la zona de inversión de emulsión es desplazada hacia menor concentración de las variables NaCl/n-butanol, debido a la influencia de la lipofili- ciedad de las cadenas de los surfactantes de contraíón orgánico. Los valores de concentración de NaCl y n-butanol van disminuyendo con el aumento de la longitud de la cadena, ya que es necesaria menor cantidad de las variables para originar la inversión de la emulsión.

En la Figura 4 se muestra que para cHAC12 el cambio de emulsión se presenta en 6,1% m/v y 3,0% v/v n-Butanol, para cHAC14 en 1,8% m/v NaCl y 0,5% v/v n-butanol, mientras que para cHAC16 el cambio es observado a 0,9% m/v NaCl y 1,5% v/v n-butanol. El estudio de las propiedades de las emulsiones, así como el tipo de emulsión presente a través de medidas de conductividad es muy importante. Las variables de formulación presentes en las emulsiones generan un efecto significativo, promoviendo la inversión de las mismas debido al cambio de afinidad del surfactante. Por otro lado, para originar la dispersión de una fase en otra, es necesario someter los sistemas a una agitación mecánica, esto produce que las propiedades de las emulsiones cambien, ya sea en el tipo de emulsión o la estabilidad, lo cual se discutirá con más detalles a través de las medidas de tamaño de gota.

El tamaño de gota es una de las propiedades importantes en la estabilidad de emulsiones, ya que, las que presentan tamaños de gotas grandes tienen cierta inestabilidad debido a que éstas entran en contacto y por influencia de la gravedad coalescen rápidamente produciendo la separación del líquido disperso, caso contrario ocurre para emulsiones que presentan tamaños de gotas pequeñas, ya que éstas presentan mayor estabilidad (Kostoglou *et al.*, 2010; Yanzhen *et al.*, 2011; Celis y García, 2008). En este sentido, es importante determinar la estabilidad de las emulsiones en presencia de este nuevo surfactante de cotraíón orgánico a través de medidas de tamaño de gota basado en la teoría de Mie.

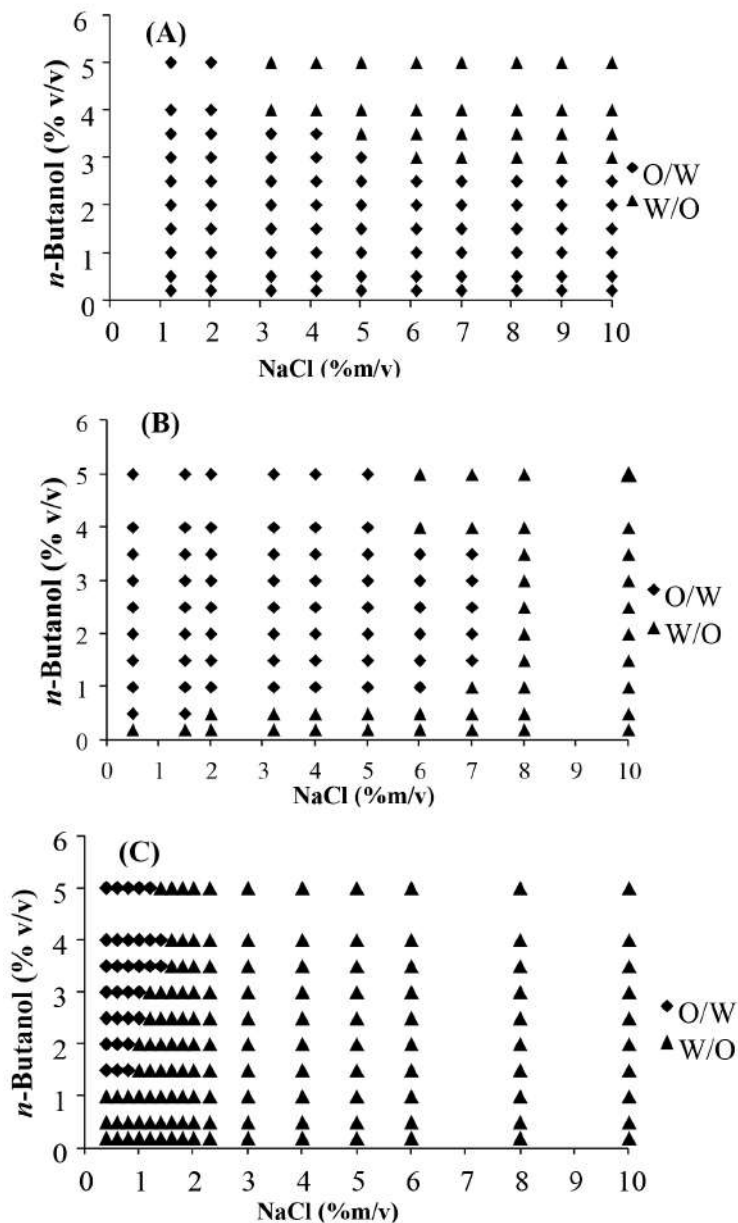


Figura 4. Mapas de inversión de emulsión de sistemas surfactante/querosén/agua/sal/alcohol a concentración de surfactante de contraíón orgánico (0,3% m/v) (a) CHAC12, (b) CHAC14 y (c) CHAC16.

En la Figura 5 se muestra la variación del tamaño de gota en función de las variables de formulación NaCl/n-butanol, la zona donde el tamaño de gota aumenta y es desplazada a menores concentraciones de NaCl/n-butanol debido al incremento de la concentración de cHAC12, es la misma zona WIII en los mapas de formulación. El tamaño de gota aumenta ya que el querosén es solubilizado dentro de las micelas, aumentando su tamaño, teniendo más contacto entre las mismas y por la influencia de la gravedad éstas coalescen, por lo que estos sistemas WIII se separan muy rápidamente. En los diagramas también se nota que el tamaño de gota vuelve a decaer al cambio de transición a WII debido al aumento de las variables de formulación por lo que éstas influyen de manera directa en el tamaño de gota. Este efecto de igual forma presenta concordancia con el cambio de fase en los mapas de formulación, así como también el cambio de conductividad en los diagramas de inversión de emulsión.

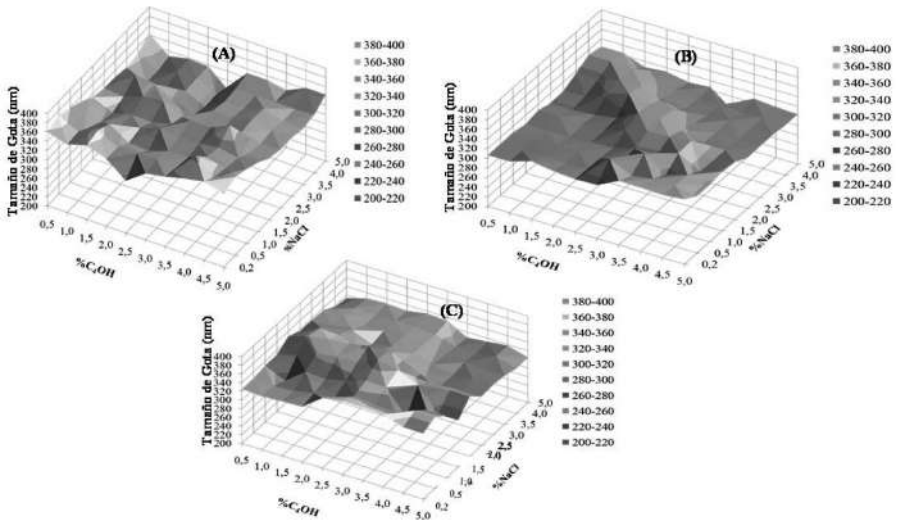


Figura 5. Diagramas de superficie de tamaño de gota de los sistemas cHAC12/querosén/agua/NaCl/n-butanol a diferentes concentraciones de surfactantes de contraión: (a) 0,2% m/v, (b) 0,3% m/v, (c) 0,4% m/v.

Las concentraciones de variables NaCl/n-butanol (Gordillo *et al.*, 2014) para el cambio de fase se hacen menores ya que éste prefiere satisfacer su afinidad de manera más efectiva con aumento de la cadena lipofílica del surfactante. En la Figura 6 se puede observar que la zona de aumento de tamaño de gota por el cambio de fase es generada por la influencia de la cadena lipofílica del surfactante, así como también el ambiente fisicoquímico en el que éste se encuentra. Las variables de formulación en conjunto con la lipofilidad del surfactante tienen una relación muy pronunciada en la variación del tamaño de gota, generándose emulsiones con tamaño de emulsiones submicrométricas comprendidas en un intervalo de (200-400), ofertándole estabilidad a los sistemas, así como también pueden ser de gran interés para posibles aplicaciones.

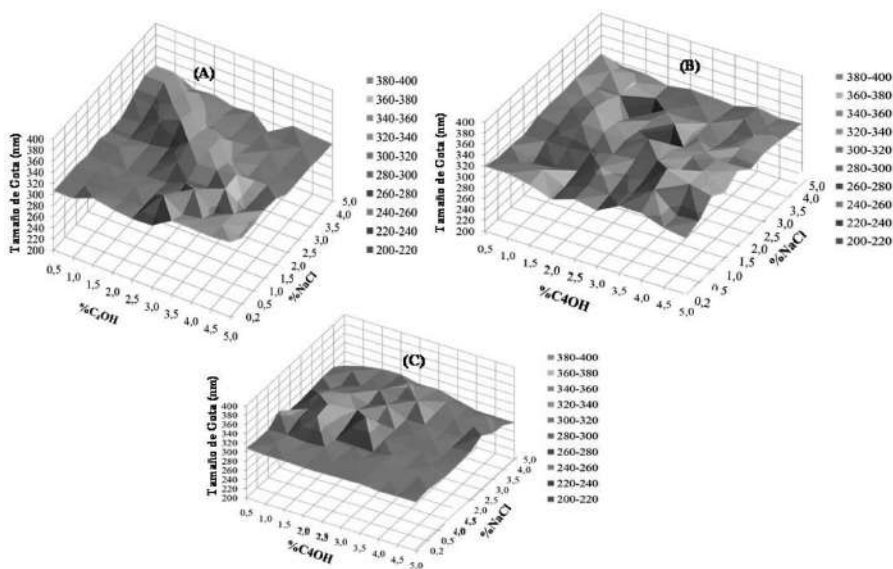


Figura 6. Diagramas de superficie de tamaño de gota de los sistemas surfactante de contraíón orgánico/querosén/agua/NaCl/n-butanol a 0,3 %m/v de: a) cHAC12, b) cHAC14, c) cHAC16

Conclusión

Se sintetizó una familia de tensoactivos basados en noveles sales de alquilcarboxilatos de ciclohexilamonio (CycloCn), los cuales producen transiciones de fase de tipo WI→WIII→WII. En estas sales la naturaleza del contraión orgánico influye marcadamente en la transición de fase. El estudio de conductividad permitió observar la inversión de la emulsión bajo el efecto de las variables de formulación NaCl/n-Butanol.

Los sistemas para Dodecanoato de ciclohexilamonio partieron de emulsiones O/W, mientras que para Tetradecanoato de ciclohexilamonio y Hexadecanoato de ciclohexilamonio partieron de emulsiones de tipo W/O por lo que es evidente el efecto de la naturaleza lipofílica de la cadena del surfactante. El tamaño de gota encontrado para estas emulsiones varía según las variables fisicoquímicas y el cambio de fase, obteniéndose emulsiones con tamaño de gotas sub-micrométricas proporcionando gran estabilidad a los sistemas.

Referencias

- Alimohammadi, M.; Javadian, S.; Gharibi, H.; Tehrani-Bagha, A.; Mohammad, R. (2012). "Aggregation behavior and intermicellar interactions of cationic Gemini surfactants: Effects of alkyl chain, spacer lengths and temperature", *J. Chem. Thermodynamics*, 44, 107-115.
- Anouti, M.; Jones, J.; Boisset, A.; Jacquemin, J.; Caillon-Caravanier, M.; Lemordant, D. (2009). "Aggregation behavior in water of new imidazolium and pyrrolidinium alkylcarboxylates protic ionic liquids", *J. Coll. Interf. Sci.*, 340, 104-111.
- Bourrel, M.; Schechter, R.S. (1988). "Microemulsions and related systems", Marcel Dekker, New York, USA, Vol. 30.
- Celis, M.; García, L. (2008). "Interpretación espectral de dispersiones líquido-líquido usando espectroscopía ultravioleta visible (UV-Vis)" *Ciencia e Ingeniería*, 29, 27-34.
- Di Michele, A.; Brinchi, L.; Di Profio, P.; Germani, R.; Savelli, G.; Onori, G. (2011). "Effect of head group size, temperature and counterion specificity on cationic micelles", *J. Coll. Interf. Sci.*, 358, 160-166.

- Djekic, L.; Primorac, M. (2008). "The influence of cosurfactants and oils on the formation of pharmaceutical microemulsions based on PEG-8 caprylic/capric glycerides", *Intern. J. Pharm.* 352, 231-239.
- Fameau, A.; Ventureira, J.; Novales, B.; Douliez, J-P. (2011). "Foaming and emulsifying properties of fatty acids neutralized by tetrabutylammonium hydroxide" *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspect.*, 403, 87-95.
- Gordillo, J. M.; Sevilla, A.; Campo-Cortés, F. (2014). "Global stability of stretched jets: conditions for the generation of monodisperse micro-emulsions using coflows". *J. Fluid Mech.*, 738, 335-357.
- Guzman, N.; Fernandez, J.; Parada, M.; Orbegozo, C.; Rodriguez, M.; Patrón, A. (2010). "Efecto del catión, el anión y del co-ion sobre la agregación de líquidos iónicos en solución acuosa". *Quim. Nova*, 33, 1703-1708.
- Jie, L.; Liqiang, Z.; Dezhi, S.; Xilian, W. (2010). "Salt effect on the complex formation between 1-dodecyl-3-methylimidazolium bromide and sodium carboxymethylcellulose in aqueous solution". *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 358, 93-100.
- Jingjing, J.; Bin, D.; Huina, Z.; Yingyuan, Z.; Xiaoqing, W.; Li, Y. (2011). "Aggregation behavior of dodecyl sulfate-based anionic surface active ionic liquids in water". *J. Phys. Chem. B*, 116, 958-965.
- Kostoglou, M.; Varka, E.-M.; Kalogianni, E.P.; Karapantsios, T.D. (2010). "Evolution of volume fractions and droplet sizes by analysis of electrical conductance curves during destabilization of oil-in-water emulsions". *J. Coll. Interf. Sci.*, 349, 408-416.
- Laosiripojana, N.; Kiatkittipong, W.; Sutthisripok, W.; Assabumrungrat, S. (2010). "Synthesis of methyl esters from relevant palm products in near-critical methanol with modified-zirconia catalysts". *Bioresource Technol.*, 101, 8416-8423.
- Matsubara, H.; Onohara, A.; Imai, Y.; Shimamoto, K.; Takiue, T.; Aratono, M. (2010). "Effect of temperature and counterion on adsorption of imidazolium ionic liquids at air-water interface". *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 370, 113-119.
- Mendonça, C.; Silva, Y.; Böckel, W.; Simó-Alfonso, E.; Ramis-Ramos G.; Piatnicki, C.; Bica, C. (2009). "Role of the co-surfactant nature in soybean w/o microemulsions". *J. Coll. Interf. Sci.*, 337, 579-585.
- Ningning, Li.; Robert, K.T.; Rennie, A. (2012). "Adsorption of non-ionic surfactants to the sapphire/solution interface – Effects of temperature and pH". *J. Coll. Interf. Sci.*, 369, 287-293.

- Vilasau, J.; Solans, C.; Gómez, M.J.; Dabrio, J.; Mújika-Garai, R.; Esquena, J. (2010). "Phase behaviour of a mixed ionic/nonionic surfactant system used to prepare stable oil-in-water paraffin emulsions". *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 384, 473-481.
- Wendorf, J.; Radke, C.; Blanch, H. (2010). "The role of electrolytes on protein adsorption at a hydrophilic solid-water interface". *Coll. Surf. B: Biointerfaces*, 75, 100-106
- Yanzhen, Zg.; Yonghong, L.; Renjie, J.; Wang, F.; Baoping, C.; Hang, L. (2011). "Application of variable frequency technique on electrical dehydration of water-in-oil emulsion". *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 386, 185-190.
- Zhang, X.; Taylor, D.; Penfold, T. (2011). "The role of electrolyte and polyelectrolyte on the adsorption of the anionic surfactant, sodium dodecylbenzene sulfonate, at the air-water interface". *J. Coll. Interf. Sci.*, 356, 656-664.

Propuesta para el desarrollo integral y sostenible de comunidades rurales de clima árido al Nor-Oeste de Venezuela

*Alexis Faneite**
*José Luis Parra**
*Alexis Ferrer***

Resumen

Las zonas de climas áridos y semiáridos que comprenden los estados Falcón, Lara y Zulia, ubicados al Nor-Oeste de Venezuela, presentan comunidades rurales que por largo tiempo han estado muy deprimidas económica y socialmente. Se plantea, en este trabajo, una propuesta de una finca técnico productiva para clima árido de 2100 hectáreas, para cultivo de *Prosopis juliflora* (Algarroba o Cují) y para la producción de madera para construcción, etanol para uso vehicular, alimento para monogástricos, alimento de alta digestibilidad para rumiantes, miel, exudados gomosos para uso alimenticio y, como especialidades, producción de jarabes edulcorantes, harinas, jugos, carbón para ahumar o rostizar y taninos para curtiembres. Para hacer esta propues-

* Laboratorio de Ingeniería Química "Prof. Ydelfonso Arrieta". Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. afaneite@fing.luz.edu.ve

** Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas. Sector Palmarejo Viejo, km 15 vía La Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela.

ta sostenible, se incluye el uso de energías limpias, para consumo de la finca, como lo es un parque de concentración solar para generación de electricidad y vapor, celdas fotovoltaicas y concentradores solares para producción de agua potable e industrial.

Palabras clave: Biomasa, climas áridos y semiáridos, desarrollo sostenible, *prosopis juliflora*.

Proposal for the Integral and Sustainable Development of Rural Communities with Arid Climates in Northwestern Venezuela

Abstract

The zones of arid and semiarid climates that include the States of Falcon, Lara and Zulia in northwestern Venezuela, have rural communities that have been very depressed economically and socially for a long time. This study presents a proposal for a 2100-hectare technical productive farm for arid climates to cultivate *Prosopis juliflora* (Carob or Cují) and produce: timber for construction, ethanol for vehicle use, monogastric feed, highly digestible feed for ruminants, honey and gummy exudates for food use and as specialties, sweetening syrups, flours, juices, charcoal for smoking or roasting and tannin for tanneries. To make this proposal sustainable, the use of clean energy is included for consumption on the farm in the form of a solar concentration park to generate steam and electricity, photovoltaic cells and solar concentrators for producing drinking and industrial water.

Keywords: Arid and semiarid climates, biomass, *prosopis juliflora*, sustainable development.

Introducción

El cují (*Prosopis juliflora*) es un árbol perennifolio con hojas glabras bipinadas, con pínulas de 10 a 20 pares, inflorescencias axilares, racimos densos y cilíndricos de 5 a 10 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho y legumbres de 5 a 15 cm de largo (Sharma, 1991), propio del Caribe venezolano.

El género de árboles *Prosopis* se conoce en el mundo más comúnmente como "Algarroba". Por ser leguminosas, son capaces de sintetizar altos niveles de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales. Estas presentan una concentración considerable de nitrógeno en las hojas, y poseen bajos niveles de fibras, en relación al de las gramíneas. Se dice además que son plantas ricas en calcio (Clavero, 1998).

Las zonas áridas y semiáridas de Venezuela, definidas como aquellas que ubicadas por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar, tienen una precipitación media anual inferior a los 800 mm, se ubican en 4 regiones geográficas: a lo largo de la costa venezolana desde la Guajira hasta el Golfo de Cariaco; en la altiplanicie de Barquisimeto; en los Andes y en las islas del Caribe. La vegetación es baja de arbustos o matorrales desérticos a densos, con comunidades de *Prosopis juliflora*, *C. erecta* o *Cercidium praecox*. En los terrenos planos bien drenados crecen cardonales de *R. gri-seus* y *R. deficiens* (Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, 1986).

La subutilización de los potenciales de estas regiones áridas, implica la migración de la población hacia las grandes ciudades, generando grandes extensiones de terrenos deshabitados y no explotados y, formándose en las ciudades, cordones de miseria, alrededor de los centros productivos o en los suburbios. Las poblaciones que subsisten y se mantienen en ellas, viven principalmente de la cría extensiva de caprinos, el cual constituye la fuente principal de proteínas de los pobladores y su fuente de ingreso más importante. Se realiza sin manejo de rebaños y sin control sanitario, con las consiguientes consecuencias de sobre-pastoreo, originando la eliminación de la vegetación de especies palatables, incluyendo sus plántulas y rebrotes. Los rebaños son pobres, de bajo índice de productividad y rentabilidad, sumado a las limitaciones para acceder a los servicios básicos; sólo aseguran a los productores una vida de miseria e incertidumbre. A esto se suma un alto nivel de cuatrismo, especialmente cerca de las vías principales. Otras actividades comerciales existentes son la pesca artesanal, ventas de artesanía, ganadería extensiva con muy baja productividad en carne y leche y algunos pocos productos lácteos.

A pesar del potencial del cují en cuanto al contenido de sustancias utilizables en una biorefinería, al igual que sucede con otros materiales vegetales, no es posible fraccionarlos y utilizarlos debido a que en forma na-

tural presentan una matriz compleja con elevado nivel de enlaces químicos y de barreras físicas. Para facilitar este trabajo, se utilizan diversos pretratamientos químicos como ácidos, alcalinos, agua caliente, ozono, y físico-químicos como explosión con vapor, tratamiento amoniacal (Ferrer et al., 2002), que han mostrado simplificar esta matriz en diferentes grados.

La explosión por vapor, es un pre tratamiento físico químico, para la biorefinación de residuos del campo muy recalcitrantes, que combina alteraciones físicas (desagregación y ruptura de las fibras), y químicas (despolimerización y rotura de enlaces), en donde el efecto mecánico está causado por la rápida despresurización que provoca una evaporación del agua interna, creando fuerzas que producen la separación de las fibras, principalmente de las regiones más débiles (celulosa amorfa). El efecto químico se debe a la hidrólisis de los grupos acetilo de la hemicelulosa produciendo ácido acético, que a la temperatura del proceso, cataliza la hidrólisis de la hemicelulosa (auto-hidrólisis). Durante el tratamiento se destruyen parcialmente los enlaces lignina-carbohidratos. Como resultado, se obtiene un producto fibroso cuya celulosa es más accesible a la hidrólisis enzimática (Patrouilleau, 2006). La aplicación de este pretratamiento a subproductos madereros, tales como abeto (Söderström et al., 2003), álamo (Oliva et al., 2003), sauce (Benk? et al., 2008), abeto rojo, pino silvestre, abedul y álamo temblón (Li et al., 2009), demuestra su elevado potencial para la utilización exitosa en los subproductos madereros del cují.

Si bien la zona seca venezolana representa una superficie reducida del territorio nacional (4,5%), existen dos razones de peso para intensificar la investigación básica y aplicada y la implementación de propuestas de desarrollo sostenible: el significado ecológico de la franja semiárida y la existencia de una población pauperizada que no puede ser ignorada (Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, 1986).

