

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CIENCIAS AGROPECUARIAS, CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS, CIENCIAS DE LA SALUD,
INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS, CIENCIAS ECONÓMICAS, CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

AÑO 22
SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2014

63

EDICIÓN CUATRIMESTRAL
ISSN: 1665-4412



Carbono orgánico del suelo en rodales silvícolas del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango

Resistencia al cizalle de la madera de *Prosopis laevigata* encolada con melamina formaldehído y acetato de polivinilo

Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México

Obtención de carbón de la pirólisis catalítica de hule de llanta y pruebas de adsorción mediante un método indirecto

Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero

Los orígenes del sistema de huertas en Aguascalientes. Un análisis a partir del título de composición de 1644

Literacidad digital: aprendizaje fuera de la escuela por alumnos de educación primaria en Aguascalientes, México

Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales

Hacia un nuevo urbanismo y los retos de la ciudad del siglo XXI

La ilustración científica y su aplicación como herramienta visual en la cartografía novohispana

Samuel Gitler. *In memoriam*

Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto. Reseña



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Dirección General de Investigación y Posgrado
Departamento de Apoyo a la Investigación

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES, año 22, núm. 63, periodo septiembre-diciembre 2014, es una publicación periódica, cuatrimestral, multidisciplinaria, editada y distribuida por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Tel./Fax. 449 9 10 74 42, www.uaa.mx/investigacion/revista, revistaiyc@correo.uaa.mx. Editor responsable: Guadalupe Ruiz Cuéllar. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2002-042412342500-102, ISSN: 1665-4412. Número de Certificado de Licitud de Título: 12284, Número de Certificado de Licitud de Contenido: 8497, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro Postal en SEPOMEX No. PP01-0003. Diseñada e impresa en el Departamento de Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. Este número se terminó de imprimir el 31 de diciembre de 2014 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Precio por ejemplar \$60.00 (pesos). Costo por suscripción anual \$160.00 (pesos).

La revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* está citada en los siguientes:

ÍNDICES:

Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT,

<http://www.conacyt.gob.mx>

Índice Internacional, "Actualidad Iberoamericana" ISSN 0717-3636. Centro de Información Tecnológica-CII, La Serrana, Chile. <http://www.citchile.cl>

IRESE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa), <http://iresie.unam.mx>

LATINDEX (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), <http://www.latindex.org>

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), <http://www.dgb.unam.mx/periodica.html>

REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), <http://www.redalyc.org>

BASES DE DATOS:

DIALNET (Hemeroteca de artículos científicos hispanos en internet), <http://dialnet.uniroja.es>

DOAJ (Directory of Open Access Journals), <http://www.doaj.org>

HELA (Catálogo de Hemeroteca Latinoamericana), <http://www.dgb.unam.mx/hela.html>

ULRICH'S Periodicals Directory, <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>

INFORME ACADÉMICO, www.gale-la.com/galeiberoweb/products/db/informe-academico.php



**ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA:

- Establecimiento de un sitio de muestreo • Planisferio de Cantino, 1502 • Fachada del edificio en estudio, Chilpancingo
- Zócalo de la Ciudad de México • *Certificado del nacimiento de América*, 1507 • Pozo artesanal de Cuatlamayán, S. L. P.
- La villa de Aguascalientes a fines del siglo XVII • Hojas y bulbos de *Hemiphylacus novogalicianus*

DIRECTORIO

M. en Admón. Mario Andrade Cervantes
Rector

Dr. en C. Francisco Javier Avelar González
Secretario General

Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar
Directora General de Investigación y Posgrado

M. en C. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
Decano del Centro de Ciencias Básicas

M. en C. Luis Enrique Arámbula Miranda
Decano del Centro de Ciencias de la Ingeniería

Dr. Raúl Franco Díaz de León
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

Dr. Mario Eduardo Zermeño de León
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Dra. Sandra Yesenia Pinzón Castro
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

M.I. José Jorge Saavedra González
Decano del Centro de Ciencias Empresariales

Dr. Daniel Eudave Muñoz
Decano del Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

M. en RSM José Luis García Ruvalcaba
Decano del Centro de las Artes y la Cultura

CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Francisco Cervantes Pérez
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
- Dr. Alfredo Feria Velasco
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
- Dr. Luis Miguel García Segura
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Frank Marcano Requena
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
- Dr. Javier de Felipe Oroquieta
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Philippe Poujeol
UNIVERSIDAD DE NIZA-SOPHIA, ANTIPOLIS FRANCESA
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA CELULAR Y MOLECULAR
- Dr. José Luis Reyes Sánchez
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPTO. DE FISIOLÓGIA, BIOFÍSICA Y NEUROCIENCIAS

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
 - Dr. Juan Carlos A. Jáuregui Correa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 - Dra. Edith R. Jiménez Huerta
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS
 - Dra. María J. Rodríguez-Shadow
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DIRECCIÓN DE ETNOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA SOCIAL
 - Dr. Óscar Alejandro Viramontes Olivas
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y ADMINISTRATIVO
Y SUSTENTABLE
 - Dra. Mineko Shibayama
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INFECTÓMICA Y PATOGENESIS MOLECULAR
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
-
- Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y
POSGRADO
Editor
 - Lic. Sandra Margarita Ruiz Guerra
Asistente
 - Lic. Mónica Ávalos Valladares
Corrector de estilo
 - Mtra. Pia María White
Corrector de estilo idioma Inglés
 - DEPARTAMENTO DE PROCESOS GRÁFICOS
Armado e impresión

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN

Pág.

CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Carbono orgánico del suelo en rodales silvícolas del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango** 5-11
Soil organic carbon in forest stands of the common land La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango
Adalberto Solís Hernández
Juan Abel Nájera Luna
Jorge Méndez González
Benedicto Vargas Larreta
Manuel Álvarez Gallegos
- **Resistencia al cizalle de la madera de *Prosopis laevigata* encolada con melamina formaldehído y acetato de polivinilo** 12-17
*Shear strength of *Prosopis laevigata* wood glued with melamine formaldehyde and polyvinyl acetate*
Artemio Carrillo Parra
Rahim Foroughbakhch
Sadoth Sandoval Torres
Verónica Bustamante García
Christian Wehenkel
Fortunato Garza Ocañas

CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

- **Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México** 18-23
*Preliminary phytochemical analysis from hexanic extract of *Hemiphylacus novogalicianus* leaves, an endemic specie of Mexico*
Virginia Flores-Morales
Oswaldo Castañeda Hernández
Tomás Montiel Santillán
Gloria Patricia Hernández Delgadillo
- **Obtención de carbón de la pirólisis catalítica de hule de llanta y pruebas de adsorción mediante un método indirecto** 24-31
Carbon from waste tire rubber through catalytic pyrolysis and adsorption probes by an indirect method
Jorge Medina Valtierra
María Marisol Guerrero Esparza

CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN

- **Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero** 32-39
Uncertainty of evaluation periods masonry buildings INFONAVIT type at Chilpancingo, Guerrero
Hermenegildo Peralta Gálvez
Sulpicio Sánchez Tizapa
Roberto Arroyo Matus

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN

Pág.

CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES

- **Los orígenes del sistema de huertas en Aguascalientes. Un análisis a partir del título de composición de 1644** 40-57
The origins of the system of orchards in Aguascalientes. An analysis from the title of composition 1644
Jesús Gómez Serrano
- **Literacidad digital: aprendizaje fuera de la escuela por alumnos de educación primaria en Aguascalientes, México** 58-66
Digital literacy: learning outside the classroom in primary education students in Aguascalientes, Mexico
Cecilia Martínez Romo
Daniel Eudave Muñoz

REVISIÓN CIENTÍFICA

- **Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales** 67-73
Availability and efficient use of water in rural areas
María de los Ángeles Gil Antonio
Humberto Reyes Hernández
Leonardo Ernesto Márquez Mireles
Antonio Cardona Benavides
- **Hacia un nuevo urbanismo y los retos de la ciudad del siglo XXI** 74-79
Towards a new urbanism and the challenges of the city of the XXI century
Gabriel Gómez Carmona
- **La ilustración científica y su aplicación como herramienta visual en la cartografía novohispana** 80-87
Scientific illustration and its application as a visual tool in the New Spain cartography
María Eugenia Sánchez Ramos
Carmen Dolores Barroso García

OBITUARIO

- **Samuel Gitler. *In memoriam*** 88-89
Mayra Núñez López

RESEÑA

- **Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto** 90-91
María Rebeca Padilla de la Torre

Carbono orgánico del suelo en rodales silvícolas del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango

Soil organic carbon in forest stands of the common land La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango



Adalberto Solís Hernández¹, Juan Abel Nájera Luna^{2*}, Jorge Méndez González³, Benedicto Vargas Larreta², Manuel Álvarez Gallegos²

Solís Hernández, A., Nájera Luna, J. A., Méndez González, J., Vargas Larreta, B. y Álvarez Gallegos, M. Carbono orgánico del suelo en rodales silvícolas del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 5-11, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue cuantificar el carbono orgánico almacenado en el suelo del ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango. Muestras de suelo se colectaron en 108 sitios distribuidos en tres calidades de sitio, tres tratamientos silvícolas y tres profundidades de suelo. La determinación del contenido de carbono orgánico se realizó a través del método de Walkley y Black. Para identificar diferencias significativas de contenido de carbono orgánico en el suelo por calidad de estación, tratamiento silvícola y profundidad del suelo se realizaron análisis de varianza y comparación de medias mediante pruebas de Tukey al 95%. Los resultados mostraron un promedio de contenido de carbono orgánico en el suelo de 58.10 mg ha⁻¹ y fue posible observar un aumento del carbono conforme mejora la calidad de estación. Los tratamientos silvícolas fueron no significativos y la tendencia

Palabras clave: carbono (C), suelo, Walkley y Black, tratamientos silvícolas, calidad de estación, Durango.

Keywords: carbon (C), soil, Walkley and Black, silvicultural treatments, site quality, Durango.

Recibido: 30 de mayo de 2013, aceptado: 24 de julio de 2014

¹ Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo Forestal Sustentable, Instituto Tecnológico de El Salto (ITES).

² División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de El Salto (ITES).

³ Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

* Autor para correspondencia: jalnajera@yahoo.com.mx

mostrada fue una disminución del carbono orgánico conforme aumenta la profundidad del suelo.

ABSTRACT

The objective of this research was to quantify the organic carbon content in the soil at the common land La Victoria, Pueblo Nuevo, Durango. Soil samples were collected at 108 sites distributed in three site qualities, three silvicultural treatments and three soil depths. The determination of organic carbon content was estimated by the Walkley and Black method. To identify significant differences in the content of organic carbon in the soil for site qualities, silviculture treatments and soil depths, we performed analysis of variance and comparison of means by Tukey's test at 95%. The results showed an average soil organic carbon of 58.10 mg ha⁻¹, with an increase in carbon as site quality improvement. Silvicultural treatments effects were not significant and there a trend of decreasing organic carbon content with increasing soil depth was identified.

INTRODUCCIÓN

El carbono (C) es el elemento químico fundamental de los compuestos orgánicos; circula por los océanos, atmósfera, suelo y subsuelo; los cuales son considerados como depósitos (almacenes) de carbono. Este elemento pasa de un depósito a otro por medio de procesos químicos, físicos y biológicos. Cuando se realiza un inventario de carbono, por lo general se calcula el monto del mismo fijado en

cada uno de dichos depósitos; analógicamente, es posible comparar el inventario con una fotografía que permite ver el tamaño de estos almacenes al momento de tomarla. Los cambios que se dan en estos depósitos en el tiempo necesitarán medirse periódicamente mediante un monitoreo (Delgadillo y Quechulpa, 2006).

La captura de carbono es una posibilidad de ingresos adicionales para productores forestales, aun cuando mercados y mecanismos que operarán son todavía emergentes. Los sistemas de vegetación natural o inducidos tienen la capacidad de capturarlo. Sin embargo, el que se captura y almacena en la parte subterránea de los ecosistemas terrestres no ha sido considerado como un mecanismo de captura por los diseñadores de políticas sobre cambio climático, a diferencia de la parte aérea; no obstante que el 75% del carbono de los ecosistemas se encuentra en el suelo (Acosta-Mireles et al., 2001).

De acuerdo con Saynes et al. (2012) el piso forestal de México almacena un promedio de 68 mg ha^{-1} de carbono. Segura-Castruita et al. (2005) lo establecen en el rango de 0.2 mg ha^{-1} hasta 493 mg ha^{-1} , mencionan además que los estados que tienen mayor contenido promedio de COS son Yucatán, Quintana Roo, Querétaro, Chiapas e Hidalgo, con más de 80 mg ha^{-1} . Los estados con menor contenido de COS son Baja California Sur, Baja California Norte, Sonora, Coahuila y Tlaxcala, con menos de 30 mg ha^{-1} . Para el estado de Durango reportan 48.5 mg ha^{-1} de carbono como promedio estatal; mientras que Paz et al. (2012) lo establecen de 49 mg ha^{-1} a 123 mg ha^{-1} , debido a las variadas condiciones edáficas encontradas en el estado.

A pesar de contar con esta información, en la actualidad no existen referencias sobre la cuantificación de los montos de carbono en el suelo forestal en diferentes prescripciones silvícolas de los bosques templados de Durango. Por tanto, el objetivo del presente estudio es realizar la evaluación de los almacenes de carbono del suelo forestal a tres profundidades (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm), en tres diferentes tratamientos silvícolas (cortas de regeneración, cortas de selección y aclareos) y en tres calidades de estación (buena, regular y deficiente) en los bosques del ejido La Victoria del municipio de Pueblo Nuevo, Durango. Se parte del supuesto de que el contenido de carbono

orgánico del suelo es igual en todas las condiciones evaluadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El ejido La Victoria se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, específicamente en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses (Figura 1), en la zona biogeográfica denominada "Bosque de coníferas y encinos de la Sierra Madre Occidental". El ejido cuenta con $10,810.20 \text{ ha}$ y se encuentra en una zona que conforma una importante región forestal del estado de Durango conocida como El Salto, donde se encuentran más de 60 predios forestales con autorización de aprovechamiento forestal pertenecientes al municipio de Pueblo Nuevo, Durango (Smartwood, 2004).