Tomando en cuenta los avances tecnológicos en la biorefinación de residuos madereros, en los potenciales del cují en cuanto a su fruto, madera, ramas, hojas y flores, sumado al hecho de que es un árbol que crece rápidamente, y en condiciones de baja precipitaciones, por lo que resiste largos periodos de sequía y suelos que en algunos casos pueden ser rocosos, se plantea como objetivo principal de esta propuesta, una unidad de producción, altamente tecnificada y sostenible en base al uso de la *prosopis juliflora* (frutos, madera, poda, flores, hojas y exudado gomoso) implementando es-

trategias de reutilización del agua y la maximización del uso de la energía solar (la humedad está entre 12 y 30%), con el diseño de calentadores de agua solares, calderas solares con un ciclo cerrado de agua para generar vapor, filtros y evaporadores con reciclo de agua y evaporadores de triple efecto. La unidad incluirá la producción de alimentos para caprinos y cerdos estabulados en la misma unidad, alimento para ganado vacuno, bioetanol, miel, espesantes para alimentos, materia prima para la petroquímica y energía eléctrica, entre tantos beneficios aprovechables de la *prosopis juliflora*, de tal manera de generar la mayor cantidad de empleo y auto sostenibilidad en las comunidades de estas áreas de clima árido y semiárido.

1. Descripción general de la propuesta

El proyecto consiste en el desarrollo de una unidad tecno productiva de clima árido de 2100 hectáreas para el aprovechamiento de la especie *prosopis juliflora*, con una siembra de 1200 hectáreas de plantas y 900 hectáreas para el desarrollo de: conjunto residencial con parques y aéreas comunes de distracción para las personas que harán vida en la unidad; estacionamiento y talleres; patio de secado al sol de madera, frutos, hojas y poda; un aserradero; planta de producción de alimentos para caprinos; planta para el aprovechamiento industrial de la fruta, de embotelladora de miel y cera (apicultura) y almacenamiento de exudados gomosos para la industria de alimentos; una planta biorefinadora para la producción de etanol; granjas para cría de cerdos, gallinas ponedoras caprinos estabulados y peces; un parque de concentración solar para la producción de energía eléctrica y vapor para los requerimientos industriales; tanque abierto de agua de mar y piscina de aguas servidas; y una unidad de concentración solar de tubos y espejos parabólicos, para generación de agua potable y salmuera para producción de sal. En la tabla 1, se muestran las estimaciones de áreas para cada uno de estos espacios.

2. Técnica de explotación del cují

El proyecto estima una plantación de 1200 hectáreas de *Prosopis juliflora* que a los 2 años ya podrán ser utilizadas para poda, generarán frutos hojas, y exudados gomosos y flores para apicultura. Se estiman 2 períodos al año de flores y dos períodos al año de frutos extendidos durante los 6

TABLA 1. Distribución de áreas y trabajadores en los distintos espacios de la unidad tecno-productiva

Unidades	Área (ha)	Trabajadores
Siembra de Cují, leñadores, recolección de frutos, hojas, ramas	1200	200
Edificios residenciales (guarderías, escuelas, mantenimiento)	25	28
Huertos Familiares*	6	N/A
Granjas (Cerdos, aves, peces y caprinos estabulados)	3	12
Tanque abierto de agua de mar	3	4
Piscina de Aguas servidas y recolección de leña	2	4
Planta UCSTEP	110	60
Planta PCS	647	200
Planta de procesamiento Frutas, Producto de Apicultura y exudados gomosos	1	14
Unidad de Madera	1	23
Planta de Bioetanol	1	14
Planta de Alimento para caprinos	1	7
Apicultura y exudados gomosos	N/A	12
Patio de Secado	50	10
Patio de Sal	50	20
Total:	2100	608

*Se estima el trabajo en los huertos familiares una actividad recreacional familiar para los fines de semana.

UCSTEP: Unidad de Concentración Solar de Tuberías con Espejos Parabólicos.

PCS: Parque de Concentración Solar.

Fuente: Elaboración propia (2014).

meses del año, ya que se implementará un sistema de riego con abono líquido proveniente de las vinazas producidas en la producción de etanol vehicular. La tala se llevará a cabo en 120 hectáreas al año, y se destinará una pequeña fracción de las semillas (menor al 1% en peso) a la germinación en viveros para la reforestación luego de la tala.

3. Conjunto habitacional comunal, parques y aéreas comunes de distracción

Dentro del marco de la propuesta se estima que por cada familia habrá dos miembros laboralmente activos trabajando en las labores de la unidad tecno-productiva, acompañado de 2 miembros más de la familia que pueden ser niños, niñas, adolescentes y/o personas de la tercera edad, con lo que se requerirá 4 edificios de 4 pisos con 4 apartamentos en cada piso, para un total de 1.216 personas (ver tabla 1). Los edificios estarán orientados en sentido Noroeste para aprovechar al máximo el frescor de la brisa, paneles solares ubicados en los techos de los edificios los aislarán térmicamente y producirán energía para la iluminación y para el funcionamiento de los electrodomésticos de bajo consumo, como ventiladores, neveras, televisores, entre otros. Las familias tendrán facilidades para cocinar con gas proveniente de las plantas de tratamiento de aguas servidas y residuos pecuarios, donde se realizarán digestiones anaeróbicas, así como con carbón y astillas de madera de cují en cocinas adecuadas para tal fin y parrilleras. En las caminerías, áreas comunes y estacionamientos, se tendrá iluminación autónoma mediante la utilización de celdas fotovoltaicas en los postes de iluminación. Toda la iluminación de la unidad tecno-productiva será a través de bombillas tipo LED.

La electricidad para los electrodomésticos de alto consumo, tales como: aires acondicionados, cocinas eléctricas y lavadoras, será suplido por el Parque de Concentración Solar (PCS). Se proponen paredes hechas principalmente bajo la técnica autóctona del bahareque para producir un efecto "buffer" (aislamiento térmico en el día y mantenimiento del calor en las noches frías) y usar al máximo recursos locales. Se utilizarán calentadores de agua solares para uso doméstico. Se construirán para el esparcimiento, campos deportivos y canchas de uso múltiple. Se prevé la construcción de escuelas, guarderías, parques recreacionales y canchas deportivas, y dentro de la fuerza laboral de la unidad tecno-productiva se estiman 28 personas para las labores de docencia y mantenimiento de infraestructuras (ver tabla 1).

4. Patio de secado de productos del cují

El fruto, las hojas y la madera de la *Prosopis juliflora* deben ser secadas para su adecuado almacenaje desde sus humedades iniciales a valores alrededor o por debajo del 10% en base húmeda, así como algunas pro-

ductos, sub-productos y productos intermedios de las distintas plantas de procesamiento, por lo cual se destinará de un patio de secado, el cual tendrá unas dimensiones aproximadas de 50 hectáreas, para la utilización adecuada de la energía solar y el ahorro en secadores industriales y gastos asociados. El secado al sol de otras plantas ya se ha estudiado con anterioridad en la zona y es factible su utilización (Faneite *et al.*, 2013)

5. Unidades de producción

5.1. Unidad de producción de maderas para construcción de viviendas

Con una densidad poblacional estimada de 1450 árboles/ha (promedio del rango reportado por Maghembe *et al.*, 1983, de 1400 a 1500 árboles/hectárea), estimando una rotación de árboles de 10 años con lo cual se talarán 120 hectáreas/año, y estimando 330 días de labor por año se talará un promedio de 17400 árboles/año (527 árboles/día) (Maghembe *et al.*, 1983). Con un volumen por árbol estimado de 0,708 m³/árbol (Chaturvedi, 1985) se tendría una producción volumétrica de 123192 m³ de madera húmeda por año (373 m³ de madera húmeda por día) tomando en cuenta que la madera de la *Prosopis juliflora* tiene una densidad real de 1123 es de 1123 kg/m³ (Sekhar y Rawat, 1960), se tendría una producción másica de 243304 ton/año de madera húmeda (y tomando en 373 ton/día de madera). Considerando que el corazón del tronco el cual es utilizado para madera representa el 44,5 % del total de madera producida (Abohassan *et al.*, 1988) y que para fines prácticos la madera debe secarse a un 12% (Pandey *et al.*, 1990, Shukla *et al.*, 1990), se tendría una producción de 74260 ton/año de madera secada al 12%, con una cantidad de hombres en la actividad de tala y poda estimada en 44 trabajadores (Warkotsch, 1987). Toda la madera será enviada al patio de secado y luego enviada a un pequeño aserradero en donde se separará la madera para construcción de vivienda y la madera para etanol, en la que se contará con 23 personas con capacitación técnica en cada una de las labores de un aserradero y en las normas de seguridad, higiene y ambiente que deben cumplirse (Gamondes y Martínez, 2005).

5.2. Unidad de valorización del fruto de la *Prosopis juliflora*.

Las partes del fruto del cují tienen diferentes usos. La pulpa, que representa el 56%, tiene potencial para producción de infusión tipo café, jarabe, alcohol, proteína enriquecida, productos para panadería y alimento animal. La cáscara, que representa el 35%, tiene potencial para producción de aditivos para alimentos dietéticos (fibra) y biocombustibles y, la semilla tiene potencial para producción de goma y proteína concentrada (Pasicznik, 2001).

Tomando en cuenta el rango estimado de producción del fruto del cují de entre 2 y 10 ton/ha/año (Otsamo y Maua, 1993), asumiendo un promedio de 6 ton/ha/año, y que habrán disponibles 1080 ha/año, se tendrá una producción estimada de 6480 ton/año de fruto seco. La producción de frutos al año con 12,51% de humedad (Gámez y Salones, 2009), equivalente 7407 ton/año de material húmedo se pasará al patio de secado y en dos días se llevará la humedad a 6,56% en base húmeda. La unidad contará con una máquina especializada en la separación de los frutos, la cual separará la pulpa, la cascarilla y la semilla, cuya distribución en peso es 56, 35 y 9%, respectivamente (Grados y Cruz, 1996).

Un total de 4200 ton/año de materia seca será la base para la producción de los alimentos para animales monogástricos, especialidades y taninos y fenoles la cual es la suma de la producción de pulpa y semillas, el material será sometido a un proceso de extracción supercrítica con CO₂ para la separación de los taninos y polifenoles, con lo cual se tendrá una producción de 374 ton/año que serán vendidos para curtiembres en Venezuela y así disminuir las importaciones que ascendieron en el año 2012 a USD 120 millones (incluyendo en este monto: extractos curtientes o tintóreos; taninos y sus derivados; pigmentos y demás materias colorantes; pinturas y barnices; mastiques; tintas), puesta en barco (TRADE, 2012).

Tomando en cuenta el análisis proximal de la tabla 2 y, haciendo un promedio ponderado, la materia seca base libre de taninos tendrá un contenido (bs) de 17,00% de proteínas, 29,88% de fibra dietética, 1,88% de grasa, 47,18% de azúcares solubles y 4,06% de minerales y vitaminas (tabla 2). Tomando en cuenta que se estima un 21,13% de fibra cruda (tomado de la tabla 3), y que se tiene la fibra dietética de las partes del fruto (tabla 2), dentro de la cual está contenida la fibra cruda para el fruto completo, se hace una ponderación y se obtiene 13,45% de fibra cruda para la pulpa, 38,55% para la cascarilla y 1,17% para la semilla.

TABLA 2. Análisis químico (base seca) de las partes del fruto de la *Prosopis juliflora*

	Partes de la Fruta			Ponderado (pulpa y semillas libres de taninos)
	Pulpa	Cascarilla	Semillas	
Proporción de las partes (bs)	56%	35%	9%	
Contenido másico de componentes químicos (bs)				
Proteína cruda	8,1	2,3	65,2	17,00
Fibra dietética	32,2	92,3	2,8	29,88
Grasa	0,8	1,3	7,8	1,88
Azúcares solubles	48,5	1,6	19,0	47,18
Ceniza	3,6	1,3	5,2	4,06
Otros (taninos, polifenoles, etc.)	6,8	1,2	0,0	
Sumatoria	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Datos tomados de Pasiecznik (2001). Contenido Ponderado (pulpa y semillas, libres de taninos) calculado como el producto de las proporciones de las partes por el contenido másico de los componentes químicos (bs), de la pulpa y la semilla y luego dividiendo por la sumatoria de todos los componentes químicos a excepción de los otros (taninos, polifenoles, etc.).

TABLA 3. Análisis proximal del frutode *Prosopis juliflora*

Componente	Contenido (base seca)			
	máximo	mínimo	Promedio	Caso estudio
Proteína cruda	21,8	7,1	14,45	14,17
Fibra cruda (C+H+L)	32,2	10,9	21,55	21,13
Ext. Etéreo (Grasa)	4,9	0,4	2,65	2,60
Ext. Libre de N	75,2	39,9	57,55	56,42
ceniza	8,4	3,2	5,80	5,69
Sumatoria	142,5	61,5	102,00	100,00

Fuente: Contenidos máximo y mínimo tomados de Pasiecznik (2001). Caso estudio es la ponderación del contenido promedio.

La diferencia de estos valores con la fibra dietética mas los azuceres solubles (tabla 2), dará los carbohidratos digeribles mas pectina en donde tenemos 67,25% para la pulpa, 55,35% para la cascarilla y 20,63% para la semilla. La distribución de los componentes de la fibra reportada por (Zolfaghari et al., 1986) para la pulpa, es de 58,14% de celulosa, 25,58% de hemicelulosa y 16,28% de lignina; a falta de mayor información en la literatura se asumirá la misma distribución en los demás componentes del fruto.

El alimento para animales no rumiantes producido, por lo tanto, tendrá además 7,49% de celulosa, 1,91% de hemicelulosa, 0,31% de lignina 17% de proteína cruda, 4,06% de minerales y vitaminas y 66,62% de carbohidratos digeribles no estructurales más pectina. La unidad producirá un total de 3908 ton/año al 6,56% (b.h.) de alimento balanceado para cerdos, pollos, gallinas ponedoras (para las que hay que disminuir el contenido de fibra en 4% aumentando la proporción de pulpa) y peces, de los cuales se destinará una parte para las granjas propias del desarrollo y otra parte para la venta, además 225 ton/año se destinará a la manufactura de especialidades alimenticias: café de algarrobo, jarabes, harina de pulpa, jugo, licor, galletas y dulcerías para consumos internos y ventas. 2268 ton/año de cascarilla se enviarán a la planta de producción de etanol, con una estimación de 14 trabajadores para estas actividades dentro de la unidad.

6. Planta de alimento para caprinos

Asumiendo un valor conservador de producción de hojas de 0,5 ton/ha/año (Pasiiecznik, 2001) y tomando en cuenta las 1080 ha destinadas anualmente a poda, fruto, miel y exudados gomosos, se tendría una producción total de 1408 ton/año de hojas húmedas al 61,9% de humedad (b.h.), la cual se llevará al patio de secado para llevarla hasta 10% de humedad. Tomando en cuenta los datos presentados en la tabla 4, y haciendo una ponderación de los promedios por componente al 100%, las hojas de este caso de estudio tendrían un análisis proximal de 23,98% de proteína cruda, 22,47% de fibra, 5,45% de grasa, 37,5% de carbohidratos no estructurales, 8,60% de cenizas y 2% de taninos. La planta producirá 221 ton/año de un concentrado proteico al 45% con 10% de humedad (b.h.), 40 ton/año de minerales que se destinarán al medio de cultivo de producción de levaduras en la planta de etanol, 10,8 ton/año de ta-

TABLA 4. Análisis proximal (base seca) de las hojas de la *Prosopis juliflora*

Lugar derealización del Análisis	Materia Seca %	Proteína Cruda %	Fibra Cruda %	Extracto Etéreo %	Ceniza %	Extracto libre de Nitrógeno %
Brasil	-	18,5	21,2	5,6	-	-
Brasil	-	17,8	23,3	6,1	-	-
India	-	26,3	24,8	8,5	1,4	31,8
S. África	-	19,0	21,6	2,9	8,5	29,7
Níger	38,1	13,7	22,9	4,8	15,9	42,7
Kenia	-	21,7	21,0	4,8	-	45,8
Promedio	38,1	19,5	22,5	5,5	8,6	37,5

Fuente: Datos tomados de Pasiecznik (2001). El extracto libre de Nitrógeno en base seca, mide el contenido de carbohidratos no estructurales o solubles, se calcula restando 100 menos la proteína cruda, la fibra cruda, el extracto etéreo y la ceniza.

ninos del sobrenadante de la precipitación de las proteínas(para curtiembre) y 322 ton/año de alimentos para caprinos al 10% de humedad con un análisis proximal de 6,72% de proteína cruda, 31,46% de fibra cruda, 7,63% de grasa, 52,52% de carbohidratos no estructurales y 1,67% de minerales, con una estimación de 7 trabajadores en esta planta de la unidad.

Partiendo de la base de 39 ton/ha/año de ramas (El Fadl, 1997), para las 120 a que se están talando y 10 ton/ha/año de ramas en las 1080 ha restantes se tendrá una productividad de biomasa de 15480 ton/año seca de las cuales se producirán 250 ton/año de carbón, para uso de cocina gourmet (de 3 a 6 kg de madera producen 1 kg de carbón, reportado por Pasiecznik, 2001), y 14355 ton/año de biomasa para la producción de etanol; los mismos trabajadores dedicados a la recolección de hojas y frutos recogerán también las ramas.

7. Planta de producción de biocombustibles

Para los subproductos del aprovechamiento forestal de la madera del cují, así como la biomasa de la poda, destinadas para la producción de etanol, se asumirá una distribución de 48,25% de celulosa, 17,75% de hemicelulosa, 22,5% de lignina, 3% de extractos y 8,68% de ceniza (b.s.), según el rango de valores reportados por Patel y Safaya (1986). Del total de holocelulosa (celulosa mas hemicelulosa) en donde 75% pertenece a hexosas y 25% a pentosas (Goldstein y Villarreal, 1972), se estima una producción teórica de 0,718 litros de etanol por kg de hexosas y 0,738 litros de etanol por kg de pentosas (Sassner y Zacchi, 2008), la planta utilizará un pre-tratamiento de explosión con vapor catalizado con 1.25% de SO_2 , posterior a un proceso de molienda, a unas condiciones de 205°C por 5 minutos (Sassner y Zacchi, 2008), seguido de una hidrólisis y fermentación simultánea con una concentración de 10% de sólidos con 2 g/l de levaduras y una dosis de enzimas de 15 FPU/g de sólidos insolubles (Sassner y Zacchi, 2008). El caldo de cultivo ya fermentado se enviará a un sistema de 2 torres de destilación atmosférica y una al vacío que producen etanol al 99,8% y vinazas con 40% de sólidos suspendidos (Sassner y Zacchi, 2008). La producción de etanol mediante la hidrólisis y fermentación de otros substratos similares, tal como el bagazo de caña, han sido estudiados previamente (Urribarrí, 2011) en el estado Zulia. El condensador de las torres será tipo ventilador para minimizar el consumo de agua de enfriamiento. Las vinazas se filtran y la torta se secará al sol aportando lignina para producción de aditivos antioxidantes de polímeros o para cogeneración en una caldera auxiliar en temporadas de poco sol, y mucha pluviosidad (ver Figura 1). El proceso propuesto produce el 69,4% del etanol teórico en donde las pérdidas y los azúcares hidrolizados con el pre tratamiento usadas para la producción de levaduras generan la diferencia.

Las 83.653 ton/año de madera más las 14.355 ton/año de ramas de poda y más las 2.268 ton/año de cascarilla de la fruta, producirán un total de 30.852.710 l/año de etanol y 24.526 ton/año de lignina al 10% de humedad. Parte del etanol producido se intercambiará por combustible Diesel para la maquinaria y vehículos utilizados en la unidad tecno-productiva y el resto se venderá a PDVSA como componente antidetonante oxigenado de gasolina oxigenada. Las vinazas se mezclarán con las excretas de los cerdos, gallinas y caprinos y se enviarán a un reactor de digestión anaeró-

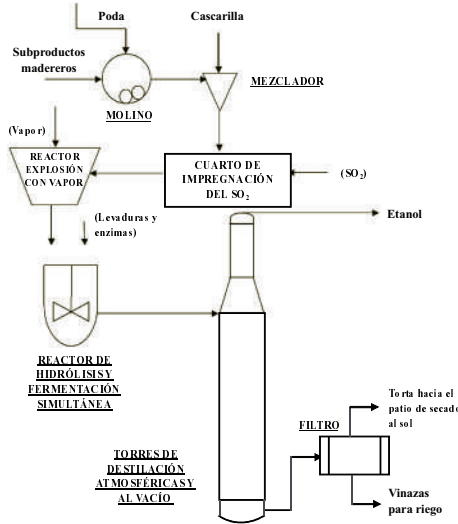


FIGURA 1. Esquema propuesto para los procesos principales de la planta de producción de biocombustibles.

Fuente: Elaboración propia (2013).

bico para producir gas metano para uso doméstico. El líquido remanente con bajos niveles de DBO y DQO se usará como abono líquido y riego; se tendrá una cantidad estimada de 14 trabajadores, para esta planta (Sassner y Zacchi, 2008).

8. Sistema de producción de miel, cera (apicultura) y exudados gomosos dentro de la unidad tecno productiva.

La flor de la *Prosopis juliflora* por su característica melífera (apicultura) produce un néctar valioso para la producción de miel de alta calidad. Se tiene un estimado de producción de entre 100-400 kg/ha/año (Buckhart, 1943). Siendo conservadores, la producción de la unidad se asumirá en 200 kg/ha/año, y teniendo 1080 ha disponibles para miel, poda, frutos y goma, se tendría una producción total de 216 ton/año de miel. En base a datos obtenidos en la India de 3 ton/año de cera partiendo de una producción anual de miel de 60 toneladas (Varshney, 1996), se tendría una producción de 10,8 ton/año de cera para su comercialización como subproducto de la unidad tecno-productiva.

Para la producción de exudados gomosos se tiene un estimado de producción de 0,25 a 2,5 kg/árbol/año (Tewari, 1998), siendo bastantes conservadores y tomando como estimado de producción 0,25 kg/árbol/año de exudado gomoso y teniendo disponible 1080 ha con una densidad de 1450 árboles/ha se tendría una producción de 391,5 ton/ha/año de exudado gomoso. La producción de exudados gomosos del cují ya ha sido estudiada con anterioridad en el estado Zulia (Clemens *et al.*, 1998). Se estima una cantidad de 12 personas para realizar las labores para la producción de miel y cera (apicultura), así como también para la producción de exudado gomoso como aditivo para la formulación de alimentos, entre otros usos.

9. Economía familiar y producción pecuaria

Cercanos a las áreas de viviendas, se podrá tenerse tanques para cría de cachama, tilapia y/o camarones y, huertos familiares con cultivos de cebolla, tomate, pimentón, plátano, banano, yuca, ayuama, entre otros, para consumo de las familias de la unidad tecno-productiva. Parte de la producción de alimentos de la unidad tecno-productiva se intercambiarán por alimentos y otros productos de limpieza y aseo personal, que serán distribuidos entre las familias de la unidad. Se dispondrá de granjas para cría estabulada de caprinos, ovinos, cerdos y aves, con producción de huevos y leche y un matadero de mediano tamaño para el beneficio de estos animales, cuya alimentación será con alimentos formulados a partir del procesamiento de las hojas y el fruto del cují. La producción pecuaria será principalmente para consumo interno y/o intercambio por otros productos básicos, y de haber excedentes, se destinará a la venta para los ingresos de las familias de la unidad.

10. Manejo integral del agua

Gracias a la cercanía con el mar, se traerá agua de mar por tuberías y se almacenará en un tanque abierto, tipo represa pero adecuadamente impermeabilizado. Esta agua se bombeará hasta la Unidad de Concentración Solar de Tuberías con Espejos Parabólicos (UCSTEP) (Müller-Steinhagen y Trieb, 2004; y Viebahn *et al.*, 2010), en donde el agua de mar se calentará hasta 400 °C a presiones por encima de la atmosférica, para luego

generar vapor el cual se condensará con condensadores tipo ventilador, lo cual surtirá de agua potable tanto para uso doméstico como para uso industrial y, una salmuera que se enviará a un patio especial de secado en donde se producirá para consumo de las familias de la unidad tecno-productiva o para la venta o intercambio. La UCSTEP tendrá un área aproximada de 110 ha, y en ella trabajarán 60 trabajadores, cifras tomadas de la planta "Helioenergy 1", en España, construida para 50 MW de generación eléctrica, y que usa la misma tecnología propuesta para dicha Unidad (NREL, 2012).