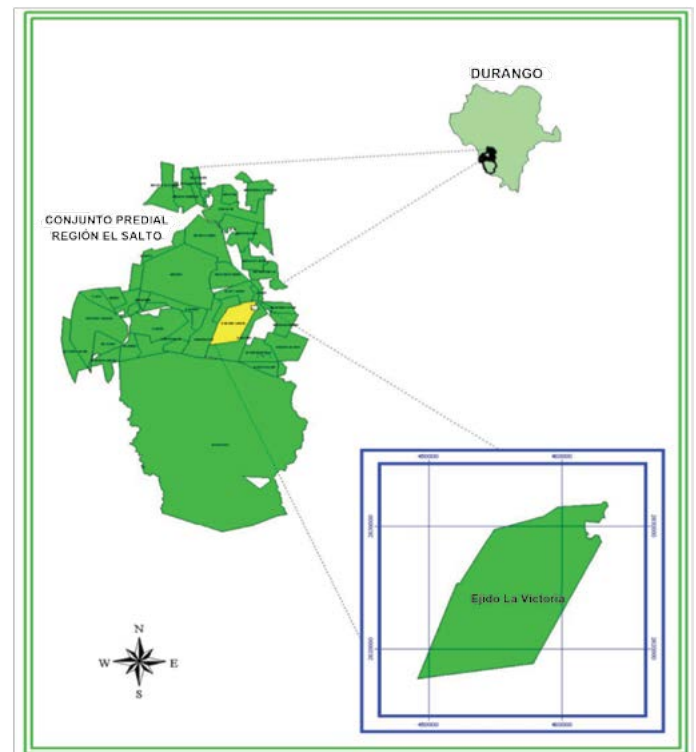


Figura 1. Localización del área de estudio.

Muestreo y selección

Del suelo, 324 muestras se colectaron en áreas de manejo forestal del ejido La Victoria con distintas prescripciones silvícolas; de ellas, 108 correspondieron a cada calidad de sitio buena, regular y deficiente

(si se entiende como calidad de sitio la suma de factores ambientales que determinan el crecimiento y desarrollo de los árboles y que es medida indirectamente por la altura que alcanzan a una edad determinada), 36 muestras a cada tratamiento silvícola (cortas de regeneración, cortas de selección y aclareos) y de cada tratamiento silvícola se extrajeron tres muestras de suelo a profundidades de 10 cm, 20 cm y 30 cm.

Para la colecta de las muestras de suelo se empleó el método del reloj (Acosta-Mireles et al., 2001). Este método consiste en posicionar un sitio circular de 1 m de diámetro con orientación al norte y sucesivamente se marcan los puntos faltantes para completar el esquema del reloj, tal como se muestra en la Figura 2.

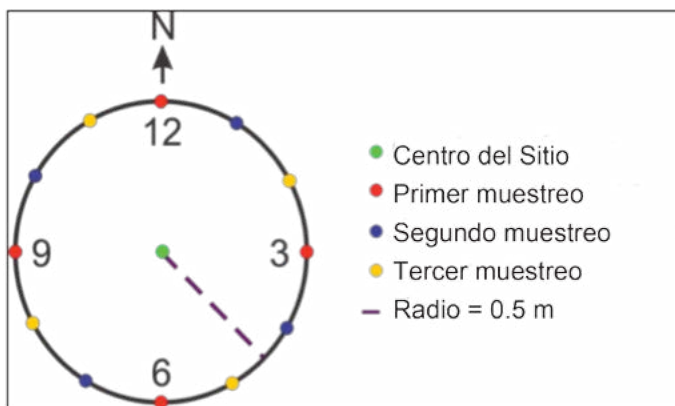


Figura 2. Diagrama de reloj para la colecta de muestras de suelo.

En cada sitio (Figura 3) se recolectaron tres muestras de suelo, a profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. Las muestras se colocaron en una bolsa de papel numerada e identificada según orden previamente establecido y después fueron trasladadas al laboratorio.

Cálculo de la densidad aparente del suelo

Para el cálculo de la densidad aparente se usó el método del cilindro de volumen conocido (Forsythe, 1975). Las muestras fueron colocadas en una bolsa de papel con la identificación del sitio y la profundidad de extracción de la muestra. El secado de las muestras se hizo en estufa a 100 °C durante 72 h; ya secas, las muestras se pesaron en una balanza analítica para determinar su peso seco con el fin de determinar la densidad aparente del suelo mediante la siguiente relación:



Figura 3. Establecimiento de un sitio de muestreo.

$$Da = mv$$

donde Da = densidad aparente (g/cm^3); m = peso seco del suelo (g); v = volumen (cm^3).

Cálculo del porcentaje de carbono en las muestras

El carbono en el suelo se determinó a través del método propuesto por Walkley y Black (1934), conocido como método de oxidación húmeda. El método consiste en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una solución de Dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con Ácido sulfúrico concentrado. Después de 30 min de espera la mezcla se diluye, luego se agrega Ácido fosfórico para evitar interferencias de Sulfato ferroso (Fe^{2+}) y el Dicromato de potasio residual es valorado con Sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre 70% y 84% del carbón orgánico total, por lo que es necesario introducir un factor de corrección que puede variar entre tipos de suelo. En los suelos de México se recomienda utilizar el factor 1.298 (Borges et al., 2001).

Cálculo del carbono orgánico del suelo

Para establecer el porcentaje de carbono orgánico en el suelo se utilizó la siguiente fórmula (Borges et al., 2001):

$$\% \text{CO} = B - Tg \cdot 0.39 \text{ mcf}$$

donde B = volumen de sulfato ferroso gastado para valorar el testigo (ml); T = volumen de sulfato ferroso gastado para valorar la muestra (ml); g = Peso de la muestra empleada (g); mcf = Factor de corrección de humedad.

Cuantificación del carbono en el suelo

Conociendo el porcentaje de carbono del suelo y su densidad aparente se aplica la siguiente fórmula (Delgado y Quechulpa, 2006):

$$CS = CC * DA * P$$

donde CS= Cantidad de carbono en el suelo (mg ha^{-1}); CC= % de carbono (%); DA= Densidad aparente (g/cm^3); P= Profundidad de muestreo (cm).

Análisis estadístico

Para evaluar la ocurrencia de diferencias significativas de carbono orgánico en el suelo por calidad de estación, tratamiento silvícola y profundidad del suelo, los análisis de varianza y comparación de medias se realizaron mediante pruebas de Tukey a un nivel de significancia de 0.05. El proceso del análisis de datos se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico InfoStat 2008 (Di Rienzo et al., 2008).

RESULTADOS

Carbono orgánico en el suelo forestal

Carbono orgánico en el suelo por calidad de estación

El carbono orgánico en el suelo mostró diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre calidades de estación. El promedio de carbono orgánico en el suelo fue de 58.10 mg ha^{-1} , con valores extremos de 63.12 mg ha^{-1} y de 50.27 mg ha^{-1} , con una tendencia de aumento del mismo en el suelo conforme se mejora la calidad de estación (Tabla 1).

Tabla 1. Carbono orgánico retenido en el suelo por calidad de estación

Calidad de estación	Carbono orgánico (mg ha^{-1})			
	Promedio*	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Buena	63.12 a	26.22	12.16	101.73
Regular	60.90 a	29.23	10.94	111.45
Deficiente	50.27 b	25.74	6.08	98.92

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $\alpha = 0.05$.

Carbono orgánico en el suelo por tratamiento silvícola

Las diferencias de carbono orgánico del suelo (COS)

con respecto a los tratamientos silvícolas fueron no significativas (Tabla 2). Los valores encontrados fluctuaron entre 58.47 mg ha^{-1} y 57.38 mg ha^{-1} . Estos resultados evidencian que la aplicación de los tratamientos silvícolas no influye de manera directa sobre la retención de carbono en el suelo. Lo anterior puede deberse a que se requiere de un periodo muy largo para que la respuesta a la aplicación de los tratamientos silvícolas se manifieste en un mayor o menor contenido de carbono orgánico producto de la cantidad de biomasa que se aporta al suelo forestal.

Tabla 2. Carbono orgánico retenido en el suelo por tratamiento silvícola

Tratamiento silvícola	Carbono orgánico (Mg ha^{-1})			
	Promedio*	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Cortas de selección	58.47 a	27.18	9.73	111.45
Aclareos	58.44 a	28.58	10.94	106.32
Cortas de regeneración	57.38 a	27.27	6.08	102.48

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $\alpha = 0.05$.

Carbono orgánico en el suelo por calidad de estación y tratamiento silvícola

Fueron identificadas diferencias significativas ($p < 0.0001$) atribuibles al efecto de la calidad de estación (Tabla 3). Los valores del carbono orgánico tuvieron variaciones extremas desde 63.50 mg ha^{-1} para la calidad de estación buena con tratamientos de aclareo hasta 48.83 mg ha^{-1} para la calidad de estación deficiente con cortas de regeneración.

Carbono orgánico a diferentes profundidades del suelo forestal

Fue identificada una tendencia hacia la disminución del carbono orgánico conforme aumenta la profundidad del suelo. Además, las profundidades de suelo tuvieron diferencias significativas ($p < 0.0001$) de contenido de carbono orgánico. Valores de COS en el suelo de $174.28 \text{ mg ha}^{-1}$ fueron determinados con valores extremos desde 89.14 mg ha^{-1} para los primeros 10 cm de profundidad del suelo hasta 26.61 mg ha^{-1} de los 20 cm a los 30 cm (Tabla 4).

Tabla 3. Carbono orgánico retenido en el suelo por calidad de estación y tratamiento silvícola

Calidad de estación y tratamiento silvícola	Carbono orgánico (mg ha ⁻¹)			
	Promedio*	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Buena con aclareo	63.50 a	26.03	18.24	101.73
Regular con cortas de selección	63.35 a	27.14	19.45	111.45
Buena con cortas de regeneración	63.26 a	26.30	12.16	98.22
Buena con cortas de selección	62.61 a	27.06	14.59	99.39
Regular con cortas de regeneración	60.04 a	29.33	13.37	102.48
Regular con aclareo	59.30 a	31.71	10.94	106.32
Deficiente con aclareo	52.52 b	27.39	14.59	98.92
Deficiente con cortas de selección	49.46 b	25.77	9.73	91.60
Deficiente con cortas de regeneración	48.83 b	24.55	6.08	87.93

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $\alpha=0.05$.

Tabla 4. Carbono orgánico retenido a diferentes profundidades del suelo

Profundidad del suelo (cm)	Carbono orgánico (mg ha ⁻¹)			
	Promedio*	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0-10	89.14 a	9.90	59.84	111.45
10-20	58.53 b	11.45	16.43	83.33
20-30	26.61 c	9.85	6.08	48.63

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $\alpha=0.05$.

DISCUSIÓN

Los valores de carbono orgánico encontrados en el suelo en el presente estudio corresponden a ecosistemas forestales en producción y, debido a la posición ecológica de esta región, el tipo de vegetación influye en el aporte de dicho elemento al suelo en conjunto con el material parental y las condiciones topográficas del área, por lo que en áreas con vegetación forestal de coníferas y encinos se esperan valores de 65 mg ha⁻¹ de carbono. Por ello los suelos forestales son los componentes importantes que contribuyen con el mayor aporte del mismo al suelo con 27% en el país.

De acuerdo con Albanesi et al. (2003) los cambios de carbono orgánico del suelo dependen de su tipo, la posición topográfica, calidad y

cantidad de vegetación producida e incorporada al suelo tanto en forma natural como a consecuencia de las actividades de habilitación del suelo como desmontes, aprovechamientos y quemas de residuos; por lo que en sitios de buena calidad se espera que su contenido sea mayor.

Körschens et al. (1998) argumentan que el ciclaje de los compuestos húmicos —que se caracterizan por su peso molecular relativamente grande— puede tardar desde decenios hasta siglos para incorporarse al suelo, por lo que el secuestro de carbono en el suelo obedece a periodos de plazo largo y explican de alguna forma que los tratamientos silvícolas no tengan un efecto directo sobre el contenido de carbono en el suelo, debido a que su aplicación sólo se remonta a pocos decenios.

Thornley y Cannell (2000) establecen que las buenas prácticas de manejo forestal juegan un papel muy importante en la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo, en las velocidades de descomposición y en los procesos de estabilización del carbono orgánico del suelo, por lo que hay mayor potencial de almacenamiento de COS cuando se siguen programas de manejo en los que se mantiene la cubierta forestal y se simula un comportamiento natural del bosque. Sin embargo, algunas prácticas silvícolas pueden reducir la cantidad de materia orgánica que llega al suelo, lo que da como resultado la disminución de las concentraciones de COS.

La deforestación y degradación forestal reducen la cantidad de carbono en el suelo, dado que después de que elimina la vegetación leñosa, se interrumpe el ciclo en el que la vegetación aporta la materia orgánica que luego será absorbida por el suelo. Además, estos procesos provocan que la superficie del suelo quede expuesta, facilita la erosión y la oxidación de los componentes orgánicos. Las prácticas que emplean fuegos prescritos para el manejo forestal pueden causar un ligero aumento en el contenido de dicho elemento del suelo. Sin embargo, si se permite una gran acumulación de materia orgánica podría ser contraproducente porque se podrían liberar grandes reservas de carbono como consecuencia de incendios forestales catastróficos (Jonhson y Curtis, 2001; Jandl et al., 2007, citados por Pérez-Ramírez et al., 2013).

Los valores de COS del presente estudio son sensiblemente similares a los reportados por Acosta-Mireles et al. (2009), quienes encontraron valores promedio de carbono en el suelo de bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. en Tlaxcala de 164 mg ha⁻¹ a una profundidad desde 0 cm hasta 40 cm. Por su parte, Avilés-Hernández et al. (2009) al estudiar la variación de almacenes del elemento en estudio en el suelo de una toposecuencia (cresta, ladera, valle y planicie) de un bosque de *Fagus grandifolia* en el estado de Hidalgo, México, encontraron que la cantidad de aquél almacenado en el suelo cambia. La variación fue gradual creciente desde la cresta hasta la planicie, así como decreciente al aumentar la profundidad.

La mayor reserva de carbono total la encontraron en la planicie con 208 mg ha⁻¹ y la menor en la cresta con 159 mg ha⁻¹. Asimismo, el mayor almacén del elemento lo encontraron en los primeros 15 cm de profundidad con 85 mg ha⁻¹, lo cual es similar a los 89 mg ha⁻¹ encontrados en el presente estudio para los primeros 10 cm de profundidad del suelo.

El hecho de que su cantidad disminuya con la profundidad del suelo se debe, según a Shaver y Aber (1996), citados por Acosta-Mireles et al. (2009), a que la mayor actividad de desarrollo de las raíces de hierbas,

arbustos y muchas de las raíces finas de los árboles se realiza en los primeros centímetros del suelo.

Por su parte, Hontoria et al. (2004) mencionan que el no laboreo o laboreo mínimo, el uso de cubiertas sobre el terreno, el control de la erosión, la fertilización, los sistemas agroforestales y el control del sobrepastoreo son prácticas que aumentan el contenido de carbono en el suelo a plazo largo. También la reforestación, sobre todo en los suelos degradados, con contenido limitado de materia orgánica, será una forma importante para su almacenamiento a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo (Vela et al., 2012).

CONCLUSIONES

La mayor concentración de carbono orgánico en el suelo se encuentra en la calidad de estación buena con 63.12 mg ha⁻¹, se reduce significativamente en sitios con calidades regular y deficiente; por tanto, las áreas con mejor productividad almacenan mayor cantidad de carbono en el suelo.

La aplicación de tratamientos silvícolas no es un factor de relevancia para el almacenamiento del mismo en el suelo, ya que no se encontraron diferencias significativas entre cada tratamiento con un promedio de carbono orgánico de 58.09 mg ha⁻¹.