Las aguas servidas se enviarán a una piscina en donde se tratarán con plantas acuáticas de la especie *Lemnaceae*, la cual se retirará cada cierto tiempo para suplir los requerimientos proteicos de los cerdos y peces (Ferrer et al., 2012). Esta agua tratada, luego se podrá usar para riego de las áreas verdes, de los huertos familiares y limpieza de las áreas de animales de granja estabulados.

11. Autogeneración eléctrica

La radiación solar promedio, directa y difusa, en la región Nor-Occidental de Venezuela, está alrededor de 2226,5 Kw-h/m²·año (Bruzual, 2010), estando por encima del de países con alto desarrollo de generación por concentración solar, como España (entre 1850-2000 kW-h/m²·año) (Müller-Steinhagen y Trieb, 2004), lo que hace factible su implementación.

El Parque de Concentración Solar (PCS) aprovechará la intensidad de los rayos solares para calentar una sal fundida hasta 1000°C en una torre por medio de espejos estacionarios. La sal fundida se almacenará en tanques especiales de concreto y cerámica, para luego ser enviada hacia unos generadores de vapor de circuito cerrado (Müller-Steinhagen y Trieb, 2004; y European Academies Science Advisory Council, 2011), con respaldo de vapor generado en la UCSTEP, para generar el vapor requerido en el calentamiento del CO₂ supercrítico para el proceso de extracción de taninos de los frutos, para el pre-tratamiento de explosión con vapor, para los rehervidores de las torres de destilación de etanol, y para cualquier fuente de calor requerido en las plantas de la unidad tecno-productiva.

Este vapor, a su vez, se usará para generar electricidad a razón de 110 MW, para la potencia requerida en las instalaciones industriales, y los exce-

dentes se venderán a la Corporación Eléctrica Nacional, la cual podrá surtir a la inversa, a la unidad tecno-productiva en caso de alguna falla eléctrica interna. El almacenaje de sal, fundida a 1000 °C, estará dimensionado para 16 h de generación eléctrica, con lo que se convertirá en una fuente autónoma de energía eléctrica al caer la noche. El PCS tendrá un área de 647 ha y contará con 200 trabajadores, aproximadamente. Estos datos fueron tomados del proyecto: "Crescent Dunes Solar Energy Project" (NREL, 2013), de un parque en fase de planeación, en Estados Unidos de Norteamérica, con las mismas características del PCS propuesto en este trabajo. El sistema contará además con un respaldo de calderas a base de las tortas de filtrado de la vinaza, para surtir de electricidad exclusivamente a la unidad tecno-productiva en caso de temporadas de mucha nubosidad y pluviosidad.

Conclusiones

El beneficio de la aplicación de esta propuesta en el desarrollo social y económico endógeno de las comunidades rurales de las zonas áridas y semiáridas de la región Noroccidental del país sería de un gran impacto, al ofrecer vivienda dignas, contribuir con el plan de construcción nacional de viviendas, mediante la producción de madera, garantía de trabajo estable, generación de mayor número de productos y fuentes alimenticias, ingresos justos, y la posibilidad de estrechar lazos culturales al poder interactuar más de cerca sus habitantes, debido a que en la actualidad, la densidad poblacional de estas zonas es bastante baja. También se podría disminuir la migración hacia las grandes ciudades. El uso del bioetanol como sustituto parcial o total del combustible fósil (gasolina) en el parque automotor, implicaría una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, con el beneficio a la economía de disminuir las importaciones de etanol desde Brasil, lo cual, sumado a la disminución de las importaciones de carne, leche, huevos y sus derivados, contribuirían con el ahorro de divisas, con el impacto positivo en la economía nacional.

El otro beneficio corresponde a la mejora en el clima de la zona y recuperación de suelos, al tener una gran área arborizada y explotada de forma sostenible, lo que aumentaría la pluviosidad y disminuiría los niveles de acidez de los suelos, creando posibilidades futuras de siembra de otros rubros alimenticios como leguminosos, hortalizas y frutas.

La biorefinación de la *Prosopis juliflora* para sustentar el desarrollo endógeno de fincas tecno-productivas de clima árido y semiárido es una propuesta novedosa, que luce atractiva como solución tecnológica al bajo nivel de vida de las poblaciones rurales que subsisten en estos climas.

Una profundización en las investigaciones tecnológicas de unidades de producción de este tipo, pudiera llevar a la implementación de plantas termoquímicas de residuos madereros del cují, producir de una gama de biocombustibles para distintos usos de la sociedad, adicionales al etanol, incluyendo aeroplanos y combustible diesel. así como también, aumentar la oferta de especialidades tales como productos terminados a base de lignina, charcutería, bebidas, productos lácteos, alimentos procesados a base de harina de cují, entre otros.

Referencias

- Abohassan, A. A., Kherallah, I. E., and Kandeel, S. A. (1988). Effect of sewage effluent irrigation regimes on wood quality of *Prosopis juliflora* grown in Riyadh Region. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*. B6: 45-53.
- Benkő, Z., Siika-aho, M., Viikari, L., and Rçczey K. (2008). Evaluation of the role of xyloglucanase in the enzymatic hydrolysis of lignocellulosic substrates. *Enzyme and Microbial Technology*. Vol. 43: 109-114.
- Bruzual, S. (2010). Estudio de factibilidad técnico– económica para la implementación de energía eólica y solar, en el edificio técnico-administrativo “Leona”, PDVSA Petroritupano, Municipio Freites - Anzoátegui. Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electricista. Barcelona, Estado Anzoátegui. p. 102.
- Burkart, A. (1943). *Las leguminosas argentinas*. Editorial Agencia Acme. Buenos Aires Argentina.
- Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (1986). *Zonas áridas*. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. p. 41-57
- Chaturvedi, A. N. (1985). Firewood farming on degraded lands. *Uttar Pradesh Forest*. Forest Department, Uttar Pradesh, India. *Bulletin* 50.
- Clavero, T. (1998). Cuadernos técnicos. Serie: Árboles forrajeros El Cují (*Prosopis juliflora*). Centro de Transferencia y Tecnología. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 5

- Clemens, C., León de Pinto, G., Rincón, F., y Vera, A. (1998). Exudados gomosos de plantas localizadas en Maracaibo, Venezuela. *Revista Facultad Agronomía, La Plata* Vol. 103 (2): 119-125.
- Colina, A., Ferrer, A., Urribarrí, L., y Parra, P. (2009). Producción de celulasas por *Trichoderma reesei* Rut C-30 en diferentes substratos celulósicos. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería*. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Vol. 32: 152-159.
- Colina, A., Sulbarán de Ferrer, B., Ferrer, A., and Dale, B. E. (2003). Xylanase production by *Trichoderma reesei* on rice straw. *Applied Biotechnology and Biochemistry Journal*. Vols. 105/108: 715-724.
- El Fadl (1997). Management of *Prosopis juliflora* for use in agroforestry systems in the Sudan. Tropical Forestry Reports. University of Helsinki, Finland. Vol. 16: 135.
- European Academies Science Advisory Council (2011). Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future. German Academy of Sciences Leopoldina. ISBN 978-3-8047-2944-5.
- Faneite, A., Ferrer, A., Tudare, J. y Cardozo, R. (2013). Biorefinación de la Lemna oscura del Lago de Maracaibo. Parte I. Acondicionamiento de Materia Prima. Eutrofización del Lago de Maracaibo: Pasado, Presente y Perspectivas. Comisión permanente para el estudio de la cuenca del Lago de Maracaibo y gestión integral del agua. 225- 255. Depósito legal lfi18520135744193. ISBN: 978-980-402-147-3. DOI: 10.13140/2.1.4474.1449.
- FAO (1980). Genetic resources of tree species in Arid and Semiarid areas. Roma, Italy. FAO Forestry series Nº 16.
- Felker, P., G. H., Cannell, and P. R., Clark (1981) Variation in growth among 13 *Prosopis* (mesquite) species. *Experimental Agriculture*. Vol. 17: 209-218.
- Ferrer, A., Byers, M., Sulbarán, B., Dale, B., and Aiello, C. (2002), Optimizing Ammonia Processing Conditions to Enhance Susceptibility of Legumes to fiber Hydrolysis. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Vols. 98/ 100: 123-134.
- Ferrer, A., Ríos, J. y Urribarrí, L. (2013). Biorefinación de la Lemna oscura del Lago de Maracaibo. Parte II. Producción de alimento para animales y bioetanol. Eutrofización del Lago de Maracaibo: Pasado, Presente y Perspectivas. Comisión permanente para el estudio de la cuenca del Lago de Maracaibo y gestión integral del agua. 257- 286. Depósito legal lfi18520135744193. ISBN: 978-980-402-147-3. DOI: 10.13140/2.1.4474.1449.
- Gámez, J. y Salones, G. (2009). Biorefinación del fruto del cují (*Prosopis juliflora*) para la obtención de alimento para animales y combustible automotor. Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad Nacional Ex-

perimental "Francisco de Miranda" para optar al título de Ingeniero Químico. Coro, Venezuela.

- Gamondes y Martínez (2005). Higiene y Seguridad Laboral. <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/A3/PIARFON%20BAP/HigSegLaboral%20lenga.pdf>.
- Grados, N. y Cruz, G. (1996). New approaches to industrialization of *Albaborro (Prosopis pallida)* pods in Peru. Center for Semi-Arid Forest Resources, Kingsville, Texas.
- Lezcano, P. y Mora, L. (2006). Las vinazas de destilería de alcohol. Contaminación ambiental o tratamiento para evitarlo. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Universidad Experimental delos Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". Guanare, Venezuela.
- Li, J., Gellerstedt, G. y Toven, K. (2009). Steam explosion lignins, their extraction, structure and potential as feedstock for biodiesel and chemicals. *Bioresource Technology* Vol.100: 2556-2561.
- Maghembe, J. A., Kariuki, E. M. y Haller, R. D. (1983). Biomass and nutrient accumulation in young *Prosopis juliflora* at Mombasa, Kenya. *Agroforestry Systems*. Vol. 1:313-321.
- Müller-Steinhagen, H. y Trieb, E. M. y Haller, R. D. (2004). Concentrating solar power. A review of the technology. Quarterly of the Royal Academy of Engineering. *Ingenia* 18: 43-50.
- NREL (2012). Helioenergy 1. Concentrating Solar Power Projects. Fecha de la última actualización: 24 de agosto de 2012. Disponible en: http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=210.
- NREL (2013). Crescent Dunes Solar Energy Projects. Concentrating Solar Power Project. Fecha de la última actualización: 26 de febrero de 2013. Disponible en: http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=60.
- Oliva, J. M, Sáez, F., Ballesteros, I., González, A., Negro, M. J., Manzanares, P., y Ballesteros, M. (2003). Effect of lignocellulosic degradation compounds from steam explosion pretreatment on ethanol fermentation by thermotolerant yeast *Kluyveromyces marxianus*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. Vols. 105/108: 141-153.
- Otsamo, A, y Maua, J. O. (1993). Observation on pod production of planted *Prosopis juliflora*. *East African Agriculture and forestry Journal* 58, p. 111-114
- Pandey, C. N., Gandhi, B. L., y Kannoji, H. C. (1990). Kiln drying schedule for *Prosopis juliflora*. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*. Vol. 21: 29-34.
- Pasiecznik, N. M. (2001). The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* Complex: A Monograph. Coventry, UK. p. 172.

- Patel, R. R., y Safaya, V. (1986). Value added chemical from biomass in: The role of *Prosopis* in wasteland development. Javrajbhai Patel Agroforestry Center, Surendrabag, Gujarat, India. p. RRP1-RRP4.
- Patrouilleau, R. (2006). Etanol ligno-celulésico. Informe Final. Documento disponible en https://www.google.co.ve/?gfe_rd=cr&ei=irbkVMTrDuecgQP-N4YDIDw&gws_rd=ssl#q=obras+de+Ruben+Dario+patrouilleau++ (2006).
- Ribaski, J., y Lima, P.C. (1997). Especies Arbóreas y Arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Publicación en el marco del programa FAO / PNUMA. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Sassner, P., y Zacchi, G. (2008). Integration options for high energy efficiency and improved economics in a wood-to-ethanol process. Department of Chemical Engineering, Lund University. *Biotechnology for Biofuels* Lund- Sweden. Vol. 1:4.
- Sekhar, A. C., y Rawat, N. S. (1960). A note on mechanical properties of *Prosopis juliflora*. *Indian Forester*. Vol. 86: 485-487.
- Sharma, I. (1991). Ecological and economic importance of *Prosopis juliflora* in the Indian Thar desert. *Journal of Economic and Taxonomic botany*. Vol. 2: 245-248.
- Shukla, N. K., Khanduri, A. K., Lal, K., y Lal, M. (1990). Physical and mechanical properties of some exotic species. *Indian Forester*. Vol. 116:140-147.
- Söderström, J., Pilcher, L., Galbe, M., y Zacchi, G. (2003). Combined use of H₂SO₄ and SO₂ impregnation for steam pretreatment of spruce in ethanol production. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. Vols. 105/108: 141-153.
- Tewari, J. C., y Harsh, L. N. (1998). Forestry research in arid tract of India. In: Fifty Years of Arid Zone Research in India. Jodhpur, India. p. 307-322.
- TRADE (2012). Comercio Exterior de Venezuela de NCE Extractos curtientes o tintoreos; taninos y sus derivados; pigmentos y demás materias colorantes; pinturas y barnices; mastiques; tintas. Fecha de la última actualización: junio de 2012. Disponible en: <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Venezuela/Extractos-curtientes-tintoreos-taninos-derivados-pigmentos-materias-colorantes-pinturas-barnices-mas/VE/32>.
- Urribarrí Lauris (2011). Sacarificación y fermentación simultánea de bagazo de caña de azúcar tratado con amoníaco. Tesis doctoral en Química. Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia.
- Varshney, A. (1996). Overview of the use of *Prosopis juliflora* for livestock feed, gum, honey, and charcoal, as well as in combating drought and desertification: a regional case study from Gujarat, India. In: *Prosopis: Semiarid*

fuelwood and forage tree; Building consensus for the disenfranchised. (Eds.) P. Felker and J. Moss. Center for Semi-Arid Forest Resources, Kingsville, Texas, USA. p. 6.35-6.4.

Viebahn, P., Lechon Y., y Trieb, F. (2010). The potential role of concentrated solar power (CSP) in Africa and Europe-A dynamic assessment of technology development, cost development and life cycle inventories until 2050. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2010.09.026.

Warkotsch, W. (1987). Harvesting of pine and eucalypt in South Africa. In: Simposio sobre exploracao transporte, ergonomia e seguranca em reflorestamentos rede viária florestal (1987: Curitiba). Anais... Curitiba: FUPEF/IUFRO, 1987. P.55-109.

Zolfaghari, R., Harden, M., y Huffman, L. (1986). Some physical and chemical-properties of honey Mesquite pod (*Prosopis glandulos*) and applications in foods-products. *Cereal Chemistry*. Vol. 63:104-108.

Violencia contra la mujer: un problema social y de salud pública en Venezuela

*María Márquez González******

*Liliam González Méndez**

*Noris Acosta Morán**

*Sofía Vera***

*Diego Muñoz Cabas****

*Alexis Fuenmayor******

Resumen

El objetivo de este artículo fue determinar la violencia de género en mujeres que acuden a la consulta externa de la Maternidad Armando Castillo Plaza del municipio Maracaibo. Estudio descriptivo, no experimental, transversal, de campo, en una muestra de 600 pacientes en el período julio-diciembre 2012. Se aplicó la Encuesta Violencia de Género del Instituto Nacional de Desarrollo Social; los

* Profesoras Titulares del Departamento de Salud Pública Integral, Escuela de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia.

** Profesora Asociada del Departamento de Salud Pública Integral, Escuela de Medicina; Facultad de Medicina, Universidad del Zulia

*** Profesor Asistente del Departamento de Enfermedades Infecciosas y Tropicales, Escuela de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. diego_smc77@hotmail.com

**** Profesor Asociado del Departamento de Ciencias Funcionales, Escuela de Enfermería, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia.

***** Estudiante de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia.

resultados fueron tratados con estadística descriptiva. Se encontró: violencia de género en 47%, predominando la violencia psicológica en 43,2%. La edad más frecuente entre 15 y 19 años en 38,2%, y 52,8% son indígenas. 33,8% no concluyó bachillerato, en 43,3% el agresor fue su expareja quien en 51,8% había consumido alcohol. 68,3% no denunció al agresor y 31,2% refirió que se debió a que estaba sola. Puede concluirse que la violencia de género es un evento social frecuente, afecta a mujeres muy jóvenes, principalmente a indígenas, con un nivel educativo medio.

Palabras clave: Género, violencia contra la mujer, salud pública.

Violence against Women: A Social and Public Health Problem in Venezuela

Abstract

The aim of this paper was to determine gender violence against women who attend the outpatient clinic at the Armando Castillo Plaza Maternity Hospital in Maracaibo. This is a descriptive, non-experimental, cross-sectional, field study on a sample of 600 patients during the period July-December 2012. The Gender Violence Survey from the National Institute of Social Development was applied; the results were treated with descriptive statistics. Gender violence was found in 47%, with a prevalence of psychological violence for 43.2%. The most common age was between 15 and 19 years, with 38.2%; 52.8% were indigenous; 33.8% had not completed high school; for 43.3%, the aggressor was their ex-partner; for 51.8%, the aggressor had consumed alcohol; 68.3% did not report the offender and 31.2% said the aggression occurred because she was alone. Conclusions are that gender violence is a common social event, affects very young women, mostly indigenous, with an average educational level.

Keywords: Gender, violence against women, public health.

Introducción

La violencia de género hace referencia a una representación social más que a una condición biológica; se ha convertido en un problema de interés en muchos países, por lo tanto, para el sector salud es una situación de obligatorio abordaje, muy vinculado con aspectos socioculturales que los profesionales de ciencias sociales y de la salud lo deben intervenir. Es producto de normas y valores culturales que algunos grupos han incorporado tradicionalmente como determinantes de situaciones de discriminación de la mujer, en muchos de los cuales el rol patriarcal es una forma de organización social, es decir, hombre agrede a la mujer porque las pautas de organización social lo permiten y dan legitimidad.

La Organización de Naciones Unidas (ONU), en su Declaración sobre la Eliminación de la Violencia contra la Mujer (1993), ofreció una definición oficial del término violencia de género: "Todo acto de violencia de género que resulte o pueda resultar en sufrimiento físico, sexual o daño psicológico o sufrimiento a la mujer, incluidas las amenazas de tales actos, la coacción o la privación arbitraria de la libertad, ya sea que ocurra en público o en la vida privada".

Más tarde, la IV Conferencia Mundial sobre la Mujer (1995), reconoce la violencia como un problema social, donde se creó la Plataforma de Acción de Beijing con el apoyo de 189 países, para adoptar medidas urgentes a fin de alcanzar los objetivos de igualdad y que permitieran estudiar y prevenir las causas de violencia, eliminar la trata de mujeres y prestar asistencia a las víctimas.

En atención a lo expuesto, la violencia de género es considerada un problema social y de salud pública, debido a la magnitud registrada en los últimos años y graves consecuencias producidas a nivel individual y social. De allí que en 1996, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la violencia de género como una prioridad internacional para los servicios sanitarios, debido a sus graves consecuencias e impacto económico que supone. Estos hechos han generado cambios legislativos a nivel internacional, y de ser considerada la violencia contra la mujer como un problema privado o un ataque al honor de la familia, ha pasado a ser un delito contra la libertad individual que genera la aprobación de leyes específicas.

Al respecto, la Ley Orgánica sobre el Derecho de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia (2007), describe en su exposición de motivos, que en Venezuela en el año 1998 se reforma el Código penal para sancionar la violencia contra la mujer. La acción de las organizaciones de mujeres y de las instituciones oficiales y privadas, que luchan contra la violencia de género ha logrado una mayor visibilización del problema, produciendo un cambio en su percepción pública, dejando de ser por tanto, un asunto exclusivamente privado. No obstante, asume proporciones preocupantes en el mundo y Venezuela no es excepción de esta realidad mostrando cifras alarmantes.

En este sentido, Garrido (2012), aporta que cada 10 días muere una mujer por violencia de género en Caracas, por lo cual el Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas reporta aproximadamente 3.000 casos anuales de violencia sexual, cifra que representa un porcentaje limitado de la realidad si se toma en cuenta que sólo un 10% de los casos son denunciados. Durante el año 2005 se atendieron 39.051 casos de violencia en el país por organizaciones especializadas, públicas y privadas.

Según el informe publicado en enero 2013 por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), entre 17% y 53% de las mujeres de 12 países de América Latina han experimentado abusos en algún momento de su vida. El estudio sobre violencia contra las mujeres en América Latina y el Caribe, presenta los resultados de entrevistas que se realizaron a 180.000 personas entre 2003 y 2009. Bolivia es el país en el que se reportó más cantidad de casos, con 53% de mujeres afectadas por la violencia de género; entre 61,1% y 92,6% de las mujeres reportaron agresiones corporales; entre 28% y 64% de las mujeres entrevistadas no buscaron ayuda después de sufrir la agresión. Del mismo modo, las víctimas indicaron que hay situaciones que disparan los comportamientos violentos en sus parejas, siendo la más común es el uso de drogas y alcohol entre 29,8% y 53,4%.

En Venezuela no hay cifras globales sobre la violencia de género. Sin embargo, en 2011 el Ministerio Público informó que recibía entre 15 y 45 denuncias diarias de violencia de género. Por su parte, el estado Zulia posee los más altos índices de esta situación problemática; por ello es motivo de preocupación de distintas organizaciones, no sólo por sus consecuencias físicas y psíquicas individuales sino también porque supone mayores demandas a los servicios de salud y alto costo económico para Venezuela.

El estado Zulia representa, junto con el Distrito capital, la zona más peligrosa para este género, según la Red Venezolana sobre Violencia Contra la Mujer, dado que esta organización registró para el 2012 tres denuncias diarias de violencia contra la mujer. Así mismo, según datos de la Policía Municipal de Maracaibo, de las 857 denuncias que recibieron para el 2012, 580 responden a abuso físico y sexual por parte de un familiar; entre todas las denuncias recibidas en las intendencias de los 21 municipios de la región se cuentan más de 20.000 denuncias por este delito (Aponte, 2000).

Por otra parte, La OPS describe el modelo ecológico de la violencia de género, fundamentado en la interacción de distintos factores de riesgo biológicos, sociales, culturales, políticos y económicos presentes en los distintos ámbitos de interacción del individuo, causantes de la violencia en cuatro dimensiones: agresor individual (padre ausente, consumo de alcohol, violencia conyugal de los padres, abusos durante la niñez), relaciones (conflicto conyugal, control de las decisiones y del patrimonio por el hombre), comunidad (pobreza, desempleo, amigos delincuentes), sociedad (normas sociales donde el hombre toma las decisiones, aceptación de la violencia como forma de resolución de conflictos, masculinidad asociada con honor y dominio, papeles rígidos para cada sexo); cumplido este ciclo, el agresor ejerce el control sobre su pareja, debido a la creencia de que tiene derecho a hacerlo.