La mayor cantidad de carbono orgánico se encuentra dentro de los primeros 20 cm de suelo con 89.14 mg ha⁻¹ y se observa una disminución significativa del porcentaje de carbono al aumentar la profundidad del suelo.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP) por el financiamiento al proyecto de investigación "Establecimiento de Una Red de Sitios Permanentes de Experimentación Forestal en Bosques de la Región de Pueblo Nuevo, Durango" con ID Actividad 7752 "Dinámica del carbono en el suelo", del cual forma parte el presente estudio.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-MIRELES, M. et al. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *Terra Latinoamericana*, 27(2): 105-114, 2009.
 - ACOSTA-MIRELES, M. et al. Un método para la medición del carbono en compartimientos subterráneos (raíces y suelo) de sistemas forestales y agrícolas en terrenos forestales y agrícolas en terrenos de ladera en México. En *Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales*. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 15 pp., 2001.
 - ALBANESI, A. et al. Efectos de la agricultura convencional sobre algunas formas del C en una toposecuencia de la región Chaqueña, Argentina. *Agriscientia*, 20: 9-17, 2003.
 - AVILÉS-HERNÁNDEZ, V. et al. Variación en almacenes de carbono en suelos de una toposecuencia. *Agrociencia*, 43(5): 457-464, 2009.
 - BORGES, G. L. et al. *Manual de prácticas de análisis de suelos*. Edo. de México, México: DGETA. 85 pp., 2001.
 - DELGADILLO, M. y QUECHULPA, S. *Manual de monitoreo de carbono en Sistemas agroforestales*. Chiapas, México: CONAFOR-AMBIO, S. C. DE R. L. 43 p., 2006.
 - FORSYTHE, W. *Física de suelos*. San José, Costa Rica: IICA. 212 pp., 1975.
 - HONTORIA, C. et al. Contenido de carbono orgánico en el suelo y factores de control en la España peninsular. *Edafología*, 11(2): 149-157, 2004.
 - KÖRSCHENS, M. et al. Turnover of soil organic matter and long term balances-tools for evaluating sustainable productivity of soil. *Z Pflanzenernähr Bodenk*, 161: 409-424, 1998.
 - PAZ, F. et al. Mapas nacionales del carbono orgánico en los suelos a escala nacional para las series II, III y IV de uso de suelo del INEGI. En F. Paz y R. Cuevas (Comps.), *Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2011* (pp. 278-288). Programa Mexicano del Carbono, Universidad Autónoma del Estado de México e Instituto Nacional de Ecología, 2012.
 - PÉREZ-RAMÍREZ, S. et al. Contenido de carbono orgánico en el suelo bajo diferentes condiciones forestales: Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. *Revista Chapingo* 19(1): 157-173 [Serie Ciencias Forestales y del Ambiente]. 2013.
 - SAYNES, V. et al. Carbono en los suelos forestales de México: revalorando nuestros almacenes. En F. Paz y R. Cuevas (Comps.), *Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2011* (pp. 422-429). Programa Mexicano del Carbono, Universidad Autónoma del Estado de México e Instituto Nacional de Ecología, 2012.
 - SEGURA-CASTRUITA, C. M. et al. Carbono orgánico en suelos de México. *Terra Latinoamericana*, 23(1): 21-28, 2005.
 - THORNLEY, J. H. M. y CANNELL, M. G. R. Managing forests for wood yield and carbon storage: A theoretical study. *Tree physiology*, 20: 477-484, 2000.
 - VELA, G. et al. Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas*, 77: 18-30, 2012.
 - WALKLEY, A. y BLACK, A. I. An examination of the method for determination soil organic matter, and a proposed codification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38, 1934.
- De páginas electrónicas**
- DI RIENZO, J. A. et al. *InfoStat versión 2008*. FCA-Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Grupo InfoStat. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>, 2008.
 - SMARTWOOD. *Resumen Público de Certificación del ejido La Victoria*. Certificado SW-FM/COC154. 37 p. Recuperado de www.smartwood.org, 2004.

Resistencia al cizalle de la madera de *Prosopis laevigata* encolada con melamina formaldehído y acetato de polivinilo

Shear strength of *Prosopis laevigata* wood glued with melamine formaldehyde and polyvinyl acetate

Artemio Carrillo Parra^{1*}, Rahim Foroughbakhch², Sadoth Sandoval Torres³, Verónica Bustamante García⁴, Christian Wehenkel⁴, Fortunato Garza Ocañas¹

Carrillo Parra, A., Foroughbakhch, R., Sandoval Torres, S., Bustamante García, V., Wehenkel, C., Garza Ocañas, F. Resistencia al cizalle de la madera *Prosopis laevigata* encolada con melamina formaldehído y acetato de polivinilo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 12-17, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

La madera de *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst es ampliamente utilizada en México. Los muebles unidos con clavos o tornillos pueden presentar rajaduras que reducen el valor estético y la resistencia mecánica. En el presente estudio se midió la resistencia al cizallamiento por tracción (MPa) y el porcentaje de ruptura (%) de las fibras de uniones de madera para determinar si el adhesivo melamina-formaldehído (MF) es más resistente que el acetato de polivinilo (PVAc) en las condiciones de atmósfera normalizada (A_1), húmeda (A_2) y seca (A_3), según la norma UNE-EN 301. La resistencia al cizallamiento presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.0001$) entre adhesivos y condiciones de deterioro. La madera encolada con MF presentó mayor resistencia al cizallamiento que el PVAc, excepto en la condición A_2 . El desgarramiento de fibras varió de 0% a 66%.

Palabras clave: adhesivos, desgarre de fibra, encolado, mezquite, tracción, uso exterior.

Keywords: adhesives, fibers tear, glued, mezquite, strength, outdoors use.

Recibido: 6 de septiembre de 2013, aceptado: 12 de septiembre de 2014

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

³ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional.

⁴ Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango.

* Autor para correspondencia: artemio.carrillopr@uanl.edu.mx

ABSTRACT

The wood of *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst is used in several industries in Mexico. When furniture is jointed with nails or screws, cracks may appear that reduce the aesthetical and mechanical strength values. The shear strength (MPa) and fiber tear (%) were determined in wood jointed with melamine formaldehyde (MF) and polyvinyl acetate (PVAc). The glued samples were submitted to environment weakening under a normalized atmosphere (A_1), wet (A_2) and dry (A_3) atmosphere according to UNE-EN 301. The results of shear strength showed highly significant differences ($p < 0.0001$) between adhesive and weakening conditions, with the exception of glued samples with PVAc and tested at A_2 condition. The fibers tear ranged from 0% to 66%.

INTRODUCCIÓN

Prosopis laevigata es un árbol con una amplia distribución natural en las zonas áridas y semiáridas de México. Se desarrolla en forma natural desde el centro hasta el noreste del país (Alden, 1995; Juárez-Muñoz et al., 2002). Los bosques donde domina esta especie son denominados mezquitales, cuyos árboles pueden presentar alturas de 10 m y diámetros de 0.3 a 0.5 m (Meza-Sánchez y Osuna-Leal, 2003).

Las características anatómicas, químicas, físicas y mecánicas de la madera de *P. laevigata* han sido ampliamente descritas; por citar algunas, se puede señalar la diferencia en el color entre la albura y el duramen. La porosidad clasificada como semiporosa, la longitud media de la fibra de 975 μm y la pared de la fibra con espesor de 13 μm (Carrillo et al., 2008). El porcentaje de extractivos del duramen puede

MATERIALES Y MÉTODOS

alcanzar hasta 16%. La densidad a un contenido de humedad de 12% varía de 0.72 g/cm³ a 0.91 g/cm³. El módulo de elasticidad en dirección perpendicular a las fibras es de 6,580 MPa a 9,669 MPa y el módulo de ruptura oscila entre 97 MPa y 126 MPa.

Como resultado de las condiciones semiáridas donde se desarrolla *P. laevigata*, presenta un crecimiento pausado e irregular del fuste, que puede ser simple o múltiple, y en muchas ocasiones es curvo. Los árboles jóvenes o sobremaduros pueden ser susceptibles al ataque de insectos u otros organismos que forman galerías, manchas y pudriciones en los fustes. Por los factores anteriormente señalados, un pequeño porcentaje del fuste puede ser utilizado para la fabricación de muebles, parquet, puertas, ventanas y mangos de herramientas. El mayor porcentaje que corresponde a las secciones dañadas es generalmente de menor calidad y se emplea para elaborar leña y carbón vegetal.

La unión de piezas de madera de *P. laevigata* para la fabricación de muebles mediante el empleo de clavos y tornillos puede propiciar la formación de rajaduras y como consecuencia la reducción de la calidad estética y la resistencia mecánica. Una alternativa para solucionar este problema es realizar las uniones con adhesivos. Según Song y Lim (2001) y Frihart y Hunt (2010), los adhesivos han jugado un papel importante en la industria de los productos forestales al ser la clave tecnológica para la elaboración de la mayoría de los productos a base de madera (Follrich et al., 2010). El uso de adhesivos en los productos con madera como base proporciona una mayor uniformidad a sus propiedades físicas y mecánicas (Vick, 1999; Kurt et al., 2003). Por otra parte, las especies de árboles de porte bajo como el caso de *P. laevigata* y los residuos de madera se pueden utilizar más eficientemente con el empleo de adhesivos (McKeever, 1997; Tout, 2000).

No obstante que la madera de *P. laevigata* ha sido una especie ampliamente estudiada, existen pocas investigaciones que muestren la eficacia de uniones encoladas con adhesivos comerciales, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar si el adhesivo melamina-formaldehído (MF) es más resistente al cizallamiento y presenta mayor desgarramiento de las fibras en uniones encoladas de madera de *P. laevigata* que el acetato de polivinilo (PVAc) en diferentes condiciones de deterioro.

La madera utilizada en el presente estudio se obtuvo de áreas naturales bajo aprovechamiento forestal en Linares, Nuevo León, México. La ubicación geográfica es de 24° 42' 05" N y 99° 32' 05" O. Para la obtención de las probetas se seleccionaron al azar tres árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 0.3 m. De cada árbol se tomó una troza de la sección comprendida entre 0.3 m y 1.3 m de altura.

Las tablas se obtuvieron del duramen y se prepararon de acuerdo a la norma UNE-EN-302-1 (2005). Las dimensiones de las probetas fueron 600 mm x 50 mm x 8 mm en las direcciones longitudinal, radial y tangencial, respectivamente; y se prepararon como se señala en la Figura 1. Se colocaron en una cámara climatizada a una atmósfera normalizada de 20 ± 2 °C y 65 ± 5% de humedad relativa (H. R.) hasta presentar peso constante. Antes de realizar el encolado, la madera fue cepillada por ambos lados hasta alcanzar un espesor de 5 mm.

Adhesivos

Para determinar la resistencia al cizallamiento por tracción de las uniones encoladas de la madera *P. laevigata* se utilizaron los adhesivos melamina-formaldehído (MF, Cascomin Synteko 1247 con endurecedor 2526, Casco Adhesivos, Alemania) clasificado como adhesivo estructural, de uso exterior con periodos prolongados de exposición a la humedad y al ambiente seco (Frihart y Hunt, 2010) y acetato de polivinilo (PVAc, Jowacoll D4 con 5% de endurecedor 195.35, Jowat AG, Alemania) clasificado como un adhesivo no estructural y de uso interior (Frihart y Hunt, 2010). Las características y especificaciones de uso recomendadas por los fabricantes se muestran en la Tabla 1.

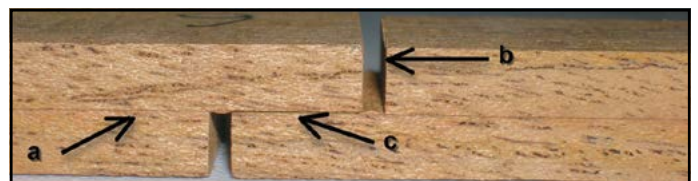


Figura 1. Probeta elaborada para la prueba de cizallamiento de acuerdo a la norma UNE-EN-302-1 (2005). a) Línea de adhesivo; b) Corte para separar las piezas de madera; c) Superficie de contacto (4 cm²) entre las dos piezas de madera, donde es probada la resistencia del adhesivo para mantener unidas ambas piezas.

Tabla 1. Características y especificaciones de los adhesivos utilizados

Adhesivo	Acetato de polivinilo ¹	Melamina formaldehído ¹
Relación resina/endurecedor (partes)	100/5	100/50
Distribución (g/m ²)	250	350
Tiempo para adhesión (min) ²	7-10	5
Tiempo de prensado (min)	120	75
Presión (MPa)	0.5	0.7
Viscosidad de la resina (mPa) ³	8,000	15,000
Densidad (g/m ³)	1.04	Resina 10, endurecedor 1.7
pH	5.2	-

¹ Kurt et al. (2008), ² minutos, ³ viscosidad en milipascales.

Encolado

Las piezas de madera acondicionada y cepillada hasta 5 mm de espesor se encolaron en ambas caras de la unión con un rodillo de esponja. La tasa de distribución del adhesivo y la presión utilizada se especifican en la Tabla 1. Después del curado, las probetas se colocaron en una cámara climatizada a una atmósfera normalizada de 20 ± 2 °C y $65 \pm 5\%$ H. R., se dimensionaron a 150 mm x 20 mm y 10 mm en dirección longitudinal, radial y tangencial, respectivamente; según la norma europea UNE-EN-302-1 (2005).

Tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos, los cuales se obtuvieron al someter las probetas encoladas a dos tipos de adhesivos y a tres condiciones de deterioro. La Tabla 2 muestra las condiciones a las que fueron sometidas las uniones de madera encolada de *P. laevigata*.

Resistencia al cizallamiento

Las piezas encoladas fueron sometidas a la fuerza de cizalle en una máquina universal Zwick/Roell Z100, como se muestra en la Figura 2. La fuerza aplicada fue paralela a la fibra a una velocidad constante de 2 kN/min hasta la ruptura, la resistencia al cizallamiento de las probetas de cada condición se expresó en MPa. Los valores de la resistencia al cizallamiento obtenidos se compararon con los establecidos por la norma europea UNE-EN-301 (2007), la cual establece los valores mínimos de resistencia al cizallamiento de uniones encoladas de *Fagus sylvatica* de 10 MPa para la condición normalizada (A_1), 6 MPa para la condición húmeda (A_2) y 8 MPa para la condición seca (A_3). El desgarramiento de las fibras

Tabla 2. Condiciones de deterioro a las que fueron sometidas las uniones de madera de *P. laevigata*

Tratamiento	Descripción
A_1 (Normal)	7 días en atmósfera normalizada ¹
	Las probetas se someten a ensayo en estado normalizado.
A_2 (Húmeda)	7 días en atmósfera normalizada
	4 días sumergidas en agua (15 ± 5 °C)
	Las probetas se someten a ensayo en estado húmedo.
A_3 (Seca)	7 días en atmósfera normalizada
	4 días sumergidas en agua (15 ± 5 °C)
	7 días en atmósfera normalizada
	Las probetas se someten a ensayo en estado normalizado.

¹Atmósfera normalizada (20 °C, 65% H.R.).

se determinó en porcentaje, con valores que van desde 0% cuando no presentó desgarramiento de fibra (la falla se presentó en el adhesivo), hasta 100%, que corresponde al desgarramiento total de las fibras.

Número de probetas y análisis estadísticos

Se utilizaron 96 probetas de madera de *P. laevigata*, de las cuales se asignaron 16 probetas a cada adhesivo y condición. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el procedimiento PROC GLM del sistema estadístico. La significancia de los resultados obtenidos se determinó mediante un diseño experimental con un criterio de clasificación

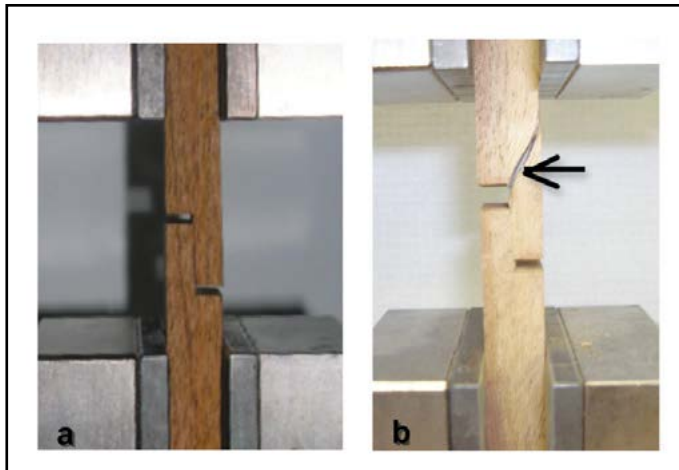


Figura 2. a) Probeta de *Prosopis laevis* antes de ser sometida a la prueba de cizallamiento; b) Probeta de *P. laevis* después de ser sometida a la prueba de cizallamiento. La flecha indica el punto de ruptura.

con arreglo factorial, en donde A y B son los tipos de adhesivos (MF y PVAc) y tres condiciones de deterioro (A_1 , A_2 y A_3). Posteriormente se realizó una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

RESULTADOS

Resistencia al cizallamiento

La resistencia al cizallamiento de las fibras de la madera de *P. laevis* presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los adhesivos, las condiciones, e interacciones (Tabla 3). Los resultados forman los grupos estadísticos A, BA y C (Tabla 4).

En la Figura 3 se observa que la mayor resistencia al cizallamiento se presentó en la madera encolada con MF bajo la condición seca que corresponde al grupo estadístico A. Una resistencia media se presentó en los tratamientos con MF en las condiciones normal

y húmeda y PVAc en las condiciones normal y seca que corresponden al grupo estadístico BA. La menor resistencia se obtuvo con el tratamiento PVAc en la condición humedad correspondiente al grupo estadístico C (Tabla 4).

En condiciones de humedad las uniones de madera de *P. laevis* encoladas con MF fueron más resistentes que las encoladas con PVAc (Tabla 4). También se presentaron valores mayores de resistencia al cizallamiento en encolados con MF en comparación con PVAc en condición seca (Figura 1).

Porcentaje de desgarramiento

El porcentaje de desgarramiento de las fibras de la madera de *P. laevis* presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los adhesivos (Tabla 4). Los resultados forman los grupos

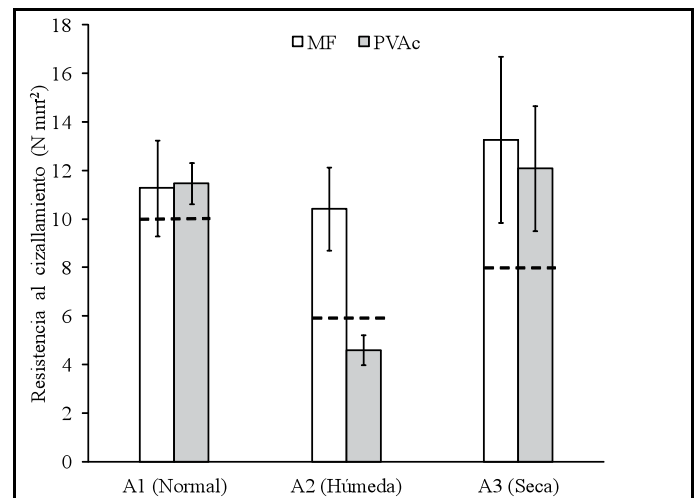


Figura 3. Resistencia al cizallamiento de uniones de madera de *P. laevis* encolada con MF y PVAc en tres diferentes condiciones. Las líneas punteadas indican los valores medios mínimos aceptados por la norma UNE-EN 301 (2007).

Tabla 3. Análisis de la resistencia al cizallamiento y desgarramiento de la fibra en uniones de *P. laevis* encolada con MF y PVAc sometidas a tres diferentes condiciones de deterioro, $n=16$

Efecto	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	p
Adhesivo (A)	124.41	1	124.41	20.72	<0.001
Condición (C)	459.75	2	229.87	38.29	<0.001
Interacción A×C	10623.43	1	10623.43	1769.30	<0.001
Error	552.40	92	6.00		

Tabla 4. Resistencia al cizallamiento y desgarramiento de la fibra en uniones de *P. laevigata*

Adhesivo	Condición	Resistencia al cizallamiento		Desgarramiento de fibra	
		Promedio (Mpa)	Grupo estadístico*	Promedio (%)	Grupo estadístico*
MF	A ₁	11.3±2**	BA	65.9±35	A
	A ₂	10.4±2	BA	61.6±42	A
	A ₃	13.3±3	A	65.6±40	A
PVAc	A ₁	11.5±1	BA	40.3±36	A
	A ₂	4.6±1	C	0.0±0	B
	A ₃	12.1±3	BA	60.6±41	A

* Grupos estadísticos con diferente letra en la columna son diferentes estadísticamente.

** Desviación estándar.

estadísticos A y B (Tabla 4). El mayor porcentaje de desgarramiento de las fibras para cada adhesivo en la condición normal fue de 65.9 % y de 40.3 %, respectivamente (Tabla 4), pertenecientes al grupo estadístico A. La Figura 4 muestra la superficie de desgarramiento de una probeta. El tratamiento de PVAc en condición húmeda presentó el valor de desgarramiento más bajo, el grupo estadístico B. El porcentaje de desgarramiento de las fibras en condición seca fue mayor para MF que para PVAc.

DISCUSIÓN

Los resultados de resistencia al cizallamiento de la madera encolada con MF y PVAc sometidas a condición normal fueron 13% y 15% superiores a los mínimos establecidos por la norma UNE-EN-301 (2007) y superiores a los reportados por Carrillo et al. (2008), Carrillo et al. (2010) y Frihart y Hunt (2010) en uniones de *Fagus sp.* (7.5 MPa) y *Picea sp.* (8 MPa). Por otra parte, el valor medio de la unión de *P. laevigata* con PVAc en condición normal fue 18% inferior a lo reportado por Alamsyah et al. (2007) en uniones de madera laminada de *Acacia mangium*.

El valor medio de las uniones con MF en condición húmeda fue 74% superior al establecido por la norma UNE-EN-301 (2007). Según Frihart y Hunt (2010), la alta resistencia al cizallamiento en condición húmeda es una de las ventajas que proporciona el uso de este tipo de adhesivo. En contraste, el valor medio de resistencia al cizallamiento de la madera encolada con PVAc fue menor en un 23% a lo establecido por la norma UNE-EN-301 (2007). Según Zhao et al.

(2011), uniones encoladas con PVAc presentan baja resistencia e inestabilidad mecánica al ser expuestas a la humedad y al calor.

Por otra parte, los valores de resistencia al cizallamiento de MF y PVAc en condición seca fueron 74% y 51% superiores a los establecidos por la norma UNE-EN-301 (2007). En un ensayo para determinar el efecto de impregnadores de la madera de *Fagus sylvatica*, Kurt et al. (2008) reportaron un valor medio de 7.73 MPa para las probetas testigo encoladas con PVAc. Los valores relativamente altos de resistencia al cizallamiento de la madera de *P. laevigata* pueden ser resultado de algunos factores físicos de la madera como la alta densidad (0.7 g/cm³ a 0.91 g/cm³), porosidad semianular y difusa que puede facilitar la penetración del adhesivo durante el proceso de encolado al aumentar la superficie de contacto entre el adhesivo y la madera.

Los porcentajes de desgarramiento fueron inferiores en todos los tratamientos a lo reportado por Alamsyah et al. (2007) en madera de *A. mangium*, cuyo valor fue de 100%. El alto porcentaje de desgarramiento para esta especie fue relacionada



Figura 4. Secciones de la probeta de *P. laevigata* después de la prueba de cizallamiento. La flecha señala la sección de la madera que sufrió el desgarramiento de las fibras.

por estos autores con la densidad y la facilidad de absorción del pegamento.

CONCLUSIONES

La madera de *Prosopis laevigata* puede ser unida en forma exitosa con los adhesivos melamina-formaldehído y acetato de polivinilo. Las uniones con estos adhesivos presentan valores de resistencia

al cizallamiento superiores a los mínimos establecidos por la norma europea UNE-EN-301 (2007) en las condiciones normal y seca. La madera encolada de *Prosopis laevigata* puede ser utilizada de forma eficiente en condición húmeda sólo si se emplea el adhesivo melamina-formaldehído, el adhesivo acetato de polivinilo en condición húmeda no superó el valor establecido por la norma.

LITERATURA CITADA

- ALAMSYAH, E. et al. Bondability of Tropical Fast-growing Tree Species I: Indonesian Wood Species. *Journal of Wood Science*, 53(1): 41-45, 2007.
- ALDEN, H. *Hardwoods of North America*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-83. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 136 pp., 1995.
- CARRILLO, A. et al. Wood Anatomical Characteristics and Chemical Composition of *Prosopis laevigata* Grown in the Northeast of Mexico. *IAWA Journal*, 29(1): 25-32, 2008.
- FOLLRICH, J. et al. Bond Strength of End-grain Joints and its Dependence on Surface Roughness and Adhesive Spread. *Journal of Wood Science*, 56(5): 429-434, 2010.
- FRIHART, C. R. y HUNT, C. G. Adhesives with Wood Materials Bond Formation and Performance. Chapter 10. En *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material* Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-190 (pp. 10-1-10-24). Madison, WI: USDA, Forest Serv., Forest Products Laboratory, 2010.
- JUÁREZ-MUÑOZ, J. et al. Inter- and Intra-genetic Variation of Four Wild Populations of *Prosopis* Using RAPD-PCR Fingerprints. *Biodiversity and Conservation*, 11: 921-930, 2002.
- KURT, R. et al. Hydroxymethylated Resorcinol (HMR) Priming Agent for Improved Bondability of Wax-treated Wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 66(5): 335-338, 2008.
- KURT, R. et al. The Introduction of Engineered Wood Products (EWPs) for the Earthquake Resistant Building Construction in Turkey. *Fifth National Conference on Earthquake Engineering*. Istanbul, Turkey. 012, 26-30 May. 2003.
- MCKEEVER, D. B. Engineered Wood Products: a Response to the Changing Timber Resource. *Pacific Rim Wood Market Report*, 5(15), 1997.
- MEZA-SÁNCHEZ, R. y OSUNA-LEAL, E. *Estudio dasométrico de mezquite en la zona de las pocitas, B.C.S.* Vol. 3. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 52, 2003.
- SONG, J. y LIM, J. Bonding Strength in Structural Adhesive Bonded Joint. *Metals and Materials International*, 7(5): 469-470, 2001.
- TOUT, R. A Review for Adhesives for Furniture. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 20(4): 269-272, 2000.
- UNE-EN-301, Adhesivos fenólicos y aminoplásticos para estructuras de madera bajo carga. Clasificación y requisitos de comportamiento. 2007.
- UNE-EN-302-1, Adhesivos para madera de uso estructural. Parte 1: Determinación de la resistencia de la unión al cizallamiento por tracción longitudinal. 2005.
- VICK, C. Adhesive Bonding of Wood Materials. En *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. General Technical Report (pp. 1-24). Forest Service, 1999.
- ZHAO, L. F. et al. State of Research and Trends in Development of Wood Adhesives. *Forestry Studies in China*, 13(4): 321-324, 2011.

Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México

Preliminary phytochemical analysis from hexanic extract of *Hemiphylacus novogalicianus* leaves, an endemic specie of Mexico

Virginia Flores-Morales^{1*}, Oswaldo Castañeda Hernández²,
Tomás Montiel Santillán³, Gloria Patricia Hernández Delgado⁴

Flores-Morales, V., Castañeda Hernández, O., Montiel Santillán, T., Hernández Delgado, G. P. Análisis fitoquímico preliminar del extracto hexánico de hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 18-23, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

En este trabajo se aborda el análisis fitoquímico preliminar (AFP) del extracto hexánico de las hojas de *Hemiphylacus novogalicianus*, una especie endémica de México. El estudio permitió establecer la posible composición química de la planta. En este análisis se detectó la presencia de lo que pudiesen ser compuestos de tipo indol y sus derivados compuestos con grupos carbonilos, esteroides y ácidos grasos insaturados.

ABSTRACT

This work addresses the phytochemical preliminary analysis (PPA) from hexanic extract of *Hemiphylacus novogalicianus* leaves, an endemic specie of

Palabras clave: análisis fitoquímico, composición química, *Hemiphylacus novogalicianus*, especie endémica, muerte de ganado vacuno.

Keywords: phytochemical analysis, chemical composition, *Hemiphylacus novogalicianus*, endemic species, cattle's death.

Recibido: 18 de septiembre de 2013, aceptado: 25 de julio de 2014

¹ Laboratorio de Síntesis Asimétrica y Bioenergética, Universidad Autónoma de Zacatecas.

² Departamento de Sistemas Biológicos, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

³ Laboratorio de Físicoquímica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

⁴ Laboratorio de Farmacología, Universidad Autónoma de Zacatecas.

* Autor para correspondencia: virginia.flores@uaz.edu.mx.

Mexico. The Phytochemical Preliminary Analysis was used to establish the possible chemical composition of the plant. In the PPA there has been detected the presence of compounds that could be indol compounds and its derivatives, compounds with carbonyl groups, steroids and unsaturated fatty acids.

INTRODUCCIÓN

México es un país que presenta un universo propio en cuanto a vegetación, lo que permite incluso la presencia de especies endémicas. No obstante, muestra rezago en cuanto al conocimiento de la composición química de sus plantas; lo cual resulta paradójico ya que nuestra sociedad, como muchas otras, se caracteriza por una gran recurrencia al uso de plantas para el tratamiento de múltiples afecciones (Rzedowski, 1991; García-Alvarado et al., 2001; Villaseñor, 2004; Villaseñor y Espinosa-García, 2004).