Se describen por tanto, según Lasheras y Pires (2003) tres formas de violencia de género: física, psicológica y sexual. La primera involucra la utilización de la fuerza para producir heridas o lesiones corporales e incluye empujones, bofetadas, quemaduras, puñetazos, patadas, uso de armas u objetos para hacer daño, intentos de homicidio o asesinato; también incluye la omisión de ayuda ante enfermedades o lesiones derivadas de las agresiones. Por su parte, la violencia psicológica implica una conducta deliberada y continua en el tiempo contra la mujer, que atenta contra dignidad e integridad psíquica y emocional; incluye amenazas, insultos, humillaciones o vejaciones, exigencia de obediencia, aislamiento social, culpabilización, privación de libertad, control económico, chantaje emocional, rechazo o abandono; mientras que la violencia sexual comprende todos aquellos actos que atentan contra la libertad sexual y lesionan su dignidad, lo que incluye relaciones sexuales forzadas, abuso sexual, violación y acoso sexual.

Ahora bien, generalmente la violencia no comienza repentinamente, se inicia con unos controles no demasiado severos, por lo que dificulta su percepción (micromachismos) y buscan destruir la autoestima de la mujer, haciéndose cada vez más severos, pasando de insinuaciones indirectas a indicaciones expresas, convirtiéndose finalmente en auténticas y continuas imposiciones de la violencia de género.

En este sentido, Walker en 1979, investigó las razones que imposibilitan a salir del maltrato. Para ello utilizó la "Teoría del aprendizaje social", de Martin Seligman, y su concepto sobre la indefensión aprendida. Este concepto señala que la mujer aprende a creer que está indefensa, que no tiene ningún control sobre la situación de maltrato y que es imposible producir cambios en la relación con su pareja; aprendiendo a vivir asustada y renunciando a hacer esfuerzos por cambiar la situación, tal como lo ratifica Sepúlveda (2008).

En el mismo orden de ideas, se han descrito 3 fases que describen el ciclo de la violencia: *fase de acumulación de tensión*, donde la hostilidad del hombre va en aumento sin motivo aparente para la mujer. Se intensifica la violencia verbal y pueden aparecer los primeros indicios de violencia física; se presentan como episodios aislados que la mujer cree que puede controlar y que desaparecerán; por tanto, la tensión aumenta y se acumula. La *fase de explosión o agresión*, estalla la violencia y se producen las agresiones físicas, psicológicas y sexuales; es en esta fase cuando la mujer suele denunciar o pedir ayuda; y la *fase de calma o reconciliación o luna de miel* en la que el agresor manifiesta que se arrepiente y pide perdón a la mujer. Utiliza estrategias de manipulación afectiva (regalos, caricias, disculpas, promesas) para evitar que la relación se rompa. La mujer a menudo piensa que todo cambiará, pero en la medida que los comportamientos violentos se afianzan y ganan terreno, la fase de reconciliación tiende a desaparecer y los episodios violentos se aproximan en el tiempo, muchas veces concluyendo con el homicidio.

En consecuencia, para el personal de salud y de las ciencias sociales afines, es de gran importancia conocer estas fases para lograr su intervención; es imperativo ayudar a una mujer que pide ayuda, porque cuando lo hace, ha transitado varias veces el ciclo de la violencia. Por lo antes planteado, se realiza este estudio con el objetivo de determinar la violencia de género en mujeres que acuden a la consulta externa de la Maternidad Armando Castillo Plaza del municipio Maracaibo, estado Zulia.

1. Metodología

La investigación se ubica en el paradigma cuantitativo. Estudio de tipo descriptivo, con diseño no experimental, transversal y de campo. Se seleccionó como universo a todas las mujeres entre 15 y 45 años que asistieron a la consulta externa de la Maternidad Armando Castillo Plaza de Maracaibo durante el período julio a diciembre 2012. La muestra se calculó por la fórmula de Sierra Bravo y estuvo representada por 600 pacientes que estuvieron dispuestas a participar y que acudieron a consulta lunes, miércoles y viernes en el turno matutino. Se aplicó un cuestionario para recoger la información: "Encuesta sobre violencia de género 2011" tomado del Instituto Nacional de desarrollo Social, y la entrevista la realizaron los investigadores. Antes de la aplicación del instrumento, se explicó con un breve instructivo el objetivo y alcances de la investigación, garantía del anonimato y solicitud del consentimiento informado, guardando de esta forma las implicaciones éticas del proceso investigativo.

Se determinó la frecuencia de violencia de género en las mujeres seleccionadas para el estudio, se identificó el tipo de violencia y se describieron algunos factores de riesgo vinculados con la violencia de género, para lo cual, se elaboró una base de datos con el programa estadístico SPSS 17.0, para presentar una estadística descriptiva que permitió elaborar tablas con frecuencias absolutas y porcentajes.

2. Resultados

Una vez analizados los datos se obtiene que la violencia de género está presente en el 47% de las entrevistadas, predominando aquellas que no fueron víctima de violencia (53%); por otro lado, se muestra que el tipo de violencia que predominó fue la psicológica (43.2%), seguida de la física (36.3%) (tablas 1 y 2).

TABLA 1. Presencia de violencia de género

Violencia de género	Número	Porcentaje
Si	280	47,0
No	320	53,0
Total	600	100,0

Fuente: Los investigadores (2013).

TABLA 2. Tipo de violencia

Tipo de Violencia	Número	Porcentaje
Física	142	36,3
Psicológica	169	43,2
Sexual	80	20,5
Total	391	100,0

Fuente: Los investigadores (2013).

En relación a la edad, la tabla 3 demuestra que predominaron las mujeres de edades entre 15 y 19 años (38,2%) y entre los 20 y 24 años (21,6%), es decir que casi la mitad de las víctimas son menores de 25 años.

Con respecto al nivel educativo (tabla 4), el 33,1% no terminaron el bachillerato, seguidas por aquellas que no concluyeron la primaria (21,9%), en su mayoría son mujeres que no concluyeron el bachillerato o la educación primaria, representando el 33,1% y 21,9% respectivamente.

La mayoría de las víctimas de violencia pertenecen a etnias indígenas (52.8%), como se observa en la tabla 5. También se evidenció que el agresor generalmente fue su expareja o su esposo con un 40,3% y 28,6%, respectivamente. Las mujeres que formaron parte del estudio refieren que aquello que con más frecuencia generó la acción violenta fue el consumo de alcohol u otra droga (51,8%). El 68.3% de las agredidas no denunció al agresor y de ellas el 31,2% dice que se debió a que está sola y no tiene donde ir.

TABLA 3. Edad de las mujeres víctimas de violencia de género

Edad (años)	Número	Porcentaje
15-19	107	38,2
20-24	60	21,6
25-29	47	16,7
30-34	34	12,1
35-39	19	6,8
40-45	13	4,6
Total	280	100,0

Fuente: Los investigadores (2013).

TABLA 4. Nivel educativo de las mujeres víctimas de violencia

Nivel educativo	Número	Porcentaje
Alfabeta	29	10,3
Analfabeta	3	1,2
Primaria incompleta	61	21,9
Primaria completa	26	9,2
Técnico	6	2,1
Bachillerato incompleto	93	33,1
Bachillerato completo	37	13,2
Universitaria completa	6	2,0
Universitaria incompleta	19	7,0
Total	280	100,0

Fuente: Los investigadores (2013).

TABLA 5. Etnia de origen de las víctimas de violencia

Etnia	Número	Porcentaje
Indígena	148	52,8
No Indígena	132	47,2
Total	280	100,0

Fuente: Los investigadores (2013).

3. Discusión y conclusiones

Casi el 50% de las encuestadas han sido víctimas de violencia de género, es decir que la frecuencia de este tipo de violencia es elevada; esto coincide con lo reportado a nivel nacional. A pesar que en Venezuela los registros sobre violencia en la mujer son deficientes, a partir de 2007 -al sancionarse la Ley Orgánica sobre el Derecho de la Mujer a una Vida Libre de Violencia-, la mujer toma conciencia de la existencia de unas normas que la protegen y de la obligación que tiene el Estado de garantizarle su integridad, y las denuncias se han duplicado. Se concluye que cada 4 horas una mujer es violentada y el Observatorio Venezolano de los Derechos Humanos de las Mujeres estima que cuatro mujeres fueron asesinadas por día en el país en 2010. Para Chacón y Contreras (2012), estas cifras es solo un reflejo parcial de la realidad, pues más del 50% de los casos no son denunciados.

Predominó la violencia psicológica en este estudio, difiriendo de los resultados presentados por Expósito (2011), en su investigación, en el que la violencia sexual fue la que tuvo mayor prevalencia, seguida de la violencia física y por último la psicológica; no obstante, existen diversos estudios y boletines en los que la prevalencia del tipo de violencia es similar a la del presente trabajo.

La mayoría de los casos de violencia ocurrió en mujeres jóvenes, de 15 a 19 años (38.2%), con educación secundaria incompleta (21,9%); la mayoría eran indígenas (52,8%), esto coincide con los resultados de Expósito (2011), donde más de la mitad eran mujeres jóvenes, con baja escolaridad. Por su parte, Brautigam (2008), en un estudio realizado en Nueva York, encontró que las mujeres entre 18-25 años padecen más de violencia que las mujeres de otras edades.

Un alto porcentaje fueron maltratadas por su expareja, el consumo de alcohol del hombre fue un importante factor desencadenante del maltrato. En la mayoría de los estudios es la pareja quien ejecuta la acción violenta, posiblemente en este estudio las entrevistadas mantienen una relación con el agresor, frecuentemente interrumpida.

Casi las dos terceras partes no denunció al agresor, señalan que por no tener donde ir luego, ya que dependen económicamente de éste, coincidiendo con lo publicado en el Anuario Estadístico Digital (2008) sobre violencia de género, donde se evidenció el perfil socio-económico de las mujeres que acuden a los centros de salud. De igual forma, Vega, Hidalgo y Toro (2011), explican que se trata de mujeres adultas, con hijos que viven en situación de pobreza estructural, no cuentan con un trabajo estable, dependen económicamente de su pareja y carecen de redes familiares.

Es importante mencionar la investigación realizada por Ruiz (2006), donde se determinó la prevalencia de violencia contra la mujer en la pareja en una muestra de 1.402 mujeres entre 18 y 65 años de edad, asistentes por cualquier motivo a centros de atención primaria. Los autores revelan que el 32% del total de mujeres en la muestra tuvo algún tipo de maltrato a lo largo de su vida. El 7% presentó en algún momento de su vida maltrato físico y emocional a la vez, el 14% maltrato emocional, el 3% maltrato emocional y sexual conjuntamente y el 6% los 3 tipos de maltrato. El 52% de las mujeres que refirieron los 3 tipos de maltrato lo habían sufrido durante más de 5 años. Se observa que estos datos son similares a los reporta-

dos en el presente estudio; sin embargo, con algunos puntos porcentuales por debajo de lo hallado.

Indudablemente, la violencia de género supone importantes repercusiones sociales, psicológicas, biológicas y espirituales, tal como lo refieren Plazaola y Ruiz (2004) y Campbell (2002). El interés por abordar el maltrato físico, emocional y sexual radica en que hay indicios de que los diversos tipos de maltrato pueden tener diferentes repercusiones en las variadas esferas sociales de la mujer. Algunos estudios también parecen sugerir la existencia de un «efecto acumulativo» de las diversas tipologías de maltrato, de manera que el impacto en la salud es mayor en las mujeres que experimentan malos tratos físicos, sexuales y emocionales que en las que experimentan solamente un tipo de maltrato.

Para la mayoría de las mujeres maltratadas, el sistema público de salud es el único lugar donde pueden buscar ayuda. Sin embargo, los subregistros del problema son alarmantes; por ello, los profesionales de la salud actuando de manera interdisciplinaria con las ciencias sociales afines, ejercen un rol crucial en la identificación e intervención oportuna de la situación. A pesar de ello, Ruiz (2006) expresa que los sistemas sanitarios continúa prestando una escasa atención a las mujeres maltratadas, aunque desempeñan un papel cada vez más importante en la detección y la prevención de este grave problema.

Tal como lo plantean Ruiz, Blanco y Vives (2004), para evitar y tratar un problema social como la violencia contra la mujer, es necesario conocer sus causas. Frente al abordaje epidemiológico clásico de «factores de riesgo», centrado en el agresor o en la víctima y desde la visión de la epidemiología social, se han propuesto modelos más complejos, es decir, se propone un modelo multinivel en el que no existe un solo factor causal, sino más bien una interacción de factores que operan en niveles distintos y que pueden favorecer la violencia o proteger frente a ella. Las normas culturales relacionadas con la violencia, el género y las relaciones sexuales no sólo se manifiestan en el ámbito individual; también en la familia, la comunidad y el más amplio contexto social, incluidos los medios de comunicación, quienes los refuerzan o combaten.

En conclusión, la mayoría de las mujeres de nuestras sociedades han estado en contacto con alguna situación que lleva implícito el maltrato, lo que obliga a la actuación coordinada de los servicios de salud, servicios so-

ciales, legales y jurídicos, en la lucha contra este fenómeno social, mediante el debido conocimiento de estos factores y sus interacciones en los diferentes contextos y ambientes sociales, a fin de avanzar en el diseño de estrategias de prevención.

Referencias

- Aponte E. (2000). Red Venezolana sobre la Violencia contra la Mujer, estado Zulia, Venezuela. Disponible en <http://ve.linkedin.com/pub/elida-aponte>.
- Anuario Estadístico Digital sobre violencia de género (2008) disponible en: http://www.mssi.gob.es/ssi/violenciaGenero/publicaciones/colecciones/PDFS_COLECCION/libro7_III_Informe.pdf.
- Brautigam (2008). Manual de legislación sobre la violencia contra la mujer. Disponible en http://www.unwomen.org/~media/headquarters/attachments/sections/library/publications/2012/12/unw_legislation-handbook_sp1%20pdf.pdf.
- Campbell J. (2002). Health consequences of intimate partner violence. *Lancet*. 359:1331-6.
- Chacón G., Contreras D. (2012). Análisis del Procedimiento Administrativo en Materia de Violencia Intrafamiliar contra la Mujer. Tesis de grado. Universidad de Oriente. Cumaná.
- Cuarta Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Mujer. (1995). Declaración y Plataforma de Acción de Beijing. Disponible en <http://www.cinu.org.mx/temas/mujer/confmujer.htm>.
- Declaración sobre la eliminación de la violencia contra la mujer. (1993). Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Disponible en http://www2.ohchr.org/spanish/law/mujer_violencia.htm
- Expósito G. (2011). La asimetría social en las relaciones entre mujeres y hombres favorecen la violencia de género. VIII Foro de Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior. Madrid.
- Garrido N. (2012). Violencia de género en las instituciones policiales: Un análisis situacional acontecido en la ciudad de Mérida, Venezuela. *Revista Cenipec*. 31(3): 129-153.
- Lasheras M., Pires M. (2003). La violencia contra las mujeres considerada como problema de salud pública. Documentos Técnicos de Salud Pública. Madrid.
- Ley Orgánica sobre el Derecho de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia. (2007). Asamblea Nacional. República Bolivariana de Venezuela. Caracas.

- Plazaola J., Ruiz I. (2004). Intimate partner violence against women and physical and mental health consequences. *Med Clin*. 122:461-7.
- Ruiz I., Blanco P., Vives C. (2004). Violencia contra la mujer en la pareja: determinantes y respuestas socio-sanitarias. *Gac Sanit*. 18(2): 212-222.
- Ruiz I., Plazaola J., Blanco P., González J., Ayuso P, Montero M. (2006). La violencia contra la mujer en la pareja. Un estudio en el ámbito de la atención primaria. *Gac Sanit*. 20 (3): 243-252.
- Sepúlveda J. (2008). Estudio de los factores que favorecen la continuidad en el maltrato de la mujer. [Tesis doctoral]. Universidad de Valencia. Valencia.
- Vega G., Hidalgo D., Toro J. (2011). Violencia basada en género desde la perspectiva médica. *Revista de Obstetricia y Ginecología Venezolana*. 71 (2): 23-32.

Dimensiones del bazo y de los riñones evaluadas con tomografía multicorte y su asociación al género y edad

*Ricardo E. Esparragoza Montero**
Ana K. Rosales Viloría

RESUMEN

Las dimensiones de los órganos abdominales son afectadas por variables demográficas. Para establecer diferencias en los volúmenes esplénico y renal, situación e inclinación del riñón, relacionadas a edad y sexo, se estudiaron 82 pacientes, ambos sexos, adultos, a quienes se realizó estudio de tomografía computada multicorte abdominal. En hombres, el bazo tuvo mayor anchura, espesor y volumen ($p < 0,05$). El riñón izquierdo (RI) tuvo un mayor tamaño que el riñón derecho (RD): $175,83 \pm 49,99$ cm³ y de $156,07 \pm 41,82$ cm³, respectivamente ($p = 0,02$). En hombres, los volúmenes de ambos riñones fueron mayores. El RD tuvo una mayor inclinación: $21,97 \pm 5,51^\circ$ (plano coronal) y de $22,26 \pm 9,93^\circ$ (plano sagital) que el RI: $18,92 \pm 6,91^\circ$ y de $16,70 \pm 7,77^\circ$, respectivamente ($p < 0,05$). La edad fue mayor en pacientes con una ubicación del RI más baja. El RD tuvo un menor tamaño, pero su inclinación fue mayor, condicionada por el hígado.

PALABRAS CLAVE: Bazo, dimensiones, riñón, tomografía computada multicorte.

* Cátedra de Anatomía. Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: ricardoem@gmail.com

Dimensions of the Spleen and Kidneys Evaluated with Multislice Tomography and their Association with Gender and Age

ABSTRACT

Dimensions of the abdominal organs are affected by demographic variables. To establish differences in splenic and renal volumes, the placement and inclination of the kidney related to age and gender, 82 adult patients from both genders were studied who underwent multislice computerized tomography (CT) of the abdomen. In men, the spleen was wider, thicker and had greater volume ($p < 0.05$). The left kidney (LK) was larger than the right kidney (RK), $175.83 \pm 49.99 \text{ cm}^3$ and $156.07 \pm 41.82 \text{ cm}^3$, respectively ($p = 0.02$). The volumes of both kidneys were larger in men. The RK had a greater inclination, $21.97 \pm 5.51^\circ$ (coronal plane) and $22.26 \pm 9.93^\circ$ (sagittal plane), than the LK, $18.92 \pm 6.91^\circ$ and $16.70 \pm 7.77^\circ$, respectively ($p < 0.05$). The age was greater in patients with a lower placement of the LK. The RK was smaller, but its inclination was greater, determined by the liver.

KEYWORDS: Dimensions, kidney, multislice computerized tomography, spleen.

Introducción

Las dimensiones del bazo y de los riñones pueden modificarse en diferentes condiciones patológicas (Cotran *et al.*, 1990; Ferrer *et al.*, 1997). Las dimensiones normales de dichos órganos se han establecido por medio de técnicas de imágenes (Emanian *et al.*, 1995; Klühs *et al.*, 2003). La tomografía dada su reproducibilidad y objetividad es ideal para valorar el volumen y situación del bazo y de los riñones (Yokoyama *et al.*, 1982; Breiman *et al.*, 1982; Lerman *et al.*, 1990), no teniendo las limitaciones y errores de otras técnicas (Ablett *et al.*, 1995; Kotre y Owen, 1994; Benter *et al.*, 2011).

Los valores normales pueden variar según el género y la edad de los individuos. No obstante, estudios previos no han mostrado diferencias en el volumen del bazo asociadas al sexo, edad y desarrollo pondo estatural

(Pietri y Boscaini, 1984; Prassopoulos *et al.*, 1997). En contraste, se ha encontrado que el riñón es de mayor tamaño en el sexo masculino; y que el riñón izquierdo suele ser de mayor tamaño (Karn, 1962). Con la edad, los riñones disminuyen su longitud, pero aumentan su grosor (Emanian *et al.*, 1993); aunque el tamaño de los mismos se mantiene constante entre los 20 y 50 años de edad (Möell, 1961). También la inclinación de los riñones con relación a la pared abdominal posterior puede afectar las mediciones de su longitud (Griffiths *et al.*, 1975).

En el presente estudio se estableció como objetivos: medir las dimensiones del bazo y de los riñones con tomografía computada multicorte (TCM) en diferentes cortes y relacionarlas al sexo y a la edad; por otra parte, establecer la situación de ambos riñones con relación a la columna vertebral y precisar el ángulo de inclinación que tiene cada uno de los riñones con relación a la pared abdominal posterior, comparando el riñón derecho e izquierdo.

1. Metodología

Se realizó un estudio descriptivo y analítico de corte transversal en los meses de mayo y junio de 2011 en el Departamento de Imágenes del Hospital Coromoto de la ciudad de Maracaibo, que incluyó individuos de ambos sexos (femenino, 61%; masculino, 39%), con edades entre los 18 y 91 años (media: 50,5 años), a quienes se les realizó estudio de TCM del abdomen. Se excluyeron aquellos casos que presentaron patologías que distorsionaban la anatomía de los órganos. El presente estudio se registró y fue aprobado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad del Zulia (VAC-CONDES-CC-0160-11). Se solicitó al comité de bioética del Hospital para tener acceso y utilizar las imágenes de los estudios de tomografía de los pacientes, resguardando la identidad de los mismos.

Las variables de estudio para el bazo fueron: anchura, espesor máximo, espesor hiliar, altura y longitud, estimadas en milímetros (mm.). En cortes transversales se tomó el ancho, donde el órgano mostraba el diámetro mayor; el espesor máximo fue la mayor distancia entre los bordes interno y externo (figura 1); el espesor hiliar, la distancia entre dichos bordes a nivel del hilio; la altura se tomó en cortes coronales midiendo la distancia entre los puntos más superior e inferior de sus extremidades. La longitud se midió

en cortes coronales oblicuos en reconstrucción multiplanar (RMP). Para estimar el volumen se usó la fórmula (Prassopoulos *et al.*, 1997):

$$\text{Volumen esplénico} = 30 + 0.58 (\text{Ancho} \times \text{altura} \times \text{espesor máximo})$$

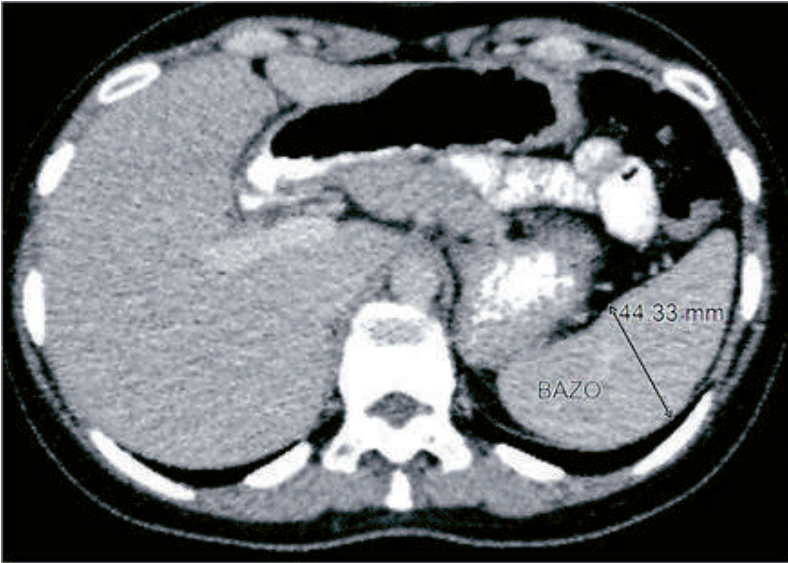


FIGURA 1. Medición del espesor máximo del bazo en corte axial de TCM contrastada en paciente de 39 años del sexo femenino

Para los riñones se midieron la longitud, anchura y espesor. La longitud se tomó como la distancia máxima encontrada entre ambos polos o extremidades renales; se tomó en cortes coronales y sagitales oblicuos. El ancho se tomó en cortes transversales y coronales, midiendo la distancia entre el borde lateral y el borde medial próximo al hilio renal. El espesor se tomó en cortes transversales, midiendo la distancia entre la cara anterior y posterior a nivel del seno renal. También se tomó el espesor del parénquima renal y de la corteza; este último en estudios contrastados en fase angiográfica cortical. Para la inclinación del eje longitudinal del riñón en los planos sagital y coronal se midió los grados de angulación entre el eje mayor del órgano y el eje o plano vertical en RMP (Figura 2). Para el cálculo del volumen se utilizó el método del elipsoide (Geraghty *et al.*, 2004), aplicando la fórmula:

$$\text{Volumen renal} = \text{longitud} + \text{anchura} + \text{espesor} \times (\pi/6)$$

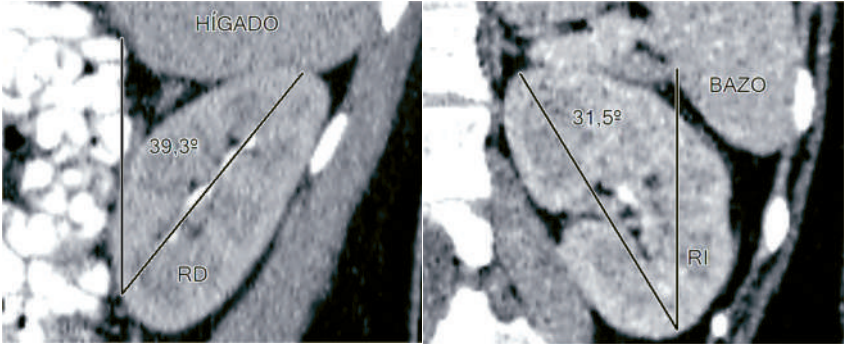


FIGURA 2. Medición de la inclinación del eje longitudinal del riñón derecho (RD) en plano sagital (imagen izquierda) y del riñón izquierdo (RI) en plano coronal (imagen derecha) en estudio de TCM contrastada

La ubicación del riñón con relación a la columna vertebral se determinó tomando el punto más superior e inferior de las extremidades renales para proyectarlos a las vértebras correspondientes o al disco intervertebral. Para catalogar la ubicación de la extremidad superior de ambos riñones se establecieron tres grupos:

- Ubicación alta: Cuando se proyectó por encima del disco intervertebral entre la undécima y duodécima vértebras torácicas.
- Ubicación intermedia: A nivel del disco intervertebral entre la undécima y duodécima vértebras torácicas hasta el borde inferior de la duodécima vértebra torácica.
- Ubicación baja: A nivel del disco intervertebral entre la duodécima vértebra torácica y la primera lumbar o más inferior.