Zacatecas, ubicado en una zona árida y semiárida del norte del país, es uno de los estados con menor conocimiento de su flora. Un claro ejemplo lo constituye la planta *Hemiphylacus novogalicianus*, de nombre común cebolleta. Según algunos reportes verbales, el ganado vacuno de la localidad de San Pedro Piedra Gorda, Ciudad Cuauhtémoc, Zacatecas, muere tras la ingesta de dicha planta. Sin embargo, no se ha determinado qué es lo que ocasiona el envenenamiento, debido a que no se conoce la composición química de la misma, por lo

que la investigación en lo referente a la fitoquímica de este tipo de plantas tiene que intensificarse.

En ese contexto, el grupo de trabajo del Laboratorio de Síntesis Asimétrica y Bioenergética (LSAyB) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) se interesó en realizar un estudio fitoquímico de esta especie; debido a que actualmente no se cuenta con un estudio de esta naturaleza. La realización del proyecto permitirá que la UAZ contribuya a la solución del problema referido y, con ello, evitar pérdidas económicas a los ganaderos locales, asociadas a dicha problemática. Así, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la primera etapa del estudio, que consiste en el estudio fitoquímico preliminar del extracto hexánico de las hojas de la planta.

Por definición, la fitoquímica es el estudio de los componentes químicos de las plantas. La técnica más común para obtener los principios activos (PA) a partir de plantas es conocida como extracción y su finalidad es la separación de la materia soluble (componentes fitoquímicos) de los tejidos vegetales (materia insoluble) por acción de un disolvente (Shing, 2011). Dentro de los métodos empleados para ello se encuentran las técnicas de extracción sólido-líquido, que implican el contacto íntimo entre la materia prima y el disolvente, siendo éstas la percolación, la inmersión y la maceración (Bart y Pilz, 2011). La separación de los componentes es una etapa importante en un análisis fitoquímico. Los métodos más empleados son los físicos y dentro de ellos, los de mayor aplicación son los métodos cromatográficos: cromatografía en capa fina -CCF- y cromatografía en columna -CC- (Rios et al., 2013).

En la búsqueda de plantas con principios activos, las pruebas químicas resultan de gran utilidad, pues se caracterizan por ser específicas, rápidas y requerir un equipo mínimo (fácil de transportar cuando es necesario), además de ser económicas. Entre todos los métodos destaca el tratamiento de los extractos con los agentes cromógenos, el AFP, el cual contempla la detección de los principales tipos de metabolitos que se encuentran relacionados con alguna actividad biológica, a saber: alcoholes, alcaloides, flavonoides, compuestos carbonílicos, esteroides, indoles, ácidos grasos y azúcares; así como los correspondientes derivados de los tres últimos tipos de compuestos (Domínguez, 1973; Reyes et al., 2010; Shing, 2011).

Tras la extracción de los componentes químicos, la detección de éstos es la etapa siguiente en un análisis fitoquímico (Cseke et al., 2006). Algunas sustancias pueden ser observadas a simple vista (como las clorofilas y algunos otros pigmentos), mientras que la detección de sustancias incoloras se realiza mediante el análisis de placas cromatográficas (Fried y Sherma, 1996). Varios componentes bajo radiación UV (254 y 365 nm) mostrarán absorción de la radiación o fluorescencia. Además, la visualización puede realizarse empleando agentes cromógenos, algunos de ellos universales (yodo: sublimado y en solución alcohólica) y otros más específicos para determinados grupos funcionales, constituyen en conjunto al AFP.

***Hemiphyllacus novogalicianus* L. Hern.**

Hemiphyllacus novogalicianus es una planta endémica de México (particularmente de los estados de Zacatecas y Aguascalientes), de la cual no se dispone de muchos reportes sobre su taxonomía ni composición química. Hasta el momento existe cierto grado de controversia en cuanto a su clasificación, pues los especialistas la agrupan en dos posibles subfamilias de la familia Liliaceae *sensu lato*: Hyacinthaceae y Asphodelaceae. De acuerdo a la primera, la planta se clasifica así: reino Plantae; división Angiospermae; clase Liliopsida; subclase Liliidae; orden Liliales; familia Liliaceae; subfamilia Hyacinthaceae; género *Hemiphyllacus*, y especie *novogalicianus* (Chase, 1998, 2003; Mahidol et al., 1998; Chase et al., 2000; Mwafongo et al., 2010; Pohl et al., 2010; Hernández, 2011).

La subfamilia Hyacinthaceae cuenta con aproximadamente 70 géneros y 1,000 especies. La mayor diversidad se encuentra en Sudáfrica, aunque también hay en el Mediterráneo, sureste de Asia, noreste de Europa y América. En México se encuentran 3 géneros y 7 especies (Perry, 1985; Hamouche et al., 2010). Las plantas pertenecientes a la subfamilia Hyacinthaceae son plantas de hoja perenne con raíz bulbosa y crecimiento elevado a partir de un tallo cilíndrico muy estrecho. Químicamente se caracterizan por contener flavonoides de tipo homoisoflavona que poseen propiedades antibacteriales y antiinflamatorias. Contienen saponinas esteroidales y alcaloides de alta toxicidad, relacionada con el envenenamiento de mamíferos (Pohl et al., 2000; George et al., 2001; Waller et al., 2013; Masondo et al., 2014).

Hemiphylacus novogalicianus es una planta perenne, presenta hojas lanceoladas y en posición vertical, vasculares, de textura suave, con savia y no viscosa. La inflorescencia carece de hojas y generalmente es larga, de 70 cm a 90 cm (Figura 1). Las flores se encuentran dispuestas en racimos radialmente simétricos, con seis pétalos dispuestos en verticilos de dos hojas cada uno. El fruto es una cápsula negra que al madurar se abre y libera las semillas, que son de forma irregular (Figura 2).

Hasta el momento se desconoce la razón por la cual esta planta es tóxica para el ganado vacuno y no existe registro alguno de la composición química de esta especie, por lo que no es posible hacer referencia a un tipo específico de compuesto que se relacione con esta actividad. Sin embargo, la evidencia encontrada en otros géneros pertenecientes a la subfamilia Hyacinthaceae nos hace plantear como primera hipótesis del trabajo que a través de una prueba cualitativa como el AFP será posible tener un panorama inicial de las familias de metabolitos secundarios presentes en el extracto hexánico de hojas secas de *Hemiphylacus novogalicianus*. En un segundo momento se realizará un análisis fitoquímico completo que permita encontrar a los compuestos responsables de la toxicidad de la planta.

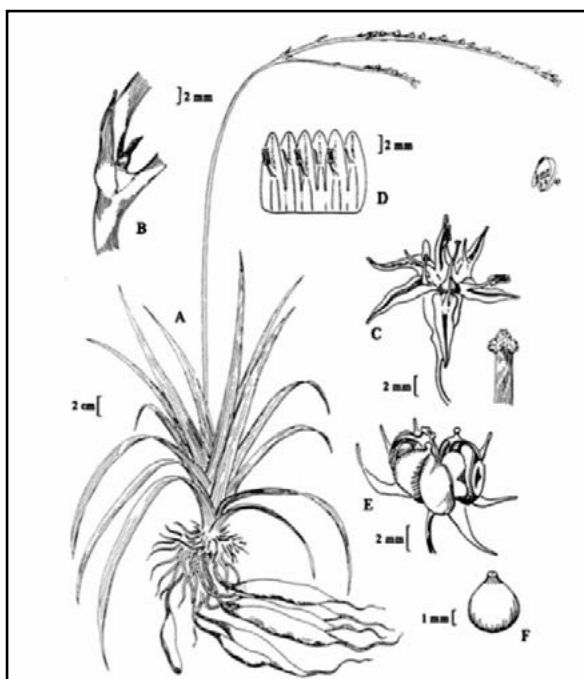


Figura 1. Morfología del género *Hemiphylacus novogalicianus*. Imagen tomada de Hernández (1997).



Figura 2. *Hemiphylacus novogalicianus*. a) Planta en su hábitat, b) Hojas, c) Inflorescencia y d) Flor y fruto. Fotografías tomadas en la zona de recolección y durante el procesamiento del material vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo precisó del uso de material común de laboratorio. El material de vidrio fue lavado con Extran® y secado en una estufa a 80 °C durante 24 h previas a su uso. La recolección del material vegetal se realizó en la localidad de San Pedro Piedra Gorda (Latitud: 22°26'16.48" N; Longitud: 102°22'19.34" O, elevación 2109 msnm) del municipio de Ciudad Cuauhtémoc, Zacatecas. Después de la recolección las muestras recibieron un tratamiento que consistió en el deshojado de las plantas, lavado con agua corriente y después con agua destilada, así como un secado bajo la sombra durante 30 días.

Para la extracción de los componentes se empleó hexano, mientras que la elución de las placas cromatográficas se realizó con mezclas de hexano-acetato de etilo (Química Meyer, grado ACS, pureza 99.9% y 99.7%, respectivamente). En la identificación de los principales tipos de metabolitos secundarios presentes en el extracto hexánico se utilizaron diversos agentes cromógenos, los cuales fueron preparados según lo descrito por Domínguez (1982) y Fried y Sherma (1996). En la Tabla 1 se muestran los agentes cromógenos empleados.

Se consideró la maceración como el método más adecuado para la extracción de los componentes. Se realizaron tres maceraciones sucesivas, a las 24 h, 48 h y 72 h, respectivamente, tiempo durante el cual se mantuvo una atmósfera inerte con nitrógeno. Se maceraron 1,300 g de hojas secas de *H. novogalicianus* con 11.5 L de hexano. El disolvente fue retirado en un rotavapor (Büchi R-200) a presión reducida, para evitar el sobrecalentamiento de los componentes presentes en el extracto, con lo que se obtuvieron 19.3 g de extracto crudo, lo que corresponde al 1.5% de la masa inicial.

Tabla 1. Agentes cromógenos empleados durante el AFP

Agente cromógeno	Coloración esperada
	Componentes que identifica
Sulfato cérico amoniacal al 1%	Manchas rojizas sobre un fondo amarillo, o manchas amarillo intenso
	Alcoholes y polialcoholes
Reactivo Dragendorff	Manchas rojas o naranjas sobre un fondo amarillo
	Alcaloides
Reactivo de Ehrlich	Manchas azules, verdes, violetas y rojas
	Indoles y sus derivados
Reactivo de Hager	Manchas rojas o naranjas
	Alcaloides
Permanganato de potasio	Manchas rojas o naranjas sobre un fondo amarillo
	Alcaloides
Reactivo de Wagner	Manchas rojas o naranjas
	Alcaloides
Reactivo Ninhidrina	Manchas azules o violáceas
	Aminoácidos
Reactivo de Van-Urk	Manchas azules
	Indoles simples
Reactivo de Benedict	Manchas rojas o marrón
	Glucósidos
2,4-Dinitro fenilhidracina	Manchas amarillas, naranjas o rojas
	Compuestos con carbonilos
Reactivo Libermann-Burchard	Manchas azules, verdes, rosas, violáceas o grises
	Esteroides
Ácido fosfomolibdico	Manchas azules (intenso)
	Ácidos grasos insaturados y compuestos con carbonilos
Nitroprusiato de sodio	Manchas rojo-marrón
	Ésteres

Con el objeto de identificar los principales grupos de metabolitos presentes en el extracto hexánico de *H. novogalicianus*, se realizó el AFP empleando la técnica de CCF, con el uso de la lámpara de luz UV, yodo sublimado y los agentes cromógenos. Para ello, se preparó una muestra a partir de 100 mg de extracto crudo disueltos en 0.3 mL de hexano. Se

usaron 13 cromatoplasmas de gel de sílice de 1.0 cm de ancho por 5.0 cm de alto, y con ayuda del capilar, se aplicó la muestra del extracto crudo, las placas fueron eluidas empleando un sistema 9:1 (v/v) hexano:AcOEt y se probaron los reveladores químicos citados en la Tabla 1.

RESULTADOS

Los resultados del análisis por CCF con los agentes cromógenos específicos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización de los tipos de metabolitos presentes en el extracto hexánico

Agente cromógeno	Resultado
Sulfato cérico amoniacal al 1%	Negativo
Reactivo de Dragendorff	Negativo
Reactivo de Ehrlich	Positivo
Reactivo de Hager	Negativo
Permanganato de potasio	Negativo
Reactivo de Wagner	Negativo
Reactivo Ninhidrina	Negativo
Reactivo de Van-Urk	Positivo
Reactivo de Benedict	Negativo
2,4-Dinitrofenilhidrazina	Positivo
Reactivo Libermann-Burchard	Positivo
Ácido fosfomolibdico	Positivo
Nitroprusiato de sodio	Negativo

De los resultados positivos de las placas cromatográficas mostrados en la Tabla 2 se detectó la presencia de lo que pudiesen ser indoles y sus derivados; así como compuestos con grupos carbonilos, esteroides y ácidos grasos insaturados (Figura 3).

DISCUSIÓN

En el AFP se obtuvieron resultados positivos asociados a la presencia de metabolitos de tipo indol y sus derivados, esteroides, ácidos grasos insaturados y compuestos con carbonilos. Estos resultados muestran que *H. novogalicianus* tiene en su composición compuestos de naturaleza no polar, extraíbles en hexano. Este disolvente es capaz de extraer compuestos lipofílicos tales como alcanos, ácidos grasos, ceras, esteroides, terpenoides, cumarinas e incluso algunos alcaloides

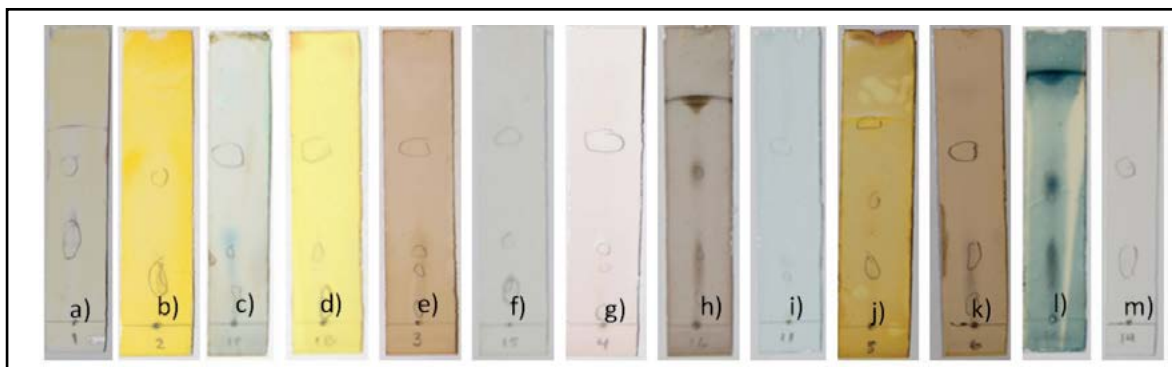


Figura 3. Cromatoplasmas reveladas con los agentes cromógenos empleados: a) Sulfato cérico amoniacal al 1%, b) Reactivo Dragendorff, c) Reactivo de Ehrlich, d) Reactivo de Hager, e) Permanganato de potasio, f) Reactivo de Wagner, g) Reactivo Ninhidrina, h) Reactivo de Van-Urk, i) Reactivo de Benedict, j) 2,4-Dinitrofenilhidrazina, k) Reactivo Libermann-Burchard, l) Ácido fosfomolibdico y m) Nitroprusiato de sodio.

(Sarker et al., 2006). Esto explica el resultado positivo encontrado con varios de los agentes cromógenos, incluida la presencia de alcaloides; los cuales deben estar en su forma neutra para ser aislados en este tipo de disolvente. El resultado positivo para ácidos grasos y esteroides (fitoesteroides) puede estar relacionado con compuestos que forman parte de la estructura de la planta, principalmente membranas celulares.

En el caso de las pruebas que arrojaron resultados negativos, éstas no comprueban definitivamente la inexistencia de los metabolitos que identifican; ya que este tipo de resultados pueden verse afectados ya sea: por la sensibilidad de la CCF o por las interferencias de otros compuestos en las reacciones de reconocimiento; es decir, que algunos compuestos se superpongan con otros, lo cual impide la reacción de los componentes con el agente cromógeno. Por ello es necesario complementar estos resultados iniciando el fraccionamiento del extracto crudo para aislar los componentes y su identificación por otro tipo de metodologías con mayor sensibilidad, como la cromatografía de gases acoplado a masas (GC-EM) y, en el caso de compuestos puros, el empleo de resonancia magnética nuclear (RMN).

De igual manera, si la actividad biológica de *H. novogalicianus* está conferida a compuestos tipo alcaloide o alguno de los metabolitos secundarios descritos para otros miembros de la subfamilia *Hyacinthaceae*, resulta necesario el análisis de extractos de mayor polaridad como el acetónico; ya que éste, debido a la capacidad de extracción del disolvente, puede contener compuestos de tipo flavonoide, terpenos y alcaloides. También se debe examinar el extracto metanólico donde pueden



Figura 4. Hojas y bulbos de *Hemiphylacus novogalicianus* recolectada en San Pedro Piedra Gorda, Cd. Cuauhtémoc, Zacatecas. Fotografía tomada por los autores en junio de 2013.

aparecer compuestos tipo saponinas, esteroides y alcaloides; todos ellos relacionados con la toxicidad de la subfamilia en mamíferos (George et al., 2001).

Por tanto, en lo que respecta a la identificación preliminar de metabolitos a los que se pudiera atribuir la toxicidad de la planta, los resultados que se obtuvieron en el AFP parecen indicar que el extracto hexánico no presenta este tipo de componentes. Sin embargo, será necesario establecer la naturaleza de los compuestos presentes, tales como esteroides y alcaloides, ya que algunos de ellos (o su combinación) pueden estar relacionados con la actividad biológica en el ganado vacuno.

CONCLUSIONES

Hemiphylacus novogalicianus es una planta endémica de México, de la cual se tiene muy poca información, y en particular, se carece de reportes acerca de su composición química. La identificación preliminar de fitoquímicos se realizó por medio de CCF y agentes cromógenos (AFP), que obtuvieron resultados positivos para la presencia de compuestos

de tipo indol, con grupos carbonílicos, esteroides y ácidos grasos. Con los resultados obtenidos hasta el momento, a reserva de obtener la composición unívoca del extracto hexánico mediante otras metodologías como CG-EM y/o RMN y hasta que se realice una prueba de toxicidad en un modelo *in vivo*, se puede afirmar que no es posible atribuir la toxicidad de la planta al grupo de compuestos determinados cualitativamente en este extracto.

LITERATURA CITADA

- BART, H. J. y PILZ S. *Industrial scale natural products extraction*. Alemania: Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, 2011.
- CHASE, M. An Ordinal Classification for the Families of Flowering Plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85(4): 531-553, 1998.
- CHASE, M. An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141(4): 399-436, 2003.
- CHASE, M. et al. Phylogenetics of *Asphodelaceae* (Asparagales): An Analysis of Plastid *rbcL* and *trnL-F* DNA Sequences. *Annals of Botany*, 86, 935-951, 2000.
- CSEKE, L. J. et al. *Natural Products from Plants*. 2^{ed}, USA: CRC Press Taylor & Francis, 2006.
- DOMÍNGUEZ, X. A. *Cromatografía en papel y capa delgada*. [Serie Química. Monografía 16] Washington, DC: OEA, 1982.
- DOMÍNGUEZ, X. A. *Métodos de investigación fitoquímica*. México: Limusa, 1973.
- FRIED, B. y SHERMA, J. *Practical Thin-layer Chromatography. A Multidisciplinary Approach*. USA: CRC Press, 1996.
- GARCÍA-ALVARADO, J. S. et al. Traditional Uses and Scientific Knowledge of Medicinal Plants from Mexico and Central America. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 8(2-3): 37-89, 2001.
- GEORGE, J. et al. Phytochemical Research in South Africa. *South African Journal of Science*, 97(3-4): 93-105, 2001.
- HAMOUCHE, Y. et al. Cytotaxonomy of Autumnal Flowering Species of *Hyacinthaceae* from Algeria. *Plant Systematics and Evolution*, 285(3-4): 177-187, 2010.
- HERNÁNDEZ, L. *Hemiphylacus novogalicianus* L. Hern. México: Instituto de Biología de la UNAM-Colecciones Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.
- HERNÁNDEZ, S. L. Fascículo 15. *Hyacinthaceae* Batsch. [Serie Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán] México, D. F.: Instituto de Biología UNAM, 1997.
- MAHIDOL, C. et al. Biodiversity and Natural Products Drug Discovery. *Pure & Applied Chemistry*, 70(11): 2065-2072, 1998.
- MASONDO, N. A. et al. Pharmacological Potential and Conservation of the Genus *Eucomis* (Hyacinthaceae) Endemic to Southern Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 151, 44-53, 2014.
- MWAFONGO, E. et al. Ethnobotanical Study of *Hyacinthaceae* and non-*Hyacinthaceae* Geophytes in Selected Districts of Malawi. *Ethnobotany Research & Applications*, 8, 75-93, 2010.
- PERRY, P. The Restructuring of the Family *Liliaceae*. *Veld & Flora*, 71(3): 66-68, 1985.
- POHL, T. S. et al. Southern African *Hyacinthaceae*: Chemistry, Bioactivity and Ethnobotany. *Current Organic Chemistry*, 4(12): 1287-1324, 2000.
- REYES, R. S. G. et al. Identificación preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de *Morinda citrifolia* L. "noni" y cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales. *UVC-Scientia*, 2(2): 11-22, 2010.
- RÍOS, M. Y. et al. Chemical Constituents from *Flourensia resinosa* S.F. Blake (Asteraceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 51, 240-242, 2013.
- RZEDOWSKI, J. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14, 3-21, 1991.
- SARKER, S. D. et al. *Natural Products Isolation*. 2 ed., USA: Humana Press, 2006.
- SHING, S. A. *Herbalism, Phytochemistry and Ethnopharmacology*. USA: CRC Press Taylor & Francis, 2011.
- VILLASEÑOR, J. L. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 105-135, 2004.
- VILLASEÑOR, J. L. y ESPINOSA-GARCÍA, F. J. The Alien Flowering Plants of Mexico. *Diversity and Distributions*, 2004(10): 113-123, 2004.
- WALLER, C. P. et al. COX-2 Inhibitory Activity of Homoiso flavanones and Xanthonones from the Bulbs of the Southern African *Ledebouria socialis* and *Ledebouria ovatifolia* (Hyacinthaceae: Hyacinthoideae). *Phytochemistry*, 95, 284-290, 2013.

Obtención de carbón de la pirólisis catalítica de hule de llanta y pruebas de adsorción mediante un método indirecto

Carbon from waste tire rubber through catalytic pyrolysis and adsorption probes by an indirect method

Jorge Medina Valtierra^{1*}, María Marisol Guerrero Esparza¹

Medina Valtierra, J., Guerrero Esparza, M. M. Obtención de carbón de la pirólisis catalítica de hule de llanta y pruebas de adsorción mediante un método indirecto. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 24-31, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

En este trabajo se presentan y discuten los resultados obtenidos de la pirólisis catalítica aplicada al hule de llanta y su comparación con la pirólisis térmica. El catalizador utilizado fue una mezcla aglutinada de zeolita ácida ZSM-5 y alúmina. Este proceso se realizó a 450 °C en flujo de N₂ por 30 min, 60 min y 120 min de reacción con el objetivo de obtener principalmente carbón. Al carbón obtenido se le aplicó una caracterización textural, así como un análisis de espectroscopía infrarroja. Las muestras del mineral se probaron en un proceso de adsorción por medio de un método indirecto; esto con el fin de demostrar su capacidad para remover contaminantes como Azul de metileno y Ácido azul 25, además de compararlo con un carbón comercial.

ABSTRACT

In this work the results obtained from the catalytic pyrolysis of waste tire rubber are presented, discussed and compared with thermal pyrolysis. The catalyst

Palabras clave: carbón, pirólisis catalítica, hule de llanta usada, catalizador HZSM-5.

Keywords: coal, catalytic pyrolysis, waste tire rubber, catalyst HZSM-5.

Recibido: 29 de octubre de 2013, **aceptado:** 22 de agosto de 2014

¹ Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: jormeval@yahoo.com

used was prepared by blending method from a mixture of HZSM-5 zeolite and γ -alumina. The pyrolysis process was performed at 450 °C in N₂ flow for 30 min, 60 min and 120 min of reaction in order to obtain carbon. Carbons obtained were characterized by textural and infrared spectroscopy analysis and tested in an adsorption process applying an indirect method. This process was used to demonstrate its ability to remove contaminants, such as methylene blue and acid blue 25, and to compare the adsorption capacity with a commercial carbon.

INTRODUCCIÓN

Debido al uso vehicular miles de toneladas de llantas son generadas en todo el mundo (Lee y Kim, 1996). El destino final de las llantas usadas en nuestro país son los rellenos sanitarios o su quema en ladrilleras y tiraderos clandestinos; lo que genera problemas ambientales, de salud y económicos (Leung et al., 2002). Se tienen como alternativas en el tratamiento de llantas usadas la incineración, gasificación, biodegradación, y la pirólisis (Jang et al., 1998).

La pirólisis ha sido propuesta como una tecnología de reciclaje o tratamiento viable que consiste en una descomposición térmica en ausencia de oxígeno. El hule se descompone para formar fracción líquida, gases y carbón residual que se pueden utilizar como combustibles, generación de energía o materia prima para otros procesos. Sin embargo, debido a problemas técnicos, así como a factores económicos y legales, los procesos de pirólisis de llantas usadas no han sido rentables hasta

MATERIALES Y MÉTODOS

ahora. Con el fin de mejorar la viabilidad económica de la pirólisis del hule de llanta usada varios trabajos han surgido durante los últimos años. Por ejemplo, Williams y Brindle (2003) propusieron un proceso de pirólisis catalítica de dos etapas para aumentar la concentración de productos (fracción líquida, gas y carbón residual).

Por otro lado, la reducción de temperatura de pirólisis y el aumento de velocidad de la reacción también son dos de los puntos clave de la pirólisis del hule de llanta usada. La zeolita ácida HZSM-5 combinada con alúmina ha demostrado ser un catalizador eficaz para la degradación catalítica de polímeros, debido a su fuerte acidez (Olazar et al., 2008), por lo que no se requiere de temperaturas altas. Con ello se reduce el peso molecular de la fracción líquida pero disminuyendo el rendimiento de carbón comparado con la pirólisis térmica.

Existen diferentes procesos para generar una mayor porosidad en el carbón y, por tanto, diferentes mecanismos; tanto físicos como químicos. Por ejemplo, el KOH es capaz de formar carbonatos usando el carbono del material carbonoso que después se elimina por un simple lavado dejando huecos donde había carbono.

En un proceso térmico hay rompimiento de enlaces y reacomodo de otros, lo que da como resultado tres tipos de productos, gas y líquido que pueden tener pequeñas y grandes moléculas, principalmente compuestas de carbono e hidrógeno. Por otro lado, el residuo sólido está compuesto mayormente de C y llega a ser poroso y con una alta área superficial. Obviamente que un proceso posterior de activación física o química puede formar un mejor sistema poroso, ya que en casos especiales se forman mesoporos combinados con microporos en la estructura carbonosa.

Así, catalizadores especiales pueden actuar como agentes activadores e influir en las características del carbón activado (Olazar et al., 2008.). En este trabajo, el hule de llanta usada se piroliza a una temperatura relativamente baja usando una zeolita HZSM-5 combinada con alúmina, con el fin de obtener un carbón de buena calidad con una capacidad de adsorción cercana a los 100 mg/g, ya que en la literatura se considera que se tiene un buen adsorbente cuando presenta como mínimo dicho nivel de adsorción.

El hule de llantas usadas que se utilizó fue obtenido de una empresa foránea (Neo Habitat, S. A. de C. V.); dicha empresa tritura la llanta y separa los elementos que lo componen (hule, fibra textil y metal). Su producto principal es hule de llanta libre de metal y con diferentes tamaños de partícula, desde gránulos hasta polvo. También es importante mencionar que la muestra obtenida en dicha empresa es de un lote con una mezcla de diferentes tipos de llantas (marcas diferentes y tamaños). La muestra de hule utilizada para este proyecto tiene un tamaño de partícula promedio de 1,651 mm, a ésta se le practicó un análisis elemental para conocer su composición; estos resultados se muestran más adelante. El hule de llanta está constituido de una mezcla de polímeros (natural y sintético), el hule natural es poli-isopreno y el sintético es estireno-butadieno (Unapumnuk et al., 2006). El catalizador utilizado se preparó con zeolita ZSM-5 en su forma ácida, que fue aglutinada con alúmina en una relación HZSM-5 / γ -Al₂O₃ de 40/60.

Pirólisis y procesos posteriores

Se pesan 0.5 g de hule de llanta y se mezclan con el catalizador (HZSM-5/ γ -Al₂O₃) en diferentes cantidades porcentuales en relación con el peso de la muestra (2%, 5% y 10%). Posteriormente, la mezcla se coloca en un microrreactor de acero inoxidable, con dimensiones de 1 cm de diámetro interno y 15 cm de largo. Con la muestra ya en el microrreactor se hace una purga de N₂ (30 ml/min) durante 10 min antes de iniciar la etapa de pirólisis que se realiza a una temperatura de 450 °C. Se aplica una rampa de calentamiento de 15 °C/min, con tiempos de reacción de 30, 60 y 120 min. Para el caso del proceso de pirólisis térmica se utilizan las mismas condiciones de operación del proceso de pirólisis catalítica, excepto que no se mezcla con el catalizador y al término del proceso se obtiene el principal producto (carbón). Las muestras de carbón obtenidas fueron usadas en los experimentos de remoción de los colorantes (AM, Azul de metileno y AB25, Ácido azul 25).