Para catalogar la ubicación de las extremidades inferiores renales, de igual forma, se establecieron tres grupos:

- Ubicación alta: Cuando se proyectó por encima del disco intervertebral entre la segunda y tercera vértebras lumbares.
- Ubicación intermedia: A nivel del disco intervertebral entre la segunda y tercera vértebras lumbares hasta el borde inferior de la tercera vértebra lumbar.
- Ubicación baja: A nivel del disco intervertebral entre la tercera y cuarta vértebras lumbares o más inferior.

Otras variables del estudio fueron el coeficiente de atenuación parenquimatoso expresado en unidades Hounsfield (UH), el sexo y la edad.

Las imágenes de Tomografía fueron obtenidas con un mismo Tomógrafo Multicorte (*Aquilion de 16 cortes, Toshiba*), inicialmente se tomaron las imágenes sin administración de contraste, con un espesor del corte de 2 mm., con una velocidad de rotación de 0,4 a 0,6 segundos; voltaje del tubo de 120 kV. Posteriormente, se tomaron imágenes después de la administración de 100 ml. de contraste yodado por vía endovenosa, cateterizando una vena superficial del miembro superior, con un espesor del corte de 1 mm., voltaje de 120 kV y una rotación del tubo de 0,4 a 0,6 segundos. Los datos obtenidos fueron guardados en la estación de trabajo. Las mediciones fueron realizadas por un mismo especialista en imágenes, se utilizó el programa Onis versión 2.3.5 (*Digitalcore CO., LTD*).

Los datos se expresan como números y proporciones para las variables categóricas. Las variables continuas se expresan como media \pm desviación estándar. Se aplicó la prueba t de Student para comparar las medias entre las variables continuas. Se aplicaron pruebas no paramétricas en caso que no cumplirse la condición de normalidad. Para las variables categóricas se aplicó la prueba de chi cuadrado. Se consideró un valor de p menor a 0,05 estadísticamente significativo. Para el análisis se utilizó el SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows, versión 15.

2. Resultados

Se realizaron mediciones de bazo y/o ambos riñones en 82 pacientes incluidos. Los coeficientes de atenuación del parénquima esplénico no mostraron diferencias significativas al comparar ambos sexos. En los bazos evaluados fueron mayores la anchura, el espesor máximo e hilar, y el volumen en el género masculino al comparar con el femenino (tabla 1).

Se valoraron 76 riñones derechos y 77 izquierdos. Los coeficientes de atenuación del parénquima renal no mostraron diferencias significativas a comparar el riñón izquierdo y el derecho, ni al comparar ambos sexos. Hubo la tendencia de tener mayores dimensiones el riñón izquierdo, dicha diferencia fue significativa para el ancho en corte coronal y el espesor (tabla 2).

TABLA 1. Dimensiones del bazo evaluadas por TCM

Variables	Masculino	Femenino	Valor de p
Coefficiente de atenuación (U.H)	39,86 ± 4,01	39,92 ± 3,97	NS
Ancho CT (mm)	105,63 ± 15,4	95,75 ± 15,1	0,005
Espesor máximo (mm)	46,01 ± 9,3	40,47 ± 6,1	0,005
Espesor hilar (mm)	33,71 ± 7,6	30,17 ± 5,6	0,046
Altura CC (mm)	91,00 ± 18,5	87,41 ± 13,9	NS
Longitud (mm)	106,59 ± 14,5	103,79 ± 10,7	NS
Volumen (cm ³)	277,01 ± 108,4	228,87 ± 62,2	0,04

Los valores se expresan como media ± desviación estándar.

UH: unidades de Hounsfield. mm: milímetros. cm³: centímetros cúbicos.

CC: corte coronal. CT: corte transversal.

TABLA 2. Dimensiones de los riñones evaluadas por TCM

Variables	Riñón Derecho	Riñón Izquierdo	Valor de p
Coefficiente de atenuación (U.H)	23,98 ± 3,95	23,94 ± 3,98	NS
Longitud CS (mm)	108,18 ± 10,99	110,70 ± 14,16	NS
Longitud CC (mm)	108,60 ± 11,94	111,87 ± 14,74	NS
Ancho CT (mm)	59,84 ± 5,67	58,48 ± 6,18	NS
Ancho CC (mm)	52,39 ± 6,19	55,45 ± 6,37	0,003
Espesor CT (mm)	48,12 ± 6,35	51,97 ± 6,46	< 0,001
Espesor parenquimatoso (mm)	17,43 ± 1,91	17,57 ± 1,84	NS
Espesor cortical (mm)	6,48 ± 1,44	6,29 ± 1,21	NS
Volumen (cm ³)	156,09 ± 41,10	175,94 ± 50,30	0,02

Los valores se expresan como media ± desviación estándar.

UH: unidades de Hounsfield. mm: milímetros. cm³: centímetros cúbicos.

CS: corte sagital. CC: corte coronal. CT: corte transversal.

Las dimensiones del riñón en el sexo masculino fueron mayores que en el sexo femenino, esta diferencia fue significativa para el ancho medido en corte coronal y para el espesor en el lado derecho y en el riñón izquierdo para la anchura y para el espesor (tabla 3). En cuanto al volumen renal se encontró que el riñón izquierdo tuvo un mayor volumen que el derecho y que en el género masculino ambos riñones exhibieron un mayor tamaño (tablas 2 y 3). La edad no correlacionó de manera significativa con el volumen ni con las dimensiones renales, tampoco tuvo una asociación significativa con el volumen esplénico.

TABLA 3. Dimensiones de los riñones evaluadas por TCM según sexo

Variables	Riñón Derecho		Riñón Izquierdo	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Coefficiente de atenuación (U.H)	23,18 ± 3,07	24,46 ± 4,35	23,78 ± 3,91	24,03 ± 4,06
Longitud CS (mm)	109,33 ± 10,63	107,41 ± 11,29	111,82 ± 15,05	110,02 ± 13,72
Longitud CC (mm)	110,11 ± 12,08	107,60 ± 11,88	113,81 ± 15,82	110,70 ± 14,08
Ancho CT (mm)	61,11 ± 5,27	58,99 ± 5,82	60,73 ± 6,04*	57,11 ± 5,92*
Ancho CC (mm)	55,60 ± 5,53*	50,25 ± 5,71*	57,28 ± 5,82*	54,29 ± 6,48*
Espesor CT (mm)	50,48 ± 6,67*	46,55 ± 5,68*	55,27 ± 6,85*	49,98 ± 5,36*
Espesor parénquimatoso (mm)	17,95 ± 1,65	17,09 ± 2,02	17,94 ± 1,39	17,34 ± 2,04
Espesor cortical (mm)	6,98 ± 1,01	6,19 ± 1,59	6,76 ± 0,76	6,03 ± 1,35
Volumen (cm ³)	172,19 ± 42,80*	145,36 ± 38,46*	197,07 ± 55,63*	163,18 ± 42,50*

Los valores se expresan como media ± desviación estándar.
UH: Unidades Hounsfield. mm: milímetros. cm³: centímetros cúbicos.

CS: corte sagital. CC: corte coronal. CT: corte transversal.

*Valor de p < 0,05.

El riñón derecho tuvo una mayor inclinación de su eje longitudinal con respecto a los planos verticales que el riñón izquierdo, tanto en el plano coronal como en el sagital. La inclinación del riñón derecho en el plano coronal fue $21,95 \pm 5,54$ grados y en el plano sagital de $22,4 \pm 9,93$ grados; mientras que en el riñón izquierdo fue de $18,87 \pm 6,95$ y de $16,84 \pm 7,73$ grados, respectivamente (Figura 3).

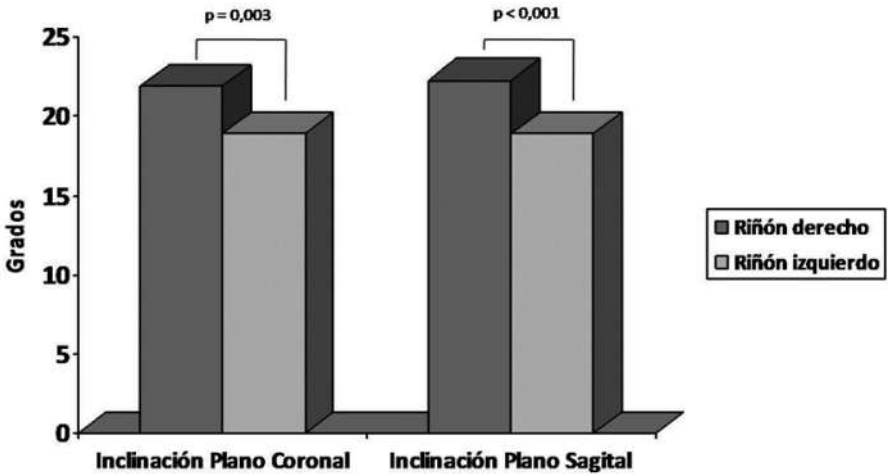


FIGURA 3. Valores de inclinación del eje renal

El riñón izquierdo tuvo una ubicación más alta con respecto a la columna vertebral que el riñón derecho (tabla 4). Las extremidades superiores de ambos riñones se proyectaron desde la décima vértebra torácica hasta L1. Las extremidades inferiores desde L2 hasta L5.

La edad fue mayor en aquellos sujetos con ubicación de las extremidades renales baja; dichas diferencias fueron significativas sólo para la ubicación de las extremidades renales del riñón izquierdo (tabla 5). En 14 casos (18,4%) el riñón derecho tuvo una ubicación más alta que el izquierdo (figura 4) y en 12 casos (14,6%) los riñones se ubicaron al mismo nivel.

TABLA 4. Ubicación de las extremidades renales en relación a la columna vertebral

Ubicación de la extremidad superior	Riñón derecho*	Riñón izquierdo*
Alta	22 (28,9 %)	39 (50,6 %)
Intermedia	42 (55,3 %)	33 (42,9 %)
Baja	12 (15,8 %)	5 (6,5 %)
Ubicación de la extremidad inferior		
Alta	11 (14,7 %)	17 (22,1 %)
Intermedia	47 (62,7 %)	53 (68,8 %)
Baja	17 (22,7 %)	7 (9,1 %)

Los valores se expresan como números y proporciones. *Valores de chi-cuadrado entre extremidades superiores de 8,69 y entre las inferiores de 5,79 ($p < 0,05$).

TABLA 5. Edades según la ubicación de las extremidades renales.

Edad (años)	Ubicación de la extremidad renal			
	Alta	Intermedia	Baja	Valor de p
Polo superior del RD	45,1 ± 16,3	52,0 ± 16,0	53,6 ± 23,4	NS
Polo inferior del RD	48,3 ± 15,8	50,0 ± 18,6	51,7 ± 15,6	NS
Polo superior del RI	43,3 ± 14,5	53,9 ± 15,8	75,0 ± 18,9	0,001
Polo inferior de RI	37,8 ± 16,0	52,8 ± 15,9	62,7 ± 16,7	0,002

Los valores se expresan como media ± desviación estándar de la media. RD: riñón derecho. RI: riñón izquierdo. p: probabilidad. NS: no significativo.

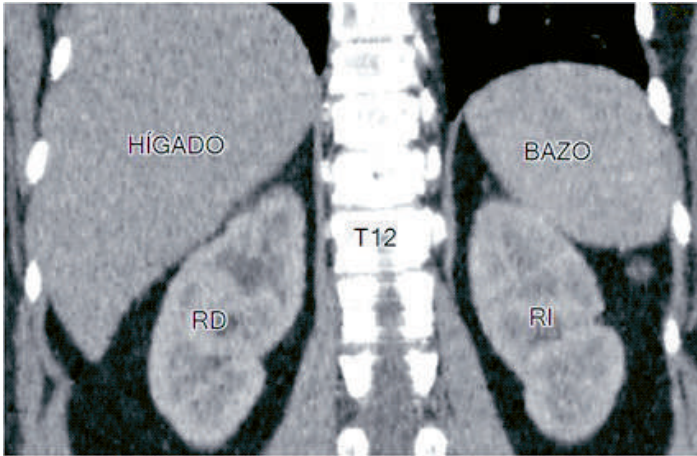


FIGURA 4. Riñón derecho de posición más alta que el izquierdo. Imagen de corte coronal oblicuo de reconstrucción multiplanar en estudio de TMC en paciente del sexo femenino de 39 años de edad. RD: riñón derecho. RI: riñón izquierdo. T12: duodécima vértebra torácica

3. Discusión y conclusiones

El hallazgo de mayores dimensiones en los bazos de individuos del sexo masculino difiere con lo descrito previamente por Prassopoulos, *et al.* (1997). Esta discrepancia puede deberse a una diferente metodología al dividir los individuos en grupos etarios; no obstante, la edad no se ha asociado al volumen esplénico, ni fue diferente en relación al sexo en el presente trabajo.

En cuanto a los riñones, el hallazgo de dimensiones mayores por parte del riñón izquierdo concuerda con lo descrito previamente por Breiman *et al.* (1982) y Yokoyam *et al.* (1982). En el presente estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar el espesor medido en cortes transversales y el volumen estimado con el método del elipsoide del riñón izquierdo con el riñón derecho. Una posible explicación es la relación del riñón izquierdo con el bazo, el cual por ser de menores dimensiones que el hígado, da más espacio al riñón izquierdo para crecer. También se explica dado que la arteria renal izquierda es más corta y recta que la derecha, el volumen renal puede aumentar por un mayor flujo sanguíneo (Emanian *et al.*, 1993). Las diferencias según el género ya han sido es-

tablecidas según lo descrito por Karn (1962) y Griffiths *et al.* (1975); el volumen renal en hombres es mayor bilateralmente.

El parénquima renal tuvo un promedio de valores de atenuación de 23 a 24 U.H. Estos valores fueron menores a los descritos en la literatura, con valores que oscilan entre 30 y 50 U.H., en estudios de tomografía sin contraste (Dogra y Levine, 2003). La edad no se asoció a las dimensiones renales, ni a la longitud ni al grosor; contrariamente a lo descrito por Emanian *et al.* (1993), los cuales encontraron diferencias entre tales mediciones en los diferentes grupos etarios, pero dicho estudio fue realizado con ultrasonido y contó con una muestra mayor que el presente estudio.

En este trabajo se estudió la inclinación de eje longitudinal del riñón en los planos coronal y sagital. Se pudo establecer que el riñón derecho es más inclinado que el izquierdo. Es probable que esta diferente disposición se deba a la relación que establece el riñón derecho con el hígado; mientras que el riñón izquierdo tiene una disposición más vertical, por tener diferentes relaciones anatómicas.

En cuanto a la altura de los polos renales, el izquierdo tuvo una posición más cefálica que el derecho en concordancia con lo descrito en la literatura. La edad afecta la posición del riñón, particularmente el izquierdo, donde se encontró que la edad del grupo de ubicación de los polos renales baja fue mayor que los otros grupos; a su vez, el grupo con ubicación de los polos renales alta tuvo una edad menor. Una posible explicación para el descenso renal, es la posible relajación de la musculatura de la pared abdominal que ocurre en personas de mayor edad (Emanian *et al.*, 1993). Aunque la posición más superior del riñón izquierdo es la disposición más frecuente, en una tercera parte de los casos estudiados el riñón derecho estuvo ubicado más alto o al mismo nivel que el riñón izquierdo.

En la valoración con imágenes del bazo se debe tomar en cuenta cada una de sus dimensiones, como la medición del espesor y no solamente la longitud, dada su asociación significativa al volumen. En el riñón, al momento de evaluar su tamaño, considerar las diferencias entre ambos lados y según sexo. El conocimiento de las diferencias entre el riñón derecho e izquierdo en cuanto a ubicación, altura e inclinación podrían ser de utilidad en procedimientos intervencionistas. Dichas diferencias son condicionadas por la relación con el hígado del riñón derecho.

Referencias

- Ablett MJ, Coulthard A, Lee RE, Richardson DL, Bellas T, Owen JP, Keir MJ, Butler TJ. (1995). "How reliable are ultrasound measurements of renal length in adults?" *Br J Radiol*; 68: 1087-1089.
- Benter T, Klühs L, Teichgräber U. (2011). "Sonography of the spleen". *J Ultrasound Med*; 30(9): 1281-1293. Disponible en: <http://www.jultrasound-med.org/content/30/9/1281>. full.pdf
- Breiman RS, Bech JW, Korobkin M, Glennly R, Akwari OE, Heaston D, Moore AV, Ram PC. (1982). Volume determinations using computed tomography. *AJR*; 138: 329-333.
- Cotran RS, Kumar V, Robbins SL. (1990). *Patología Estructural y Funcional*. Vol. 1. 4ª edición. Madrid, España: McGraw-Hill-Interamericana.
- Dogra V, Levine E. (2003). The Kidney. En: Haaga JR, Lanzieri ChF, Gilkeson RC. *Computed tomography and magnetic resonance imaging of the whole body*. Vol. 2. 4ª ed. St. Louis, Missouri, USA: Mosby: 1537-1540.
- Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. (1993). "Kidney dimensions at sonography: Correlation with age, sex and habitus in 665 adult volunteers". *AJR Am J Roentgenol*; 160: 83-86. Disponible en <http://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/ajr.160.1.8416654>
- Emamian SA, Nielson MB, Pedersen JF. (1995). "Intraobserver and interobserver variations in sonographic measurements of kidney size in adult volunteers. A comparison of linear measurements and volumetric estimates". *Acta Radiol*; 36: 399-401.
- Ferrer FA, McKenna PH, Bauer MB, Miller SF. (1997). "Accuracy of renal ultrasound measurements for predicting actual kidney size". *J Urol*; 157: 2278-2281.
- Geraghty EM, Boone JM, McGahan JP, Jain K. (2004). "Normal organ volume assessment from abdominal CT". *Abdom Imaging*; 29:482-490.
- Griffiths GJ, Cartwright G, McLachlan MSF. (1975). "Estimation of renal size from radiographs: Is the effort worthwhile?" *Clinical Radiology*; 26: 249-256.
- Karn M. (1962). "Radiographic measurements of kidney section area". *Ann. Hum. Genet. London*. 25: 379.
- Klühs L, Teichgräber UK, Schneider U, Ludwig WD, Dorken B, Benter T. (2003). Accuracy of the sonographic determination of the splenic weight in comparison with the weight at autopsy [in German]. *Rofo*; 175:532-535.
- Kotre CJ, Owen JP. (1994). "Method for the evaluation of renal parenchymal volume by X-ray computed tomography". *Med Biol Eng Comput*; 32: 338-341.

- Lerman LO, Bentley MD, Bell MR, Rumberger JA, Romero C. (1990). "Quantitation of the *in vivo* kidney volume with cine computed tomography". *Invest Radiol*; 25: 1206-1211.
- Möell, H. (1961). "Kidney size and its deviation from normal in acute renal failure: a roentgen diagnostic study". *Acta Radiol (Diagn.)*; 56 (Suppl. 206): 5-74.
- Pietri H, Boscaini M. (1984). Determination of a splenic volumetric index by ultrasonic scanning. *J Ultrasound Med*; 3: 19.
- Prassopoulos P, Daskalogiannaki M, Raissaki M, Hatjidakis A, Gourtsoyiannis N. (1997). Determination of normal splenic volume on computed tomography in relation to age, gender and body habitus. *Eur. Radiol*; 7, 246-248.
- Yokoyama M, Watanabe K, Inatsuki S, Ochi K, Takeuchi M. (1982). "Measurement of renal parenchymal volume using computed tomography". *J Comput Assist Tomogr*; 6: 975-977.

Concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal para consumo humano

*Egar Sánchez**
*Arelis García**
*Mary Contreras***

RESUMEN

La regulación oficial establece concentraciones de yodo en la sal para consumo humano, mínimo 40 ppm y máximo 70 ppm. Para verificar su cumplimiento y estudiar el efecto tiempo y temperatura de almacenamiento, se tomaron muestras en tres plantas (A, B, C) del estado Zulia. Se consideraron los tiempos $t_0=0$, $t_1=2$, $t_2=4$ y $t_3=6$ meses y las temperaturas $T_1=32,7^{\circ}\text{C}$ y $T_2=38,5^{\circ}\text{C}$. Distribuciones de las concentraciones mínimas y máximas en t_0 y de las diferencias respecto a t_0 fueron estimadas utilizando m fuera de n Bootstrap. La norma fue verificada estimando la confiabilidad de estos valores extremos y el efecto tiempo y temperatura usando intervalos Bootstrap (95%). Los resultados muestran la planta A 100% confiable en el cumplimiento de la mínima concentración, mientras que las plantas B y C presentaron confiabilidades poco satisfactorias (29% y 65%). Las concentraciones

* Unidad de Investigaciones Epidemiológicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. egarsanchez@gmail.com

** Ministerio del Poder Popular para la Salud y División de Postgrado, Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ.

máximas en las tres plantas presentaron altos niveles de confiabilidad (100%, 97,40% y 92,74%). Los resultados no mostraron efecto del tiempo y de la temperatura sobre las concentraciones extremas de yodo.

PALABRAS CLAVE: Mínimo, máximo, Bootstrap, sal, concentración de yodo.