Para la evaluación del desempeño de los carbones obtenidos se utilizó un método indirecto para la remoción de los colorantes Ácido azul 25 (AB25) y Azul de metileno (AM) (Li y Shuangxi, 2010). Una vez obtenidas las muestras de carbón, los lotes de éstas fueron usados en la remoción de los colorantes AB25 y AM. Para los estudios de adsorción se utilizó una solución acuosa de ambos colorantes a una concentración de 500 mg/L, por medio de

microrreactores intermitentes por duplicado con agitación constante (150 rpm), una relación masa/volumen de 2 g/L, temperatura de 30 °C y tiempo de 24 h. La concentración del colorante (AB25) se determinó con base en una curva de calibración previamente obtenida con un espectrofotómetro Hach-DR-5000 UV-Vis., con una longitud de onda de 600 nm. Para el caso del colorante (AM), con una longitud de onda de 661 nm.

El cálculo utilizado para obtener la cantidad adsorbida del colorante se representa en la ecuación (1):

$$q = \left(\frac{c_i - c_f}{m} \right) V \quad (1)$$

donde q es la cantidad adsorbida del colorante en mg/g, C_i es la concentración inicial del colorante, C_f es la concentración final del colorante, m es la masa del adsorbente (cantidad de carbón) y V es el volumen de la solución del colorante. Los resultados de la cantidad adsorbida de los carbones obtenidos se compararon con al menos un carbón comercial.

Para realizar la evaluación de los carbones se utilizó un diseño de experimentos de tipo factorial, específicamente 2³; es decir, 2 factores (tiempo de pirólisis y cantidad de catalizador) con 3 niveles cada uno (bajo, intermedio y alto) y 2 réplicas por experimento. Con el apoyo del software Statística 8.1 se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos, se desarrolló un modelo experimental basado en la metodología de superficie de respuesta (RSM). La variable de respuesta (cantidad adsorbida) y las variables de operación (tiempo de pirólisis: 30, 60 y 120 min y porcentajes en peso del catalizador: 2, 5 y 10) pueden ser ajustados con un modelo polinomial de segundo grado, que es descrito por la ecuación (2):

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 b_{ij} x_i x_j + e_{ij} \quad (2)$$

Esta ecuación polinomial se escogió como un modelo estándar para aproximar de una forma satisfactoria la curvatura de las superficies de respuesta que complementan este estudio. Donde i es el número de factores, j es el número de variables, y es la variable de respuesta, x_i y x_j son variables de opera-

ción, β_0 es una constante y β_i , β_{ii} , β_{ij} son coeficientes lineal, cuadrático y de interacción, respectivamente. En esta ecuación, ε_{ij} es el error relativo.

Para obtener el rendimiento del carbón en peso (g) se utilizó la siguiente ecuación adaptada de la literatura (Wei et al., 2006).

$$\% \text{ Rendimiento del carbón} = \frac{\text{Peso del carbón, g}}{\text{Peso del hule de llanta, g}} \times 100 \quad (3)$$

Caracterización del hule y carbón

El análisis elemental aplicado al hule de llanta así como a algunos carbones es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente su composición química. Es una técnica que está basada en la oxidación completa e instantánea de la muestra mediante una combustión con oxígeno puro a una temperatura aproximada de 1000 °C. Los diferentes productos de combustión CO₂, H₂O y N₂ son transportados mediante el gas portador (He) a través de un tubo de reducción y después selectivamente separados en columnas específicas para ser luego desorbidos térmicamente. Finalmente, los gases pasan de forma separada por un detector de conductividad térmica que suministra una señal proporcional a la concentración de cada uno de los componentes individuales de la mezcla (Yates et al., 2002). El equipo utilizado en un laboratorio externo es un analizador LECO CHNS-932, mediante el cual se determinó el contenido de C, H, N, S y O (este último elemento en un equipo LECO VTF-900).

Para realizar un análisis de espectroscopía IR al carbón obtenido se utilizó un espectrofotómetro marca Thermo Nicolet iS10, equipado con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR) y un espejo de germanio (Ge) con divisor de haz de Bromuro de potasio y 64 escaneos por muestra, dentro de un rango de lectura de 400 a 4000 cm⁻¹, con el fin de detectar la vibración molecular de los grupos funcionales presentes en el material. En relación con el área superficial específica, las muestras se analizaron a partir de isoterms con el método BET mediante un equipo Micromeritics modelo ASAP 2000. La morfología de muestras representativas de carbón fue analizada con un microscopio SEM JEOL JSM-7610F instalado en el CIMAV-Saltillo y aquellas fueron registradas en alto vacío con un voltaje de aceleración de 15 kV usando electrones secundarios.

RESULTADOS

Análisis elemental del hule de llanta, del carbón y la zeolita

El análisis elemental practicado al hule de llanta usada arrojó los siguientes datos como porcentajes en peso. C: 84.11, H: 9.34, O: 3.00, N: 0.97, S: 1.58. Un carbón típico obtenido en el proceso catalítico dio la siguiente composición elemental. C: 90.64, H: 1.02, O: 7.78, S: 0.55.

Por otro lado, la zeolita usada como fase catalítica resultó tener una composición $\text{Si}_{91}\text{Al}_5\text{H}_4\text{NaO}_{192}$ de acuerdo al análisis químico y propiedades texturales típicas como tamaño de partícula entre 5 y 8 μ . El catalizador final (zeolita aglutinada con alúmina) dio como resultado un material catalítico con una acidez de 0.65 mmol/g, determinada ésta por titulación potenciométrica.

Rendimientos del carbón

Los rendimientos promedio de los carbones obtenidos en los procesos térmico y catalítico son 50.3% y 38.3% en peso, respectivamente, lo que da significativamente menos rendimiento del sólido en el proceso catalítico.

Caracterización por espectroscopía IR del hule de llanta y de los carbones obtenidos

El espectro IR obtenido del hule de llanta usada se muestra en la Figura 1a, donde se pueden apreciar bandas que están en el rango de 2851-2920 cm^{-1} ,

que corresponden a la vibración del enlace C-H; otra banda aparece en la posición de 1463 cm^{-1} , que corresponde a la vibración de aleteo del grupo metileno (CH_2), una banda a 1376 cm^{-1} que representa al grupo funcional metil (CH_3) con estiramiento simétrico, en 1024 cm^{-1} , corresponde a la vibración de enlace del C-O y unas bandas pequeñas localizadas alrededor de 700-900 cm^{-1} , que corresponde a la vibración del enlace oxidado del azufre (S-O) de la vulcanización del hule.

En la Figura 1b se presentan sólo los espectros IR obtenidos de los carbones de los procesos de pirólisis (térmicos y catalítico) con tiempo de reacción de 30 min, ya que los tiempos de reacción de 60 y 120 min se comportan de manera muy similar. En el espectro IR del proceso térmico muestran 4 bandas características alrededor de 2851, 2920, 1420 y 879 cm^{-1} , respectivamente.

Evaluación de los carbones

Los resultados de adsorción de los colorantes (AM y AB25) en los carbones obtenidos de ambos procesos (térmico y catalítico) se muestran en las Figuras 2 (a y b). En la Figura 2a se puede observar que el carbón proveniente del proceso catalítico (5% en peso) con un tiempo de pirólisis de 60 min es el que removió una mayor cantidad del colorante AB25 con un valor $q = 125.7$ mg/g, mientras que el carbón del proceso térmico tiene una capacidad de adsorción de 80 mg/g.

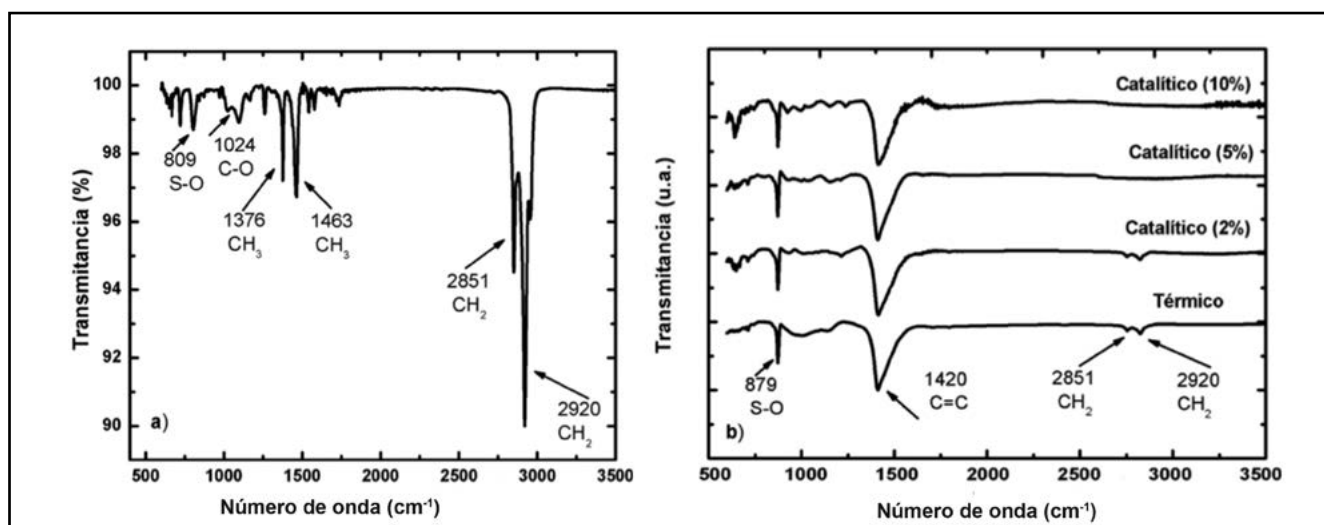


Figura 1. (a) Espectro IR del hule de llanta usada y (b) espectros IR de carbones obtenidos a 450 °C.

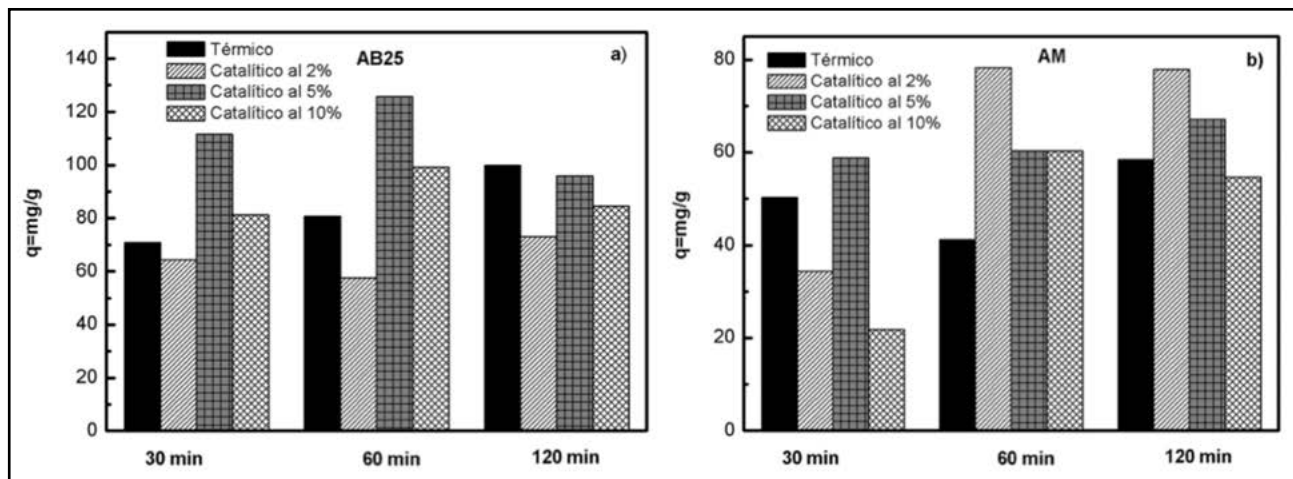


Figura 2. Remoción de los colorantes AB25 (a) y AM (b) para diferentes carbones.

En la Figura 2b se aprecia la remoción del colorante Azul de metileno (AM), en donde el carbón bajo el proceso de pirólisis catalítico (2% en peso) con un tiempo de reacción de 60 min presenta un valor $q = 78.3$ mg/g, mientras que el carbón del proceso térmico es más bajo ($q = 40$ mg/g). Algunos de los resultados de área superficial de los carbones obtenidos fueron como sigue: térmico (30 min) de 59.65 m²/gr, térmico (60 min) de 62.29 m²/g, catalítico (2% en peso a 30 min) de 109.86 m²/g y catalítico (5% en peso a 60 min) de 122.34 m²/g. En la Figura 3 se presenta una micrografía de una zona en el carbón obtenido con el fin de observar la textura de su superficie.

DISCUSIÓN

La composición elemental del residuo carbonoso está más cercana al coque proveniente de la pirólisis de carbón mineral (Labus et al., 2014). Además del efecto de la pirólisis térmica, el contacto del catalizador ácido parece que actuó como un activador químico como se demostrará más adelante y por ello al producto sólido obtenido se le denomina como un carbón cuya composición y estructura está entre un coque y un carbón activado.

Con respecto al tamaño de los poros en el catalizador, su distribución fue muy amplia, ya que los poros de la alúmina son tipo macro y los de la zeolita tipo micro, por ello no se puede dar un promedio real del tamaño de poro. El menor rendimiento del sólido en el proceso catalítico fue confirmado por un estudio *t*-Student, donde $t_c > t_i$. Esto demuestra que el catalizador está en contacto con el hule y actuando

directamente en la degradación de los polímeros (poli-isopreno y estireno-butadieno), debido a su fuerte acidez. Estos resultados son consistentes con los de otros investigadores (Olazar et al., 2008; Wei et al., 2006).

En primera instancia, para el espectro IR del proceso térmico, la banda alrededor de 2851 - 2920 cm⁻¹, que corresponden a la vibración del enlace C-H; mientras en el caso del espectro IR catalítico al 5% prácticamente estas bandas desaparecen. Esto se debe principalmente a que el catalizador ácido ha degradado la parte orgánica de la estructura de la cadena polimérica del hule de llanta (Unapumnuk et al., 2006), generando dos bandas principales (1420 y 879 cm⁻¹). La señal en 1420 cm⁻¹ corresponde a la

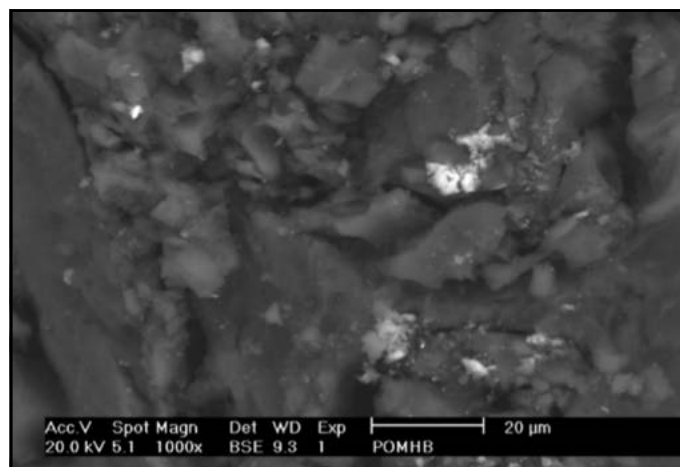


Figura 3. Micrografía SEM de un carbón obtenido bajo el proceso de pirólisis catalítica.

vibración del enlace C=C y alrededor de 879 cm^{-1} corresponde a los grupos oxidados del azufre (S-O).