Minimum and Maximum Iodine Concentrations in Salt for Human Consumption

ABSTRACT

The official regulation establishes a minimum of 40 ppm and a maximum of 70 ppm for iodine concentration in salt for human consumption. To verify compliance with the norm and to study the effects of time and storage temperature, samples were selected from three plants (A, B, C) in the State of Zulia. The times considered were $t_0=0$, $t_1=2$, $t_2=4$ and $t_3=6$ months and temperatures were $T_1=32.7^\circ\text{C}$ and $T_2=38.5^\circ\text{C}$. Distributions of the minimum and maximum concentrations in t_0 and of differences with regard to t_0 were estimated using m out of n Bootstrap. The norm was verified estimating the reliability of these extreme values and the time and temperature effect using Bootstrap intervals (95%). Results show that plant A was 100% reliable in complying with the minimum concentration while plants B and C presented reliabilities that were not very satisfactory (29% and 65%). Maximum concentrations in the three plants presented high levels of reliability (100%, 97.40% and 92.74%). The results showed no effect of time or temperature on the extreme iodine concentrations.

KEYWORDS: Minimum, maximum, Bootstrap, salt, iodine concentration.

Introducción

El yodo es un elemento esencial para el funcionamiento de la glándula tiroidea y para la formación de las hormonas tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3); ambas esenciales para el desarrollo del sistema nervioso central, para el crecimiento, la termogénesis y para una serie de funciones metabólicas (Guyton y Hall, 1999; Hetzel, 1983; Luis et al, 2005. La Asamblea Ordinaria N° 43 de la Organización Mundial de la Salud realizada en

Ginebra reconoce los desórdenes por deficiencia de yodo como un problema de salud pública relevante a nivel mundial (World Health Organization, 1990). Existe consenso internacional en que la yodación universal de la sal para consumo humano es la estrategia más efectiva para suministrar los requerimientos mínimos de yodo a la población y así prevenir el conjunto de patologías ocasionadas por la deficiencia de este micronutriente (Anderson et al, 2003; Caballero, et al 2008; Hetzel, 2004; y World Health Organization, 1993). La normativa nacional venezolana establece que, la concentración de yodo agregado a la sal para consumo humano debe estar comprendida entre un mínimo de 40 ppm y un máximo de 70 ppm (Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, 1995). Valores entre el mínimo y el máximo resultan de gran importancia para la salud, mientras que cifras superiores a 70 ppm están relacionadas con costos de producción, eficacia y optimización del proceso.

La importancia de estudiar la concentración de yodo en la sal se fundamenta en la necesidad de verificar el cumplimiento de la normativa oficial por parte de las plantas procesadoras. En relación a éstas es oportuno mencionar que no es suficiente demostrar si en promedio la norma es respetada, ya que es posible que en diversas muestras de sal se pueda estar cumpliendo la norma en su valor promedio, pero incumpléndola en su valor mínimo, en su valor máximo o en ambos. Por esta razón, se hace necesario conocer la distribución que describe el comportamiento probabilístico del valor mínimo y máximo de las concentraciones de yodo en la sal y para lo cual la estadística de valores extremos es la metodología más adecuada (Gumbel, 2004).

Para estimar las distribuciones antes mencionadas existen dos enfoques: El Paramétrico, que asume una forma funcional específica para el modelo de probabilidad buscado; y el No Paramétrico, donde la forma de la distribución no es definida a priori, es determinada por los datos observados. Dentro del primer enfoque es muy utilizada la Distribución Generalizada de Valores Extremos (DGVE), la cual combina dentro de un mismo modelo, las tres distribuciones clásicas frecuentemente utilizadas para modelar el mínimo y el máximo observado en un conjunto de muestras independientes (Kotz y Nadarajah, 2000). Los tres casos que agrupa la DVGE son referidos como distribución TIPO I (Gumbel), Tipo II (Frechet) y TIPO III (Weibull).

Para la presente investigación la DGVE puede no ser conveniente porque ella depende de la distribución de donde proceden las muestras, es decir, si un número de muestras son seleccionadas de una Distribución Normal, el ajuste de la DGVE conlleva a la Distribución TIPO I; a la TIPO II si proceden de una Distribución *t* de student y a una TIPO III si provienen de una Distribución Beta. Como puede suceder que la distribución de origen no se corresponda con ninguna de las formas antes descritas, o asumir la forma de esta distribución son supuestos difíciles de justificar, los modelos clásicos de Gumbel, Frechet y Weibull pueden no resultar convenientes para representar la distribución de probabilidad de las concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal para consumo humano.

En el caso No Paramétrico se dispone de los métodos de remuestreo. Aunque existen varios procedimientos de remuestreo, el método Bootstrap es el más conocido (Sing y Xie, 2009 y Efron, 1979) y utilizado con mucho éxito en el campo de las investigaciones médicas (Guzmán, 2011), epidemiológicas (Torres, 1997) y de la biología (Miranda, 2003), entre otras. En este enfoque la distribución se determina simulando un número elevado de muestras aleatorias (llamadas muestras Bootstrap), del mismo tamaño de la muestra original y con reposición, construidas todas a partir de la muestra observada que se asume es representativa de la población. Algunas modificaciones del método Bootstrap se han hecho con el fin de mejorar su desempeño y adaptarse a algunas situaciones particulares. En este sentido, la variante llamada *m* fuera de *n* Bootstrap (MFNB), es la recomendada para estimar la distribución de los valores máximos y mínimos (Chernick, 2008).

Considerando que el método NFMB puede resultar más práctico para solucionar problemas inherentes a la distribución del máximo y del mínimo, solo requiere de una muestra y de un algoritmo computacional para simular la extracción de las mismas, en el presente trabajo se definieron los siguientes objetivos: 1) Utilizar el método MFNB, para estimar la distribución de las muestras de las concentraciones máximas y mínimas de yodo en la sal para consumo humano en tres plantas procesadoras del estado Zulia. 2) Una vez conocida estas distribuciones, determinar la confiabilidad de la concentración máxima y mínima de yodo en la sal. Definida la confiabilidad como la probabilidad de que el máximo de una muestra seleccionada al azar no supere el valor de 70 ppm y la probabilidad de que

el mínimo de una muestra aleatoria no sea inferior a un valor de 40 ppm.
3) Determinar el efecto de las variables tiempo y temperatura de almacenamiento sobre las mínimas y máximas concentraciones de yodo en la sal.

1. Aspectos teóricos

El Bootstrap clásico de Efron (1979) constituye una buena opción para hacer una estimación empírica de la distribución del muestreo de un estadístico, que básicamente es válida para resolver problemas de incertidumbre. El Bootstrap convencional se fundamenta en que siendo la muestra representativa de la población, se asume que en si misma ella es la población; es así como a partir del uso de técnicas de simulación se extraen de ella un gran número de muestras del mismo tamaño de la muestra original, de manera aleatoria y con reposición. Estas muestras llamadas remuestras y también muestras Bootstrap, constituyen una estimación empírica de la distribución del muestreo del estadístico correspondiente.

El Bootstrap permite estimar la distribución de un estadístico sin utilizar análisis matemático, en oposición a esto requiere un gran esfuerzo computacional para hacer el trabajo de simulación del remuestreo. Sin embargo, actualmente no existen limitaciones en cuanto a la alta capacidad y velocidad de los modernos equipos y programas de computación para implementar esta tarea.

La metodología Bootstrap produce resultados satisfactorios en muchas aplicaciones y específicamente para algunos estadísticos como la media y la desviación estándar. No obstante, genera resultados inconsistentes cuando se trata de analizar estadísticos como el mínimo y el máximo (Angus, 1993). Dada esta situación, se han desarrollado variaciones al método original con el fin de mejorar su desempeño en estas situaciones particulares. En este sentido, la variante MFNB es la recomendada para estimar la distribución de los valores máximos y mínimos (Chernick, 2008). La principal diferencia entre ambos métodos radica en que el MFNB utiliza remuestras con un tamaño (m) menor a la muestra original ($m < n$), en consecuencia, el método requiere de la selección adecuada del valor m en un número grande de muestras Bootstrap.

2. Metodología

Se cuenta con datos de tres plantas (A, B, y C) procesadoras de sal ubicadas en el estado Zulia. De cada planta se seleccionó de un mismo lote y de manera aleatoria, 400 muestras (empaques) de sal. Considerando que a nivel de consumidor el producto alimenticio es almacenado por tiempo prolongado y en ambientes con temperaturas altas, se estudió el efecto de las variables tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la concentración mínima y máxima de yodo. Para ello se asumieron cuatro tiempos: $t_0 = 0$, relativo al momento en que se seleccionaron las muestras después de finalizado el proceso de empaque, $t_1 = 2$ meses, $t_2 = 4$ meses y $t_3 = 6$ meses de almacenamiento de las muestras. Estas fueron almacenadas de manera simultánea a dos temperaturas diferentes: ambiente ($T_1 = 32,7$ °C en promedio) y controlada con valor promedio de $T_2 = 38,5$ °C simulando así la temperatura de la cocina. En la tabla 1 se presenta la distribución de las muestras correspondiente a cada planta según tiempo y temperatura.

Siguiendo las recomendaciones de Chernick (2008), la distribución del muestreo de la mínima y máxima concentración de yodo para el momento fue generada utilizando el método MNFB. Se decidió un número de 5000 muestras Bootstrap. El valor de m fue seleccionado utilizando el Bootstrap convencional en diferentes fracciones de n (Singh, 2009). En total se probaron 20 fracciones de n (5, 10, 15, 20, ... 100%) para elegir entre ellas el valor apropiado de m .

TABLA 1. Distribución de las muestras para cada planta según tiempo y temperatura de almacenamiento

Tiempo de almacenamiento (meses)	Temperatura de almacenamiento (°C)		
	$T_1 = 32,7$ (Ambiente)	$T_2 = 38,5$ (Cocina)	Total
$t_0 = 0$	100	-	100
$t_1 = 2$	50	50	100
$t_2 = 4$	50	50	100
$t_3 = 6$	50	50	100
Total	250	150	400

Para implementar el método MFNB y en consecuencia la selección del valor de m , se utilizó el programa MATLAB (2008) con la siguiente secuencia de pasos: a) de las muestras correspondientes al momento $t_0 = 0$, se tomó la primera fracción de n , b) para esta porción de n se generaron 5000 muestras Bootstrap y en cada muestra extraída se determinó el mínimo. Estos valores constituyen la estimación empírica de la distribución del mínimo, c) Se calculó la media (μ_B) de las distribuciones empíricas, el error estándar (σ_B), la suma del cuadrado del error (SCE_B), y el sesgo (S_B). Estos valores fueron usados como medidas de discrepancias entre las distintas distribuciones a determinar (Simar, 2011), d) se repitieron los pasos anteriores para las otras fracciones de n , e) se seleccionó el valor de m entre las diversas fracciones de n ensayadas. Fue elegida como m la fracción de n que mostró medidas de discrepancias similares entre distribuciones vecinas (Simar, 2011) y f) la distribución correspondiente al valor m elegido constituyó la distribución estimada del mínimo por MFNB. Igual procedimiento fue empleado para el máximo.

Obtenida la distribución de las muestras de la concentración máxima y mínima de yodo en la sal, se determinó la confiabilidad de la concentración máxima de yodo en el momento $t_0 = 0$ por el concepto de probabilidad frecuencial, es decir, por la cantidad de veces que ocurrió el evento $x \leq 70$ entre 5000 repeticiones del experimento. De manera similar, la confiabilidad de la concentración mínima de yodo en $t_0 = 0$, se determinó utilizando el enfoque de frecuencia relativa para el evento $x \geq 40$.

El efecto simultáneo de los factores tiempo y temperatura de almacenamiento sobre las concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal, se estudió estimando la distribución de las diferencias de los mínimos y de los máximos; diferencias estas, tomadas siempre con relación a $t_0 = 0$. De esta manera, las distribuciones de las diferencias estimadas fueron entre los tiempos $t_2 - t_0$, $t_4 - t_0$ y $t_6 - t_0$, y, para las muestras expuestas a ambas temperaturas, ambiente (T_1) y cocina simulada (T_2).

La construcción de la distribución de las diferencias se hizo según el siguiente algoritmo (Gil, 2003): a) se mezclaron las dos muestras $n_1 = 50$ y $n_2 = 100$ para dar origen a una sola muestra $n = 150$, b) se simuló una muestra Bootstrap de tamaño n , los 50 primeros elementos se asignaron a n_1 y a n_2 a los 100 restantes, c) se determinó el mínimo de n_1 y n_2 así como su diferencia ($Min(n_1) - Min(n_2)$) y d) este proceso fue repetido en 5000 muestras Bootstrap e) finalmente se utilizó el método

MFNB, tal y como fue explicado anteriormente, para construir la distribución muestral de las diferencia de los mínimos. El mismo procedimiento fue realizado para la distribución de la diferencia de los máximos.

Determinadas las distribuciones de las diferencias, se consideró el siguiente sistema general de hipótesis:

H_0 : Ambas muestras proceden de la misma población y en consecuencia no se puede considerar que existe un efecto tiempo - temperatura en las concentraciones máximas y mínimas de yodo.

H_1 : Ambas muestras no proceden de la misma población, por lo tanto, las concentraciones mínimas y máximas de yodo no pueden considerarse similares y la diferencia observada es debido al efecto de los factores correspondientes.

Finalmente, la prueba de H_0 se realizó utilizando intervalos de confianza Bootstrap del 95% en la distribución de las diferencias, basado en el 2,5 y 97,5 percentil. Si el intervalo Bootstrap incluye el cero, la hipótesis nula no se rechaza y por lo tanto, las dos muestras consideradas provienen de una población común; por el contrario, si el intervalo Bootstrap no incluye el cero, las muestras provienen de poblaciones diferentes, se rechaza H_0 y se confirma el efecto de los factores considerados.

3. Resultados y discusión

Los valores de confiabilidad, la media y desviación estándar de las distribuciones de frecuencias Bootstrap para la mínima concentración de yodo en la sal para las plantas que participan en este estudio se visualizan en la tabla 2. Del análisis resulta claro que, las plantas B y C no cumplen con la normativa nacional en cuanto a las concentraciones mínimas de yodo establecidas en 40 ppm. Esto es demostrado al observar en la misma tabla, que el promedio de las concentraciones de yodo correspondiente a la planta B se ubicó en 32,84 y en 40,48 ppm para la planta C. Además, variabilidades de 7,52 y 8,39 ppm encontradas en la planta B y C, respectivamente, confirman que una cantidad significativa de las muestras estudiadas contienen concentraciones de yodo por debajo del límite mínimo establecido. En contraste, la planta A mostró en la distribución de los valores mínimos un promedio de 49,35 ppm con una variabilidad pequeña que está en el orden de 1,71 ppm, lo que indica un evidente acatamiento a la regulación oficial.

TABLA 2. Confiabilidad, media y desviación estándar de la distribución de las concentraciones mínimas de yodo en la sal para consumo humano

Tiempo de almacenamiento	Plantas	Distribución de los mínimos		
		Confiabilidad (%)	\bar{x}	s
$t_0 = 0$	A	100	49,35	1,71
	B	29,11	32,84	7,52
	C	65,28	40,48	8,39

En cuanto a la distribución de las concentraciones máximas (tabla 3), se observa que entre todas las plantas estudiadas, nuevamente la planta B muestra los valores más desfavorables, una distribución con valor promedio de 41,34 ppm y desviación estándar de 8,18 ppm. Estos valores revelan que aun en la distribución de los máximos, la planta B difícilmente cumple con el mínimo establecido. Una situación menos desfavorable se presenta en la planta C donde la distribución de los máximos, con una concentración promedio de 51,27 ppm y desviación estándar de 5,20 ppm, parece mostrar valores aceptables para el máximo contenido de yodo en la sal. Con respecto a la planta A, igual que en la distribución de los mínimos, en la distribución de los máximos esta planta reporta los mejores valores promedio y de variabilidad. En resumidas cuentas la planta A es la más consistente en cuanto a las concentraciones mínimas y máximas de yodo; y las plantas B y C con mayores valores de variabilidad se notan menos estables y más diversas en cuanto a las concentraciones máximas y mínimas de yodo y, en consecuencia, más propensas a permanecer fuera de la norma oficial COVENIN.

En cuanto a los valores de confiabilidad para la mínima concentración de yodo establecida en las normas oficiales, la tabla 2 permite apreciar que la planta A refiere valores del 100%. Cifras inferiores se encontraron en las plantas B y C con confiabilidades del 29,11% y 65,28% respectivamente. Estos resultados ponen de manifiesto el cumplimiento de la norma COVENIN por parte de la planta A. No obstante, la baja confiabilidad encontrada en la planta C, revela que sólo el 65,28% de los empaques de sal presentan concentraciones de yodo superior a 40 ppm, mientras que en la planta B aproximadamente el 71% de los empaques de sal se mercadean con concentraciones de yodo inferior al valor mínimo establecido.

TABLA 3. Confiabilidad, media y desviación estándar de la distribución de las concentraciones máximas de yodo en la sal para consumo humano

Tiempo de almacenamiento	Plantas	Distribución de los máximos		
		Confiabilidad (%)	\bar{x}	s
$t_0 = 0$	A	100	53,59	2,90
	B	97,40	41,34	8,18
	C	92,74	51,27	5,20

En lo que se refiere a la confiabilidad del máximo permitido, la tabla 3 refleja valores de confiabilidad del 100% para la planta A, seguida de la planta B con un 97,40% y para la planta C con un 92,74 %. Estos resultados sugieren que las tres plantas son confiables en cuanto al cumplimiento de las concentraciones máximas de yodo en la sal para consumo humano.

Con el fin de facilitar el análisis de los datos, se utilizó el diagrama de cajas para representar la distribución de las concentraciones mínimas y máximos de yodo en la sal para consumo humano. Al respecto en la figura 1, se puede apreciar que para el caso de las concentraciones mínimas, la distribución es asimétrica en las tres plantas. Es así como en las plantas A y C, la cola de dichas distribuciones son alargadas hacia la izquierda y en la planta B es sesgada hacia la derecha. De este comportamiento quedan en evidencia los hallazgos presentados en la tabla 2 en lo referente a la confiabilidad de un ciento por ciento de la planta A, ya que la distribución de las concentraciones mínimas de yodo está por encima de 40 ppm y con pequeña variabilidad. No obstante las plantas B y C en sus distribuciones, registran valores que alcanzan la cifra de 10 ppm. Es importante mencionar que en la planta B el 71% (100%-29,11%) de la distribución se ubicó por debajo del límite mínimo establecido de 40 ppm, mientras que en la planta C se encontraron cifras del 35% (100%-65,28%).

En lo que se refiere a las distribuciones de las máximas concentraciones de yodo, en la figura 2 se aprecia que en las tres plantas la distribución es asimétrica, con tendencias sesgadas hacia la derecha, pero con variabilidades diferentes. Esta es marcadamente menor en la planta A, seguida de la C; mientras que la B presenta la mayor dispersión. Este comportamiento permitió conocer que en las plantas B y C el 2,3 % (100%-97,74%) y el 7.3 % (100%-92,74%) de los empaques de sal respectivamente se comercializan con concentraciones de yodo que superan el límite máximo establecido de 70ppm.

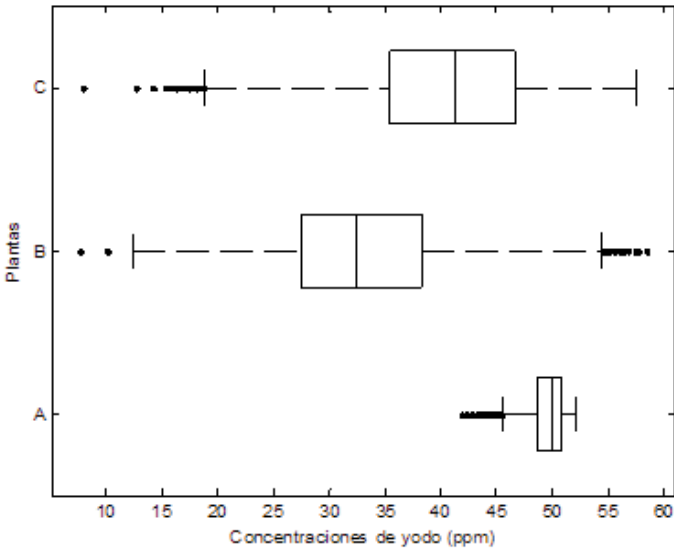


FIGURA 1. Distribución de las concentraciones mínimas de yodo en la sal para consumo humano

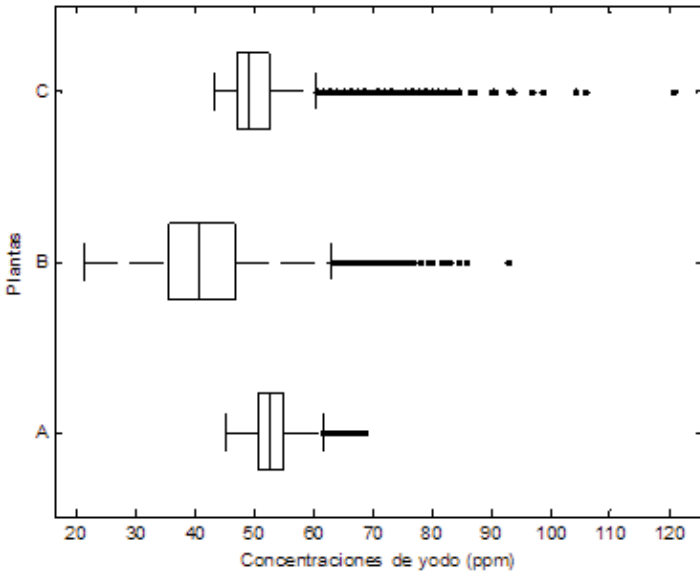


FIGURA 2. Distribución de las concentraciones máximas de yodo en la sal para consumo humano

En cuanto a la planta A, la misma figura muestra que la distribución de las concentraciones máximas de yodo se encuentra por debajo de 70 ppm hasta una cifra no menor de 45 ppm.

El análisis realizado para evaluar el efecto tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en las concentraciones mínimas y máximas de yodo se aprecian en la tabla 4. Se muestran los intervalos Bootstrap del 95% de confianza para la distribución de las diferencias de los mínimos y de los máximos entre los tiempos $t_6 - t_0$. En virtud que para el mínimo y para el máximo de cada planta, los intervalos de confianza incluyen el cero, se demostró que la sal conservada a temperatura ambiente (T_1) y por un tiempo igual a los 6 meses, no mostró cambios en las concentraciones mínimas de yodo.

Resultados similares fueron encontrados en las concentraciones mínimas y máximas de yodo cuando la sal es guardada por un tiempo igual a 6 meses y almacenada a temperaturas, que simulan el ambiente de la cocina (T_2). En relación a esto los resultados se muestran en la tabla 5 e igualmente se infiere que no existen diferencias entre las concentraciones mínimas y entre las concentraciones máximas de yodo, cuando la sal es almacenada a temperatura que simula el ambiente de la cocina y por un tiempo igual a 6 meses. Por consiguiente, la relación tiempo de almacenamiento y temperatura no alteran las concentraciones mínimas y máximas de yodo del producto.

TABLA 4. Intervalos Bootstrap del 95% de confianza para la distribución de las diferencias de mínimos y máximos entre los tiempos $t_6 - t_0$.
Temperatura ambiente

Planta	Diferencia entre tiempos	Intervalo Bootstrap del 95% de confianza			
		Distribución de las diferencias de los mínimos		Distribución de las diferencias de los máximos	
		Lim. Inf	Lim. Sup.	Lim. Inf	Lim. Sup.
A	$t_6 - t_0$	-2,75	2,11	-1,27	2,77
B	$t_6 - t_0$	-5,08	2,96	-5,29	9,52
C	$t_6 - t_0$	-17,01	13,59	-21,37	24,33

TABLA 5. Intervalos Bootstrap del 95% de confianza para la distribución de las diferencias de mínimos y máximos entre los tiempos $t_6 - t_0$.
Temperatura controlada

Planta	Diferencia entre tiempos	Intervalo Bootstrap del 95% de confianza			
		Distribución de las diferencias de los mínimos		Distribución de las diferencias de los máximos	
		Lim. Inf	Lim. Sup.	Lim. Inf	Lim. Sup.
A	$t_6 - t_0$	-4,23	2,75	-5,77	7,62
B	$t_6 - t_0$	-3,59	5,51	-5,29	10,26
C	$t_6 - t_0$	-4,23	11,19	-21,37	24,55

Conclusiones

La planta A resultó absolutamente confiable para la mínima concentración de yodo, mientras que las plantas B y C resultaron poco confiables. Las tres plantas presentaron altos niveles de confiabilidad para las concentraciones máximas de yodo.

En las plantas B y C, el 2,3% y el 7,3 % de los empaques de sal se comercializan con concentraciones de yodo que superan el límite máximo de 70 ppm. Dados estos niveles bajos no es posible decir que presentan costos innecesarios producto de un exceso de yodo agregado a la sal.

La planta A es la más estable en cuanto a las concentraciones mínimas y máximas de yodo. Por el contrario, la distribución de las concentraciones mínimas y máximas en las plantas B y C mostraron mayor variabilidad y en consecuencia, refieren ser menos estables, más heterogéneas y menos confiables en lo que concierne a las concentraciones mínimas y máximas de yodo requeridas.

La conservación de la sal a temperatura ambiente y controlada y por un tiempo menor o igual a seis meses no ocasiona cambios en las concentraciones mínimas y máximas de yodo.

Recomendaciones

Es necesario que las plantas B y C mejoren sus índices de calidad en el sentido de disminuir la variabilidad y aumentar considerablemente la concentración de yodo promedio. Para esto se requiere actualizar los procesos de adición de yodo por parte de estas plantas procesadoras de sal, evaluar la concentración y el nivel de pureza del yoduro y yodato de potasio usados en el fortalecimiento de la sal, garantizar y facilitar a las plantas procesadoras de sal el suministro oportuno del aditivo alimentario y fortalecer la vigilancia y el control de los procesos de producción por parte de los organismos oficiales.

Referencias

- Anderson, M., Takrouche, B., Egli, I. y Benoist, B de. (2003). The WHO Global Database un iodine Deficienci Disordes: The importance of monitoring iodine nutrition. *Scand. J. of Nutr.* Vol. 47 (4): 162- 166.
- Angus, J. E. (1993). Asymptotic theory for bootstrapping the extremes. *Communications in Statist. Theory and Methods.* Vol. 22:15-30.
- Caballero, L., Quintero, M., Guerra, I., Calderon, Y., Carrillo, A., Medina, O. y Pérez, A. (2008). Yoduria. Excreción urinaria de yodo en escolares de comunidades indígenas de la Cuenca del río Orinoco en Venezuela. *Revista Electrónica de Portales Médicos.* 12p. En línea: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones>. 20 de Julio de 2012
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) (1995). Sal comestible. 179-95. Caracas, Venezuela. 5p.
- Chernick, M. (2008). Which Resampling Method Should You Use?. *Bootstrat Methods, A Guide for Practitioners and Researchers.* Wiley Series in Probability and Statistics. 2nd Ed. New Jersey, pp 114-126.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look a the Jackknife. *The Annals of statistics.* Vol. 7:1-26.
- Gil, J. (2003). Aplicación del método Bootstrap al Contraste de Hipótesis en la Investigación Educativa. *Revista de Educación.* España. Vol. 336:251 – 265.
- Gumbel, E. J. (2004). Exact Distribution of Extremes. *Statistic of Extremes.* Dover Publications, INC. Mineola, New York. pp 75-112.
- Guyton, A., y HALL, J. (1999). *Hormonas metabólicas tiroideas. Tratado de Fisiología Médica.* 9na Ed.. Interamericana McGrawhill. México, pp 1033- 1046.

- Guzmán, G. P. (2011). Evaluación del Bootstrap para la Estimación de Percentiles Extremos. Aplicación en Intervalos de Referencia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Escuela de Estadística. Tesis de Grado, Medellín Colombia. 40 p.
- Hetzel, B. (1983). Iodine deficiency disorders (IDD) and the eradication. *Lancet*. Vol. 2(1): 126-129.
- Hetzel, B. (2002). Eliminating iodine deficiency disorders: The role of the International Council in the global partnership. *Bull World Health Organ*. Vol. 80 (5): 410-412. En línea: [http://www.scielo.org/scielo.php?pid:S004268620020005000148script=sciarttext](http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S004268620020005000148script=sciarttext). 24 de Junio de 2009
- Hetzel, B. (2004). The Nature y Magnitude of the Iodine Deficiency Disorders (YDD). Towards the Global Elimination of Brain Damage due to Iodine Deficiency. Oxford. University Press. pp 1-20.
- Kotz, S. y NADARAJAH, S. (2000). Generalized Extreme Value Distributions. Extreme Value Distributions. Theory and Applications. Imperial College Press, London, pp 61-89.
- Luis, D de., Aller, R. y IZAOLA, O. (2005). Problemática de la deficiencia de yodo durante la gestación. *An. Med. Interna*. Madrid. Vol 22 (9): 445-448.
- Matlab (2008). The Lenguaje of Technical Computing. The Math Works. Version 7.6.0.324 (R2008a).
- Miranda, A. (2003). El método de Remuestreo y su Aplicación en la Investigación Biomédica. Ministerio de Salud Pública, Escuela Nacional de Salud Pública "Carlos J. Finlay", Trabajo de Grado Ciudad la Habana, 142 p.
- Simar, L. y WILSON, P. W. (2011) Inference By the m out of n Bootstrap in Nonparametric Frontiel Models. *J of Product Analysis*. Vol. 36 (1):33-53.
- Singh, K. y XIE, M. (2009). Bootstrap: A Statistical Method. Rutgers University. Department of statistics. En línea: <http://www.stat.rutgers.edu/home/mxie/stat586/handout/Bootstrap1.pdf>. 16 de Junio de 2012.
- Torres, R. E. (1997). Distribución del Índice de Acuerdos en Diagnósticos A, Vía Bootstrap. Instituto de Estadística Aplicada y Computación Universidad de los Andes. *Rev. Econom*. Vol. 13:205-228.
- World Health Organization. (1990). Resolution WHA 43.2. WHO Feature. N° 143.
- World Health Organization (1993). Global Prevalence of iodine deficiency Disorders. Micronutrientis Deficiency Information System. 11p.

Cuadriláteros con GeoGebra. Una secuencia de formación docente en la enseñanza de la geometría con tecnologías libres

Juan Luis Prieto G.
Rafael E. Luque A.
Leonela M. Rubio U.*

Resumen

En la actualidad, un desafío en la formación del profesorado de Matemática es diseñar oportunidades que le permitan al docente desarrollar conocimiento y destrezas para enseñar adecuadamente los contenidos escolares. Este trabajo describe el diseño de una secuencia instruccional para la formación permanente de profesores de Matemática en la enseñanza de cuadriláteros, apoyada en el uso de un programa de Geometría Dinámica. La propuesta es parte de un “experimento de enseñanza”, un tipo de investigación de diseño que lleva a cabo el Grupo TEM, con el propósito de elaborar un modelo de aprendizaje del conocimiento sobre los cuadriláteros como objeto de enseñanza en un entorno dinámico. La secuencia articula objetivos, contenidos, actividades y una trayectoria hipotética de aprendizaje; elementos

* Centro de Estudios Matemáticos y Físicos (CEMAFI). Facultad de Humanidades y Educación. Universidad del Zulia. Grupo TEM: Tecnologías en la Educación Matemática. juanl.prietog@gmail.com

característicos del diseño del experimento. Además, la instrucción se organiza alrededor de tres grandes núcleos temáticos, referidos a las funcionalidades y características dinámicas del programa, los cuadriláteros y una clasificación de éstos.

Palabras clave: Experimento de enseñanza, cuadriláteros, formación de profesores, GeoGebra, secuencia instruccional.

Quadrilaterals with GeoGebra. A Teacher Training Sequence for Teaching Geometry with Free Technologies

Abstract

At present, a challenge for educating mathematics teachers is to design opportunities that allow the teacher to develop knowledge and skills in order to adequately teach classroom content. This paper describes the design of an instructional sequence for training mathematics teachers in teaching quadrilaterals, based on the use of a Dynamic Geometry program. The proposal is part of a “teaching experiment,” a type of research design that carries out group TEM in order to develop a learning model about knowledge regarding quadrilaterals as the subject to be taught, in a dynamic environment. The sequence combines objectives, content, activities and a hypothetical learning trajectory, elements characteristic of the experimental design. In addition, instruction is organized around three main thematic clusters, related to the functionalities and dynamic features of the program, quadrilaterals and their classification.

Keywords: GeoGebra, instructional sequence, quadrilaterals, teacher education, teaching experiment.

Introducción

En la actualidad se sabe que el uso de los “Programas de Geometría Dinámica” (PGDs) para tratar contenidos geométricos escolares favorece el desarrollo de las capacidades de visualización y razonamiento de los aprendices (Laborde, Kynigos, Hollebrands y Strässer, 2006). Por ejemplo,

mediante la resolución de tareas de construcción de figuras en entornos dinámicos el alumno tiene más posibilidades de interacción con los objetos geométricos, ya que la tarea le demanda establecer relaciones entre los conceptos involucrados para lograr un dibujo con “consistencia” (Strässer, 2002; Laborde *et al.*, 2006). Frente a esta realidad, los profesores tienen el desafío de “repensar” sus decisiones y acciones instruccionales cuando laboran en ambientes dinámicos, en procura de estimular las capacidades geométricas de sus alumnos.

La conveniencia de tales decisiones y acciones en estos ambientes depende, en gran medida, de la forma cómo el profesor conoce y utiliza los contenidos geométricos que enseña, de sus destrezas en el uso didáctico de los PGDs y su disposición de hacer esta integración. Sin embargo, estudios revelan las dificultades que tienen los profesores para establecer relaciones entre el contenido a enseñar, la actividad matemática del aula y las funcionalidades básicas de los PGDs (Laborde, 2001; Laborde *et al.*, 2006). La situación puede empeorar si el profesor se mantiene anclado a una comprensión errada, parcial o puramente memorística de los conceptos y procesos geométricos más básicos, tales como los relativos a las figuras planas.

Para superar este problema, los investigadores sugieren orientar los esfuerzos hacia el diseño y puesta en práctica de propuestas formativas que ayuden a los profesores a desarrollar conocimiento y destrezas útiles para pensar y actuar adecuadamente en las situaciones de enseñanza que deban enfrentar (Hiebert, Morris, Berk y Jasen, 2007; Llinares y Krainer, 2006). Entre estas situaciones se encuentran aquellas en las que el profesor se apoya en el uso de PGDs. A pesar de ello, son escasas las propuestas de formación docente que tratan de integrar al pensamiento del profesor, el conocimiento específico para enseñar geometría y las formas de usar eficientemente los PGDs como herramientas didácticas.

En vista de lo anterior, este trabajo describe el diseño de una secuencia de formación para la enseñanza de los cuadriláteros en ambientes dinámicos, dirigida a profesores de matemática en formación permanente. El diseño incluye información sobre los cuadriláteros como objetos de enseñanza y aprendizaje, necesaria para actuar como profesor en un ambiente dinámico. Además, la propuesta incorpora el uso de GeoGebra, un tipo especial de PGD que incorpora un sistema de álgebra computacional (CAS), de libre acceso, versátil y de amplia difusión entre profesores e investigadores alrededor del mundo (Hohenwarter y Preiner, 2007).

1. Aprender a enseñar cuadriláteros en un entorno de GeoGebra

Durante la realización de las tareas inherentes a la enseñanza de la Matemática, los profesores se apropian de una serie de instrumentos (apoyados en herramientas materiales o conceptuales) que les ayudan a pensar y actuar eficazmente en cada situación, siendo capaces inclusive de justificar su uso (Llinares, 2004). En consecuencia, un profesor mejora su práctica en la medida que amplía el repertorio de instrumentos con que cuenta para atender a las demandas propias de la enseñanza. Desde esta perspectiva, es posible asumir el aprendizaje de la enseñanza de la Matemática, y en especial de la geometría, como un proceso que se sustenta y organiza en torno a la elaboración y uso de instrumentos para la práctica cada vez más sofisticados.

Una de las tareas de la práctica a partir de la cual un profesor aprende a enseñar geometría tiene que ver con “investigar” el potencial de las tareas geométricas y herramientas con que cuentan (Llinares, 2008). La incorporación de este tipo de acciones en las experiencias formativas de los profesores de Matemática crea las condiciones para que éstos elaboren, utilicen y compartan conocimiento en forma de instrumentos (Prieto y Valls, 2010). La teoría de la acción instrumentada define un instrumento, en general, como la conjunción de un artefacto (simbólico o material) y de formas de utilizar el artefacto para llevar a cabo una tarea con cierta finalidad (Vérillon, 2000; Vérillon y Rabardel, 1995). Visto así, el instrumento no existe por sí mismo, sino que llega a existir cuando el sujeto es capaz de apropiarse de éste y lo integra a su actividad.

Según Llinares (2004), los instrumentos de la práctica de enseñar Matemática pueden ser de dos tipos: “técnicos” y “conceptuales”. Los “instrumentos técnicos” están vinculados al uso de herramientas y materiales didácticos necesarios para la práctica (Llinares, 2004; 2008). Por ejemplo, el “modo de arrastre” del GeoGebra llega a ser un instrumento técnico para la enseñanza de las propiedades del rectángulo cuando los profesores crean formas de usar esta opción para validar o invalidar las conjeturas de sus alumnos, generadas tras la construcción de dibujos alusivos a este objeto.

Por su parte, los “instrumentos conceptuales” representan las ideas, conceptos y construcciones teóricas, generadas inclusive por la investiga-

ción en Didáctica de la Matemática, que son usadas en el transcurso de la enseñanza (García, Sánchez y Escudero, 2006; Llinares, 2004). En nuestro caso, las ideas de Laborde (1997) sobre las relaciones entre dibujo y objeto geométrico se convierten en instrumentos conceptuales al ser utilizadas por los profesores para interpretar la influencia de los dibujos prototípicos en la construcción de trapecios con GeoGebra que realizan sus alumnos y, en consecuencia, intervenir eficazmente en la clase. Así mismo, el profesor transforma el conocimiento sobre las características, propiedades y relaciones con otros objetos que poseen los trapecios, en instrumentos conceptuales, a partir de su uso para resolver las situaciones de construcción con el GeoGebra que se le presentan.

En ambos casos, la apropiación del conocimiento inherente al uso de los instrumentos se manifiesta en un proceso de naturaleza dual llamado "génesis instrumental" (Vérillon, 2000; Vérillon y Rabardel, 1995). Por un lado, las funcionalidades básicas de la herramienta (p.e., las primitivas de trazados especiales del GeoGebra) son integradas a los esquemas de pensamiento de los profesores por "adaptación", produciendo así conocimiento sobre la forma de usar la herramienta (instrumentación) y, por otro lado, este conocimiento es ajustado a las exigencias de la situación para lograr unos objetivos concretos (p.e., un dibujo consistente con los datos iniciales o con la teoría geométrica), produciendo una ampliación del campo de acciones posibles de los profesores (instrumentalización). En esta dinámica, los sujetos otorgan al artefacto funcionalidades específicas que no necesariamente fueron concebidas en su diseño.

Finalmente, consideramos que la génesis instrumental, generada en contextos de formación centrados en la práctica docente, ocurre como consecuencia de las "interacciones" del profesor con las tareas geométricas, la herramienta, el formador y otros profesores (Vérillon, 2000; Vérillon y Rabardel, 1995). Un tipo de tareas geométricas útiles para ello son los "*problemas de construcción de una figura geométrica descrita de manera verbal*" (Laborde, 1998; 2001). En este caso, la construcción realizada por el aprendiz debe conservar las propiedades y relaciones geométricas de la figura representada cuando ésta es arrastrada por la pantalla del ordenador. Al seleccionar, combinar y usar diferentes opciones de las que ofrece el menú de herramientas del GeoGebra, los profesores deben satisfacer las condiciones de la construcción haciendo uso de instrumentos técnicos y conceptuales.

2. Consideraciones metodológicas del diseño

Para hacer operativo el marco antes descrito hemos planteado un “experimento de enseñanza”, esto es, un tipo de investigación de diseño usado en la Educación Matemática para analizar la dinámica de situaciones instruccionales con el propósito de elaborar modelos locales de aprendizaje del conocimiento involucrado. Desde esta perspectiva, el experimento propuesto no sólo muestra una manera de entender el aprendizaje del conocimiento y las destrezas para enseñar cuadriláteros en entornos dinámicos, sino también procura la validación de este modelo desde la evidencia empírica recolectada y la consecuente mejora de los procesos formativos.

La realización de un experimento de enseñanza supone el tránsito por un ciclo de tres fases (Simon, 2000):

- *Fase 1: Diseño y planificación de la secuencia de instrucción.* En esta fase se definen los propósitos de aprendizaje y los contenidos, se diseñan las actividades y recursos que serán usados en la instrucción, y se predice la ruta por la cual el aprendizaje puede producirse tras resolver las actividades. Algunos autores se refieren a esta ruta como una “trayectoria hipotética de aprendizaje”.
- *Fase 2: Puesta en práctica.* En esta fase tienen lugar las interacciones entre los aprendices con los contenidos, actividades, herramientas y el formador.
- *Fase 3: Análisis retrospectivo.* En esta fase se establece la correspondencia entre lo previsto en la primera fase y las actividades cognitivas y sociales surgidas en la puesta en práctica. Este análisis conduce a modificaciones en las actividades y recursos usados, así como a cambios en la ruta de aprendizaje planteada.

El experimento en cuestión lleva por título “Enseñanza de figuras planas con GeoGebra” y su finalidad es conocer detalles sobre cómo los profesores de Matemática en ejercicio amplían su conocimiento y desarrollan destrezas para la enseñanza de triángulos, cuadriláteros, circunferencias y círculos en entornos dinámicos. Corresponde a este trabajo la descripción de la primera de las tres fases del ciclo de experimentación, centrada sólo en lo respectivo a los cuadriláteros. A continuación se describen las tres componentes centrales del diseño instruccional del experimento: (i) el propósito y los contenidos, (ii) las actividades y recursos, y (iii) la trayectoria hipotética de aprendizaje.

2.1. El propósito de aprendizaje y los contenidos

Un propósito de aprendizaje se considera como la “meta” que orienta las acciones del participante a lo largo de la instrucción. Durante la secuencia se pretende que los profesores examinen el potencial de las tareas de construcción de cuadriláteros con GeoGebra haciendo uso de instrumentos técnicos y conceptuales, como una forma de ampliar su propia comprensión del conocimiento geométrico que éstos enseñan.

Dado que este propósito se vincula al estudio de los cuadriláteros con GeoGebra, para la instrucción se seleccionaron dos tipos de contenidos referidos a:

- las funcionalidades y características dinámicas de un PGD, y
- los cuadriláteros, sus representaciones gráficas y procesos de construcción.

Lo primero incluye información sobre la interfaz y las herramientas de construcción del PGD seleccionado, en este caso el GeoGebra (Hohenwarter y Preiner, 2007), de las bondades del modo de arrastre y de las características de las tareas de construcción de figuras planas en estos ambientes (Laborde, 2001). Lo segundo considera información sobre las relaciones entre dibujos y objetos geométricos (Laborde, 1997), y sobre los cuadriláteros, sus elementos constitutivos, relaciones, propiedades y clases (Andonegui, 2006), información que es esencial para el análisis de la consistencia de los dibujos elaborados con GeoGebra.

2.2. Las actividades y los recursos

Las actividades que articulan la secuencia tienen el propósito de promover diversas formas de proceder de los profesores durante la instrucción, de manera que éstos logren transformar los contenidos y herramientas utilizadas en instrumentos de la práctica. Dichas actividades consisten en una serie de tareas referidas a los cuadriláteros que deben ser resueltas por los profesores y que incluyen materiales en formato de texto y archivos GeoGebra (de extensión.ggb). Los documentos de texto presentan, de forma resumida, los contenidos evocados en una o varias actividades asociadas. Por su parte, los archivos GeoGebra muestran dibujos previamente elaborados con el programa para ser explorados por los participantes con algún propósito, según se indique en la actividad correspondiente.

A lo largo de la secuencia de instrucción se proponen tres actividades que hemos denominado: *Diagnóstico*, *Primeros pasos con GeoGebra* y *Misceláneas*.

La actividad “Diagnóstico” tiene el propósito de conocer lo que los profesores “saben” de las clases de cuadriláteros más comunes (cuadrados, rectángulos, rombos y trapecios). Esta se divide en tres apartados: (i) *definiciones básicas*, que requieren de definir y representar mediante dibujos a tales clases de cuadriláteros; (ii) *clasificación*, donde se deben organizar en clases a 13 dibujos de cuadriláteros distintos; y (iii) *propiedades de los cuadriláteros*, que presenta una serie de propiedades particulares de estos polígonos que deben ser vinculados con las clases que correspondan.

Por su parte, la actividad “Primeros pasos con GeoGebra” invita a los profesores a utilizar, con cierta precisión, las herramientas de construcción y medida de objetos geométricos que ofrece el programa para dibujar algunas figuras básicas. Finalmente, la actividad “Misceláneas” contiene 20 tareas de construcción, exploración y reconstrucción de cuadriláteros que los profesores deben resolver haciendo uso del GeoGebra (ver Figura 1). Estas actividades toman lugar en diferentes momentos de la secuencia (antes y durante la instrucción), dando forma a la trayectoria hipotética de aprendizaje correspondiente al diseño.

Por otra parte, entre los recursos que se utilizan durante la instrucción (además del GeoGebra, proyector de video, entre otros) se encuentran algunos archivos de GeoGebra elaborados con antelación, en los cuales se muestran dibujos referidos al tema que se esté tratando en el momento, con el objetivo de facilitar la comprensión de los conceptos que se explican y ofrecer ideas a los participantes en cuanto a la elaboración de archivos similares que puedan utilizarse en sus clases de Matemática.

2.3. La trayectoria hipotética de aprendizaje

Entendemos que los profesores aprenden a evaluar el potencial del GeoGebra y de las tareas de construcción de cuadriláteros con este programa, cuando:

- Utilizan adecuadamente las herramientas de construcción y medida de figuras planas del GeoGebra para resolver las tareas que se proponen.



Actividad 3:

Misceláneas

A continuación te proponemos una serie de tareas que debes resolver usando el GeoGebra. En esta actividad encontrarás tareas de **construcción** y **exploración** de cuadriláteros que requieren de tu conocimiento sobre las características, propiedades y relaciones fundamentales de estos objetos geométricos, además de tus destrezas en el manejo del GeoGebra. Al final de la actividad se proponen algunas tareas de **reconstrucción** y se explica la manera cómo será evaluado tu desempeño.

I PARTE. TAREAS DE CONSTRUCCIÓN DE CUADRILÁTEROS

Tareas de Trapecios

1. En un trapecio rectángulo, el lado perpendicular a las bases mide 3 cm, la base menor mide 4 cm y la base mayor 7 cm. Construye el trapecio y mide el lado restante. ¿Cuánto mide el lado restante? Explica el proceso de construcción: _____

2. La base mayor de un trapecio isósceles mide 12 cm, la distancia entre ésta y la base menor es de 4 cm y sus diagonales miden 9 cm. Construye el trapecio y describe los pasos que has utilizado para construirlo:

3. Construye un trapecio rectángulo cuyas bases midan 8 cm y 5 cm, y el lado no perpendicular a ellas mida 6 cm. Describe el procedimiento de construcción: _____

FIGURA 1. Página de inicio de la actividad “Misceláneas”

- Elaboran secuencias de pasos con el GeoGebra que les conducen a dibujos consistentes con la teoría y con los datos iniciales de la tarea que se resuelva.
- Comunican eficientemente las soluciones que encuentran a las tareas que se plantean, apoyando su discurso en teoría geométrica y en el uso del GeoGebra.
- Distinguen entre dibujos realizados de forma empírica y aquellas construcciones que responden al uso de teoría geométrica.
- Valoran el potencial de las tareas de construcción, exploración y reconstrucción de cuadriláteros con GeoGebra que les son propuestas, en cuanto a las posibilidades que éstas ofrecen para el establecimiento de relaciones entre los objetos involucrados, la determinación de condiciones de la construcción, la visualización de conceptos y relaciones, la deducción de teoremas, entre otras.

3. La secuencia instruccional

Las cuestiones de esta trayectoria hipotética de aprendizaje son organizadas en una secuencia instruccional de tres etapas, las cuales responden a los elementos que orientan el diseño del experimento. Esta forma de organizar la instrucción nos permitió definir tres grandes núcleos temáticos o temas:

3.1. Tema 1. El GeoGebra: funcionamiento y características dinámicas

El tema 1 busca familiarizar a los profesores con la interfaz y herramientas básicas de construcción de figuras planas del GeoGebra. La discusión referida a este tema se organiza en tres etapas. En primer lugar, el foco de la discusión se sitúa en las características dinámicas de los PGDs, haciendo énfasis en el GeoGebra. En segundo lugar, se trata lo referente a las funciones básicas del programa, sus herramientas de construcción y medida, y sobre el potencial de la modalidad de arrastre para el aprendizaje geométrico, discusión llevada a cabo directamente sobre la interfaz del GeoGebra en la modalidad de “Geometría”, una apariencia muy útil para el tratamiento de los objetos geométricos básicos desde una perspectiva euclidiana. Finalmente, se plantean tareas de construcción y medida de figuras básicas como puntos, segmentos, rectas y ángulos, para ser resueltas

por los profesores a través del GeoGebra in situ, con el fin de provocar una reflexión conjunta sobre los procesos de construcción de estos objetos y sobre la importancia del manejo de la teoría.

En relación al tema, se plantea el siguiente objetivo de aprendizaje: *Conocer y usar las opciones del menú de herramientas del GeoGebra para resolver problemas de construcción y medida de figuras planas básicas.*

Para lograr este objetivo se propone una serie de tareas de construcción con GeoGebra que son mostradas en la actividad denominada "Primeros pasos con GeoGebra".

3.2. Tema 2. Cuadriláteros: elementos, relaciones, propiedades y procesos de construcción.

La idea de incorporar el GeoGebra en la actividad de construcción de cuadriláteros se basa en el supuesto de que el uso sistemático del programa para representar esta clase de polígonos requiere del profesor la capacidad de establecer relaciones entre los elementos esenciales que definen o caracterizan a estos objetos, basados basando sus argumentos en la teoría geométrica (Laborde, 1998). Este hecho favorece el proceso de transformación de los contenidos escolares asociados a los cuadriláteros en instrumentos conceptuales útiles para el desempeño de la enseñanza en ambientes dinámicos. Consideramos que los profesores que logran esto forman criterios para la valoración del potencial de los problemas de construcción de cuadriláteros con GeoGebra y, por ende, están en mejores condiciones para impartir la enseñanza.

Teniendo en cuenta estas ideas, nos planteamos el siguiente objetivo del tema: *Analizar el potencial de los problemas de cuadriláteros como medios para generar procesos de conjeturar, probar y comunicar resultados, vinculándolos al uso del GeoGebra.*

Para lograr este objetivo se asume una dinámica de discusión de los contenidos propia y centrada en el análisis de figuras alusivas a los cuadriláteros que son construidas en el momento de la instrucción. La reflexión sobre los dibujos elaborados, aunado a la elaboración y verificación de conjeturas sobre lo observado tras el movimiento, ayuda a validar y/o ampliar el conocimiento previo de los profesores sobre los elementos esenciales que caracterizan a estos polígonos, las relaciones entre tales elementos y sus pro-

propiedades. La discusión se acompaña con el análisis de los procesos para la construcción de cuadriláteros, dadas unas condiciones iniciales.

Una forma de centrar la reflexión y el debate es a través de la formulación reiterada de preguntas por parte del formador, tales como: ¿puedes conjeturar alguna propiedad de la figura?, ¿qué conceptos geométricos has usado para construir lo que se pide?, ¿puedes describir la manera cómo lo has resuelto?, ¿existe otra manera de resolver esto?, ¿de ser así, cuál sería esta otra forma de resolverlo?, ¿cómo explicarías el proceso de construcción de este cuadrilátero a tus alumnos?, ¿qué variaciones puede sufrir el problema para hacerlo adecuado a determinado grupo de alumnos?

3.3. Tema 3. Clases de cuadriláteros y procesos de construcción

Considerando las ideas expuestas al inicio del tema 2, en esta ocasión se pretende que los profesores: *Reconozcan y usen información teórica sobre los paralelogramos, trapecios y trapezoides, como instrumentos conceptuales, para interpretar las condiciones bajo las cuales la construcción de un tipo de cuadrilátero es posible o no, dada unas condiciones iniciales.*

Para ello, los profesores disponen de un documento que resume las características, relaciones y propiedades esenciales de estos tipos de cuadriláteros, e incluye formas de explorar tal contenido mediante el GeoGebra (ver figura 2).

En este sentido, las tareas propuestas en la actividad “Misceláneas” constituyen el medio para provocar el uso de esta información durante esta etapa de la instrucción. Una variante importante en este momento tiene que ver con el estímulo a la participación de los profesores en el desarrollo de la instrucción. Con esto nos referimos a la necesaria revisión de las formas en que los profesores resuelven las tareas que les son propuestas en la actividad “Misceláneas”. Partiendo de alguno de los 20 problemas (la selección la hace el formador a partir de las características del grupo), los profesores disponen de un tiempo para dar respuesta a la misma. Una revisión a las distintas formas de proceder aporta la información necesaria para la selección de aquel participante que tendrá la tarea de comunicar al resto de compañeros la manera cómo dio solución al problema utilizando el GeoGebra.



Documento:

Algunas ideas sobre Cuadriláteros

Este documento determina de forma precisa algunos elementos teóricos referidos a los "Cuadriláteros", figuras planas de cuatro lados que se estudian desde los primeros grados de la Educación Primaria (los niños comienzan interactuando con el cuadrado, el rectángulo y el rombo) y que han sido de gran utilidad para distintas culturas. En el mismo centramos la atención en la definición de cuadrilátero, sus elementos y relaciones entre éstos, propiedades fundamentales y diversas clasificaciones que se manejan en el ámbito escolar. Este conocimiento te será de gran ayuda al momento de realizar las tareas que te proponemos durante el taller. Es importante que todo docente que practique la enseñanza de la Matemática, en cualquiera de los niveles del Sistema Educativo, cuenten con una base sólida de conocimiento sobre esta clase de polígonos y con destrezas en el uso de recursos "tecnológicos" potentes, como el GeoGebra, para la mediación con el conocimiento expuesto a continuación.

DEFINICIÓN DE CUADRILÁTERO

Una de las definiciones de cuadrilátero más difundida en el ámbito escolar es la que considera a este objeto como "un polígono de cuatro lados" (Andonegui, 2004), entendiendo por polígono a la porción del plano limitada por una *línea poligonal cerrada*¹ cuyos segmentos que la componen no se cruzan entre sí.

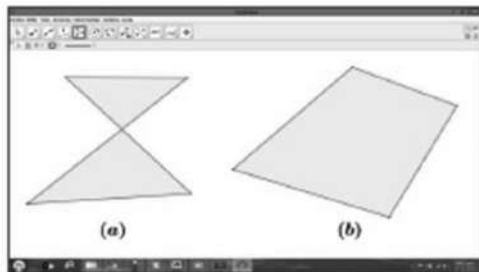


Figura 1. Ejemplos de línea poligonal y polígono

La figura 1a muestra una línea poligonal cerrada en la que un par de segmentos que la conforman concurren en un punto distinto de los extremos, por tanto, este dibujo no representa la idea de polígono. Por su parte, la figura 1b hace alusión a un polígono de cuatro lados, es decir, un cuadrilátero.

¹ Una línea poligonal es cerrada cuando todo par de segmentos consecutivos que la determinan se unen por sus extremos.

FIGURA 2. Página de inicio del documento con información teórica

En este momento, las inconsistencias detectadas en la construcción y el contraste con otras formas de proceder se convierten en el foco de atención de la instrucción. Este método continúa hasta que el contenido es agotado. Dado que la enseñanza de los cuadriláteros supone, entre otras cuestiones, reconocer y seleccionar problemas adecuados a las necesidades de aprendizaje de los alumnos, asumimos que la manera de conducir esta parte de la instrucción coloca a los profesores en mejores condiciones para la elaboración de criterios de selección y diseño de problemas de geometría adecuados a los ambientes dinámicos y estáticos.

4. Orientaciones para la evaluación de los aprendizajes

La evaluación de los aprendizajes alcanzados por los profesores durante la secuencia instruccional comprende la valoración de las respuestas dadas a las diferentes actividades propuestas, en relación a los objetivos del tema que corresponda. Vale destacar que la información necesaria para la valoración de las respuestas de los profesores varía según el tipo de actividad propuesta. En el caso de las actividades 2 y 3, los profesores deben redactar una respuesta para cada tarea que se plantea y hacer entrega de los cuestionarios completados, junto a los archivos de GeoGebra creados al dar respuesta. La entrega se realiza a través de la siguiente cuenta de correo electrónico: grupotem11@gmail.com.

Por otro lado, las respuestas dadas en la actividad 1, sirven para evidenciar la mejora de la comprensión de los objetos geométricos tratados en el taller por parte de los profesores, al ser contrastadas con las respuestas dadas en la actividad 3.

Conclusiones

El diseño de secuencias de formación para la enseñanza de contenidos matemáticos en ambientes dinámicos representa una oportunidad para desarrollar conocimiento y habilidades inherentes a la práctica profesional del profesor de Matemáticas en estos contextos. En el caso de esta secuencia, la misma nos ha permitido establecer una ruta de aprendizaje que posibilita la apropiación de las opciones de construcción del GeoGebra y de teoría sobre las características y propiedades de los cuadriláteros, en situaciones que transforman estas herramientas en instrumentos de la

práctica. El propósito es que los profesores sean capaces de enfrentar tareas geométricas en las cuales el conocimiento teórico e instrumental se pone en juego y les conduzcan a la elaboración de esquemas de pensamiento situados en entornos dinámicos. Finalmente, el diseño crea las condiciones para la interacción, el trabajo autónomo y colectivo de los participantes, elementos esenciales para la conformación de comunidad de usuarios de las tecnologías.

Referencias

- Andonegui, M. (2006). *Geometría: Conceptos y construcciones*. Cuaderno Nº 12. Caracas, Venezuela: Federación Internacional de Fe y Alegría.
- García, M., Sánchez, V. & Escudero, I. (2006). Learning through reflection in mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 64(1), 1-17.
- Hiebert, J., Morris, A.K., Berck, D. & Jansen, A. (2007). Preparing teachers to learn from teaching. *Journal of Teacher Education*, 58(1), 47-61.
- Hohenwarter, M. y Preiner, J. (2007). Dynamic Mathematics with GeoGebra. *The Journal of Mathematics and Its Applications*, 7. Disponible en: <http://www.maa.org/joma/Volume7/Hohenwarter/index.html>.
- Laborde, C. (1997). Cabri-geómetra o una nueva relación con la geometría. En L., Puig (Ed.). *Investigar y Enseñar. Variedades de la Educación Matemática* (pp. 33-48). México, D.F.: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Laborde, C. (1998). Visual phenomena in the teaching/learning of geometry in a computer-based environment. En C. Mammana & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for 21th Century* (pp. 121-128). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Laborde, C. (2001). Integration of technology in the design of geometry tasks with cabri-geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6, 283-317.
- Laborde, C., Kynigos, C., Hollebrands, K. & Strässer, R. (2006). Teaching and learning geometry with technology. En A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 275-304). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Llinares, S. (2004). La generación y uso de instrumentos para la práctica de enseñar matemáticas en educación primaria. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 36, 93-115.

- Llinares, S. (2008). Construir el conocimiento necesario para enseñar matemática: Prácticas sociales y tecnología. *Evaluación e Investigación*, 3(1), 7-30.
- Llinares, S. & Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* (pp. 429-459). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Prieto, J.L. y Valls, J. (2010). Aprendizaje de las características de los problemas aritméticos elementales en estudiantes para maestro. *Educación Matemática*, 22(1), 57-85.
- Simon, M.A. (2000). Research on development of mathematics teachers: The teacher development experiment. En A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 335-359). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Pubs.
- Strässer, R. (2002). Research on dynamic geometry software (DGS) - an introduction. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(3), 65.
- Vérillon, P. (2000). Revisiting Piaget and Vigotsky: In search of a learning model for technology education. *The Journal of Technology Studies*, 26(1), 3-10.
- Vérillon, P. y Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumental activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77-101.

Normas para la presentación de trabajos

1. Principios de la Revista

La REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA es un órgano científico de difusión de trabajos parciales o definitivos de investigadores y/o equipos de investigación nacionales y extranjeros. Su naturaleza es multidisciplinaria e interdisciplinaria, por ello su temática se divide en tres grandes ejes: a. *ciencias sociales y arte*; b. *ciencias del agro, ingeniería y tecnología*; c. *ciencias exactas, naturales y de la salud*. Su publicación es cuatrimestral. Cada número, de los tres del año, se corresponde con uno de los tres ejes temáticos. La *Revista de la Universidad del Zulia*, por su carácter histórico y patrimonial, está adscrita a la CÁTEDRA LIBRE HISTORIA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA.

2. Métodos de Envío y de Evaluación de los Trabajos

Los autores interesados en publicar su trabajo en la *Revista de la Universidad del Zulia* deberán remitir tres copias del mismo sin identificación en sobre cerrado a la siguiente dirección: Avenida Guajira, Fundadesarrollo, planta baja de la Sede Rectoral de La Universidad del Zulia. Este sobre debe estar acompañado de otro, el cual contendrá el original del trabajo con la identificación del autor o autores, indicando: nombre, apellido, institución que representa (universidad, instituto, centro de investigación, fundación), correo electrónico. Así mismo en este sobre se presentará una comunicación escrita firmada por todos los autores y dirigida al Director de la Revista. En esta comunicación se manifestará el interés de los autores de proponer su trabajo para la publicación en la *Revista de la Universidad del Zulia*, previa evaluación del Comité de Arbitraje. Se agregará también a este sobre una síntesis curricular de cada autor con una extensión no mayor de diez (10) líneas. También se podrá presentar el trabajo

dirigiéndolo a los siguientes correos electrónicos: revistadeluz@gmail.com; revistauniversidaddelzulia@gmail.com. El currículum de los autores se enviará en archivo adjunto, distinto al que contendrá el trabajo. Los artículos propuestos para esta revista deben ser inéditos y no deben haber sido propuestos simultáneamente a otras publicaciones. Todos los trabajos serán evaluados por parte de un Comité de Árbitros-Especialistas de reconocido prestigio, seleccionado por el Comité Editorial de la Revista. La evaluación de los Árbitros se realizará mediante el procedimiento conocido como par de ciegos: los árbitros y los autores no conocerán sus identidades respectivas. Los criterios de Evaluación son los siguientes:

- a. Criterios formales o de presentación: 1) originalidad, pertinencia y adecuada extensión del título; 2) claridad y coherencia del discurso; 3) adecuada elaboración del resumen; 4) organización interna del texto; 5) todos los demás criterios establecidos en la presente normativa.
- b. Criterios de contenido: 1) dominio de conocimiento evidenciado; 2) rigurosidad científica; 3) fundamentación teórica y metodológica; 4) actualidad y relevancia de las fuentes consultadas; 5) aportes al conocimiento existente.

Al recibirse la respuesta del Comité de Árbitros designado se informará a los autores por correo electrónico la decisión correspondiente; en caso de ser aceptado el trabajo deberá remitirse por correo electrónico la versión digital del mismo.

3. Presentación de los trabajos

Los trabajos deben presentar un resumen de 150 palabras como máximo y hasta cinco palabras claves; tanto el resumen como las palabras claves estarán en español e inglés. Igualmente el título y el subtítulo del trabajo serán presentados también en español e inglés. La extensión máxima del trabajo será de veinte (20) páginas, y diez (10) como extensión mínima. Todos los trabajos serán presentados en hoja tipo carta, impresos por una sola cara, con numeración continua y con márgenes de tres (3) centímetros a cada lado. El texto se presentará a espacio y medio, en fuente Times New Roman, tamaño 12.

4. Cuerpo del artículo

Se dividirá en Introducción, Desarrollo y Conclusiones (o Consideraciones Finales, según sea el caso). La introducción incluirá el propósito u objetivo general perseguido. El Desarrollo se organizará en secciones y subsecciones debidamente identificadas con subtítulos numerados completamente en arábigos de acuerdo al sistema decimal, respondiendo a una sucesión continua y utilizando un punto para separar los niveles de división. La Introducción y Conclusión están exceptuadas de esta numeración. Las fechas y horas se expresarán numéricamente. En caso de existir ilustraciones (gráficos, mapas, fotos) debe hacerse referencia a los mismos en el texto. Estas ilustraciones serán contadas dentro de la extensión máxima del artículo. Las notas explicativas o aclaratorias deben reducirse al mínimo necesario y colocarse al pie de páginas debidamente señalizadas. Los materiales complementarios se recogerán en anexos, los cuales se identificarán con una letra y un título y se colocarán después de la bibliografía. Los anexos serán contados también dentro de la extensión máxima del artículo.

5. Citado

El citado se realizará en el texto utilizando la modalidad autor-fecha, establecido en el *Reglamento para la presentación de trabajos en la Universidad del Zulia*, indicando, en caso de ser cita textual, apellido(s) del autor, seguido de coma, año de publicación de la obra, seguido de dos puntos y el (los) número(s) de la(s) página(s), por ejemplo: de acuerdo a Rincón (1998: 45) o (Rincón, 1998: 45); si no es cita textual sino una paráfrasis no se indicará el número de página, ejemplo: de acuerdo a Rincón (1998) o (Rincón, 1998). Si hay varias obras del mismo autor publicadas en el mismo año, se ordenarán literalmente en orden alfabético; por ejemplo, (Rincón, 2008a: 12), (Rincón, 2008b: 24). Si son dos autores, se colocarán solamente el primer apellido de cada uno, por ejemplo: Según Morales y Fleires (2008: 90) o (Morales y Fleires, 2008: 90), siguiendo el mismo criterio explicado anteriormente para las citas textuales y las paráfrasis. En caso de ser tres autores o más se colocará el apellido del autor principal seguido de "et al", ejemplo: (Rincón et al., 2008: 45). Deben evitarse, en lo posible, citas de trabajos no publicados o en imprenta, también referencias a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, a no

ser que sea estrictamente necesario. En caso de fuentes documentales, electrónicas u otras que por su naturaleza resulten inviables o complejas para la adopción del citado autor-fecha, sugerido en estas normas, puede recurrirse u optarse por el citado al pie de página.

6. Referencias bibliográficas

Las referencias (bibliográficas, hemerográficas, orales y/o documentales) se presentarán al final del texto, según lo establecido en el *Reglamento para la presentación de trabajos en la Universidad del Zulia*. El orden de las referencias es alfabético por apellido. Las diferentes obras de un mismo autor se organizarán cronológicamente, en orden ascendente, y si son dos obras o más de un mismo autor y año, se mantendrá el estricto orden alfabético por título.

Instrumento de Evaluación del Árbitro

I.- Criterios formales o de presentación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE	OBSERVACIONES
Originalidad, pertinencia y adecuada extensión del título.						
Claridad y coherencia del discurso.						
Adecuada elaboración del resumen: contiene abstract y palabras claves; indica objetivo, metodología y resultados.						
Organización interna del texto.						

II. - Criterios de contenido

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE	OBSERVACIONES
Dominio de conocimiento evidenciado.						
Rigurosidad científica.						
Fundamentación teórica y metodológica.						
Actualidad y relevancia de las fuentes consultadas.						
Aportes al conocimiento existente.						

Suscripción 2013

Tarifas (tres números anuales)

Venezuela	Sin Flete	Con Flete
	75 Bs.F.	100 Bs. F.
Exterior	Institucional	Individual
	US \$ 180	US \$180

Planilla de suscripción

Nombre y apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Apartado postal: _____ Fecha: _____

Teléfono/Fax: _____ E-mail: _____

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA.

Calle 67 (prolongación Cecilio Acosta) con Av. 16 (Guajira).

Nueva sede rectoral de la Universidad del Zulia. Edificio Fundadesarrollo.

Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Teléfono/Fax: 58-261-7831611.

Correos electrónicos: revistauniversidaddelzulia@gmail.com, revistadeluz@gmail.com

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA 3ª época
Ciencias Exactas, Naturales y de la Salud /// Año 4 N^o 9, mayo-agosto 2013

Se terminó de imprimir en marzo de 2015
en los talleres gráficos de Ediciones Astro Data S.A.

Tel: 0261-7511905 / Fax: 0261-7831345

Correo electrónico: edicionesastrodata@cantv.net

Maracaibo, Venezuela

Tiraje: 300 ejemplares

Contenido

-
- 7** Luz Maritza Reyes de Suarez
Presentación
-
- 11** Yarubit Rojas, Milagros Jordán, Francisco Yegres, José Araujo
Caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el humedal Quebrada de Guaranao, Paraguaná, estado Falcón /// *Microbiological Characterization of Soil, Water and Air in the Wetland Guaranao Ravine, Paraguana, State of Falcon*
-
- 34** Bélgica Bravo, Gerson Chávez, Edwin Montiel, Nelson Márquez, Nacarid Delgado, Milangel Luzardo, Iran Parra, Ana Cáceres
Efecto del surfactante de par iónico alquilcarboxilato de ciclohexilamonio en las transiciones de fase en un sistema querosén/agua /// *Effect of the Ion Pair Surfactant Cyclohexylammonium Alkylcarboxylate on Phase Transitions in a Kerosene/Water System*
-
- 51** Alexis Faneite, José Luis Parra, Alexis Ferrer
Propuesta para el desarrollo integral y sostenible de comunidades rurales de clima árido al Nor-Oeste de Venezuela /// *Proposal for the Integral and Sustainable Development of Rural Communities with Arid Climates in Northwestern Venezuela*
-
- 73** María Márquez González, Liliam González Méndez, Noris Acosta Morán, Sofía Vera, Diego Muñoz Cabas, Alexis Fuenmayor
Violencia contra la mujer: un problema social y de salud pública en Venezuela /// *Violence against Women: A Social and Public Health Problem in Venezuela*
-
- 86** Ricardo E. Esparragoza Montero, Ana K. Rosales Viloria
Dimensiones del bazo y de los riñones evaluadas con tomografía multicorte y su asociación al género y edad /// *Dimensions of the Spleen and Kidneys Evaluated with Multislice Tomography and their Association with Gender and Age*
-
- 100** Egar Sánchez, Arelis García, Mary Contreras
Concentraciones mínimas y máximas de yodo en la sal para consumo humano /// *Minimum and Maximum Iodine Concentrations in Salt for Human Consumption*
-
- 115** Juan Luis Prieto G., Rafael E. Luque A., Leonela M. Rubio U.
Cuadriláteros con GeoGebra. Una secuencia de formación docente en la enseñanza de la geometría con tecnologías libres /// *Quadrilaterals with GeoGebra. A Teacher Training Sequence for Teaching Geometry with Free Technologies*
-
- 131** Normas para la presentación de trabajos