De la capacidad de adsorción de los carbones se puede concluir de una manera preliminar que el proceso catalítico tiene un efecto significativo en la cantidad adsorbida del colorante AB25 con respecto al proceso térmico, debido a que el catalizador ácido ha influido en las características del carbón (Olazar et al., 2008), funciona como un agente activador químico para el carbón. Esto es congruente con los resultados obtenidos de los espectros IR mencionados anteriormente en la Figura 1b. Así como en el caso anterior, se confirma que el proceso catalítico da un mejor material adsorbente con respecto al térmico al comparar la cantidad adsorbida del colorante azul de metileno, AM.

Se hizo una comparación de la capacidad de los carbones obtenidos con un carbón comercial vegetal. Cabe señalar que los valores más sobresalientes son los del carbón obtenido catalíticamente al 5% con un tiempo de reacción de 60 min, una capacidad de adsorción del colorante AB25 de 125.7 mg/g , mientras que el carbón comercial presentó una $q = 98.76\text{ mg/g}$. En el caso de la remoción del colorante AM el carbón comercial vegetal tiene un 13.4 mg/g más de cantidad adsorbida que el carbón catalítico (2% en peso) que fue de 78.3 mg/g .

Los datos texturales de los carbones presentan un aumento significativo duplicando el área superficial para los casos catalíticos mencionados anteriormente, esto se debe a que el catalizador ha funcionado como agente químico en el carbón modificando sus características; estos resultados

son coherentes con los de la caracterización de espectroscopía IR y con la capacidad de adsorción de los colorantes (AM y AB25).

Se observó en los carbones obtenidos una adsorción mayor del colorante AB25 que del AM, debido a que la dimensión molecular del colorante Azul de metileno es de 0.84 nm , un poco menor al colorante AB25 pero mucho menor que el diámetro de poro de los carbones; por ejemplo, el carbón del proceso catalítico (5% en peso) presentó un radio promedio de poro de 7.07 nm . Por esto, las moléculas de ambos colorantes entran sin restricciones y quedan atrapadas dentro de los huecos del carbón. En este estudio se observó de una manera general que el colorante AB25 se adsorbe más en el carbón que el colorante AM, causado por el llamado "efecto esteárico", fenómeno que facilita o restringe la adsorción de una molécula por su configuración espacial.

La molécula del colorante AB25 se adsorbe más fácilmente en el carbón a través de su ion $\text{S-O}^{(-)}$ por intercambio iónico, mientras que el colorante AM se adsorbe menos ya que presenta un ion amonio que obstruye la adsorción de ésta sobre el carbón. En la Figura 4 se puede observar el efecto esteárico que se presenta en la adsorción de los colorantes sobre el carbón. En la misma figura se pueden observar las estructuras de las moléculas de los colorantes AB25 y AM.

Los datos obtenidos del diseño de experimentos se analizaron con el software Statistica 8.1 con el objetivo de obtener los valores de los coeficientes de regresión y el parámetro constante del

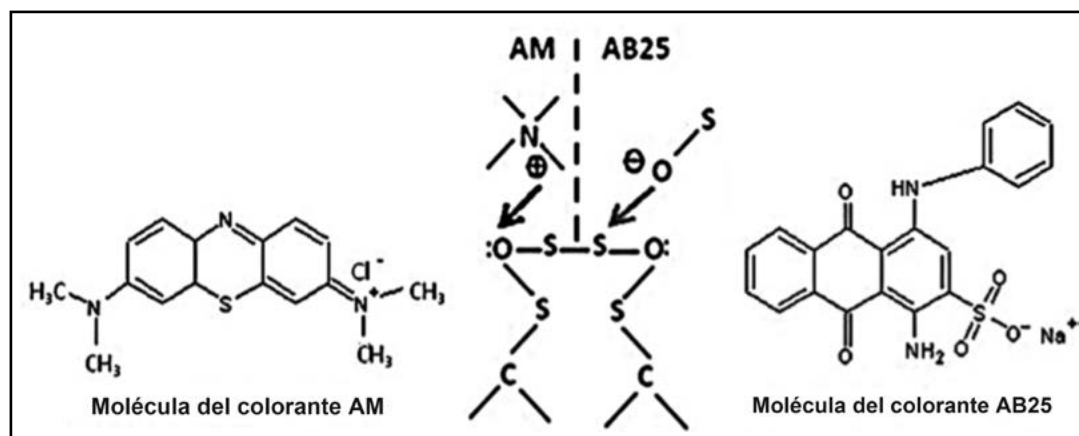


Figura 4. Posible efecto esteárico (centro de la figura) para las estructuras moleculares de los colorantes AM y AB25 al adsorberse sobre el carbón de hule.

polinomio cuadrático. Como resultado importante se obtuvieron las ecuaciones que pronostican los valores de la variable de respuesta y que es la cantidad adsorbida de los colorantes AB25 y AM, respectivamente.

$$y_1 = -22.5504 + 0.739105x_1 + 22.68483x_2 - 0.0317881x_1x_2 - 0.0002716x_1^2 - 0.9707 - 1.52122x_2^2 \quad (4)$$

$$y_2 = -7.78517 + 1.909145x_1 + 2.602765x_2 - 0.0085943x_1x_2 - 0.0103074x_1^2 - 0.8872 - 0.3535x_2^2 \quad (5)$$

donde x_1 es la variable de operación que representa el tiempo de pirólisis (30, 60 y 120 min) y x_2 es la variable de operación correspondiente a la cantidad de catalizador (2%, 5% y 10% en peso). En general, el ajuste a los modelos propuestos fue bueno, ya que se obtuvieron valores de R^2 cercanos a la unidad, lo que muestra que los valores obtenidos del diseño de experimentos con respecto a la cantidad adsorbida son aceptables.

CONCLUSIONES

Los procesos de pirólisis térmica y catalítica aplicados al hule de llanta dieron como resultado carbones de buena calidad de acuerdo a los análisis practicados y los resultados en las pruebas de adsorción. Los espectros IR obtenidos del carbón catalítico presentan dos bandas relevantes; la primera banda corresponde a los grupos oxidados del azufre (S-O) y la segunda banda corresponde a la vibración del enlace C=C, que pueden ser responsables de la remoción de los colorantes usados en este trabajo. Los carbones obtenidos bajo un proceso catalítico con 5% y 2% en peso de catalizador presentaron una mayor capacidad de remoción de ambos colorantes.

Por otro lado, al comparar la capacidad de adsorción de los carbones catalíticos con un carbón comercial vegetal se encontró que el carbón obtenido en el proceso catalítico (5% en peso) removió más colorante del AB25. El área superficial de un material adsorbente es muy importante para promover su capacidad de adsorción. De una manera especial la forma y tamaño de los espacios vacíos en la estructura de estos materiales pueden definir el tipo de moléculas y sobre todo qué tamaño de éstas pueden adsorberse. El diámetro del poro de los carbones obtenidos, identificados como carbones mesoporosos, es mucho mayor al diámetro cinético de las moléculas del colorante; lo que indica que no hay restricciones al acceso de la estructura interna del carbón de hule de llanta. De aquí se concluye que el material obtenido es capaz de remover moléculas orgánicas de gran tamaño.

No sólo la superficie de carbonos en este material es la responsable de la adsorción de moléculas orgánicas, el azufre asociado al oxígeno puede presentar cierta afinidad para la adsorción de los colorantes usados en este trabajo.

Con respecto a los diferentes valores de adsorción para los dos colorantes, el Azul de metileno presenta un efecto esteárico en su parte polar que impide un libre acceso a la superficie y específicamente a los sitios activos para la adsorción ubicados en la superficie del carbón. Esta es la razón principal de su menor adsorción al compararla con el colorante AB25, que no presenta impedimento alguno en el acceso de su parte polar hacia la superficie del carbón.

LITERATURA CITADA

- FERNÁNDEZ, R. et al. Characterization of the Powder Obtained from Wasted Tires Reduced by Pyrolysis and Thermal Shock Process. *J. Applied Research and Technology*, 6(2): 95-105, 2008.
- HASEGAWA, G. et al. Fabrication of Activated Carbons with Well-defined Macropores Derived from Sulfonated Poly(divinylbenzene) Networks. *Carbon*, 48, 1757-1766, 2010.
- JANG, J. W. et al. Discarded Tire Recycling Practices in the United States, Japan and Korea Resources. *Conservation and Recycling*, 22, 1-14, 1998.
- LABUS, K. et al. Granular KOH-activated Carbons from Coal-based Cokes and their CO₂ Adsorption Capacity. *Fuel*, 118, 9-15, 2014.
- LEE, J. S. y KIM, S. D. Gasification Kinetics of Waste Tire-char with CO₂ in a Thermo-balance Reactor. *Energy*, 21, 343-352, 1996.
- LEUNG, D. Y. C. et al. Pyrolysis of Tire Powder: Influence of Operation Variables on the Composition and Yields of Gaseous Product. *Fuel Processing Technology*, 79, 141-155, 2002.
- LI, L. y SHUANGXI, L. Application of Activated Carbon Derived from Scrap Tire for Adsorption of Rhodamine B. *Journal of Environmental Sciences*, 8, 1273-1280, 2010.
- OLAZAR, M. et al. Catalyst effect on the composition of tire pyrolysis products. *Energy & Fuels*, 22, 2909-2916, 2008.
- PAKDEL, H. et al. Production of DI-limonene by Vacuum Pyrolysis of Used Tires. *J. Analytical Applied Pyrolysis*, 57, 91-107, 2001.
- TROCA, C. et al. Development of Adsorbents from Used Tire Rubber: Their Use in the Adsorption of Organic and Inorganic Solutes in Aqueous Solution. *Fuel Processing Technology*, 92, 206-212, 2011.
- UNAPUMNUK, K. et al. Carbon Distribution from the Pyrolysis Tire-Derived Fuels. *Industrial Engineering Chemistry Research*, 45: 8757-8764, 2006.
- WEI, Q. et al. Pyrolysis of Waste Tire on ZSM-5 Zeolite with Enhanced Catalytic Activities. *Polymer Degradation and Stability*, 91, 2389-2395, 2006.
- WILLIAMS, P. T. y BRINDLE, A. J. Aromatic Chemicals from the Catalytic Pyrolysis of Scrap Tyres. *J. Analytical Applied Pyrolysis*, 67, 143-164, 2003.
- YATES, M. et al. (2002). *Técnicas de análisis y caracterización de materiales*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, 221 pp., 2002.
- ZABANIOTOU, A. A. y STAVROPOULOS, G. Pyrolysis of Used Automobile Tires and Residual Char Utilization. *J. Analytical Applied Pyrolysis*, 70, 711-722, 2003.

Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero

Uncertainty of evaluation periods masonry buildings INFONAVIT type at Chilpancingo, Guerrero

Hermenegildo Peralta Gálvez^{1*}, Sulpicio Sánchez Tizapa², Roberto Arroyo Matus²

Peralta Gálvez, H., Sánchez Tizapa, S., Arroyo Matus, R. Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 32-39, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

Un estudio acerca de los periodos fundamentales ha sido desarrollado en edificios de mampostería representativa ubicada en la tercera sección del barrio de INFONAVIT en Chilpancingo, Guerrero (México).

Con el fin de evaluar los periodos de vibración de estas estructuras se han aplicado métodos clásicos, modelos analíticos, así como registros acelerométricos in-situ, después se realizan comparaciones entre estos métodos. Además, se utilizó la información experimental de una vivienda de mampostería de dos pisos, construida y probada en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para realizar evaluaciones adicionales. Los resultados muestran que en el edificio de cinco pisos la relación entre el periodo fundamental para un método clásico y un analítico fue 54.38% y 50.56% para la relación entre un clásico y un método acelerométrico. En el caso de la vivienda de dos pisos la relación entre un método clásico y uno analítico fue de 63.37%.

Palabras clave: mampostería, periodos de vibrar, rigidez, módulo elástico, módulo de cortante, torsión.
Keywords: masonry, vibrate periods, stiffness, elastic modulus, shear modulus, torsion.

Recibido: 11 de septiembre de 2013, aceptado: 25 de julio de 2014

¹ Maestría en Ingeniería Sísmica, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero.

² Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero.

* Autor para correspondencia: inghermes@live.com.mx

ABSTRACT

The representative masonry buildings evaluated are located at the 3rd section of the INFONAVIT neighborhood in Chilpancingo, Guerrero (Mexico).

In order to evaluate the periods of vibration of these structures, classical methods and analytical models, as well as in-situ accelerometric records on buildings were applied, and then compared to find out variations among these methods. In addition, experimental and accelerometric instrumentation for a two story masonry dwelling, built and tested at the National Center for Disaster Prevention (CENAPRED), were used to perform additional assessments. In this way, for a five storied building, the ratio between the fundamental period for a classical and an analytical method was 54.38%; and 50.56% for a ratio between a classical and an accelerometric method. In the case of a two storied masonry building, a ratio between a classical and an analytical method was 63.37%.

INTRODUCCIÓN

El periodo fundamental de vibrar de un edificio es un parámetro clave para el diseño sísmico de una estructura; en el caso de construcciones existentes es un valor que puede ayudar a determinar las condiciones actuales de seguridad estructural. Generalmente los códigos de construcción proporcionan fórmulas empíricas para estimar el periodo fundamental, dichas expresiones se basan en registros de edificios durante el movimiento del suelo obtenidos en modelos elaborados con elementos finitos (Barghi y Azadbakht, 2009).

En la mayoría de los proyectos de diseño las fórmulas empíricas se utilizan para iniciar el proceso donde el periodo se expresa generalmente como una función de la altura del edificio (Kwon y Soo, 2009). En el caso de México, la expresión para determinar dicho valor es (Carbajal, 2005): $P=0.1N$, donde P = Período fundamental de vibración y N = Número de niveles. Durante la vida útil de las construcciones, los periodos de vibración tienen un cambio importante que define la posibilidad de reforzamiento (Ramírez y Guerrero, 2000).

En esta investigación se utilizan los métodos clásicos; el modelo numérico desarrollado con método de elemento finito (MEF) y el registro de vibración ambiental para evaluar periodos fundamentales de vibrar de dos edificios típicos ubicado en la unidad habitacional de INFONAVIT en Chilpancingo, Guerrero (Figura 1). Un total de 705 edificios similares existen en la unidad habitacional "El Coloso" de Acapulco. La cimentación de los edificios se integra por zapatas corridas y contratrabes de concreto reforzado, los muros son de mampostería reforzada con block hueco de $19 \times 19 \times 39$ cm, refuerzo interior vertical de varillas del #4 y losas prefabricadas de concreto de 10 cm de espesor (Figura 2).

De acuerdo a la información proporcionada por los propietarios, los edificios fueron construidos aproximadamente hace 30 años, con una versión del reglamento de construcciones que no era tan exigente como la actual. Los inmuebles estudiados en campo son los edificios No. 5 y No. 15 ubicados en las coordenadas geográficas $17^{\circ}31'50.70''$ N- $99^{\circ}29'22.96''$ O y $17^{\circ}31'49.00''$ N- $99^{\circ}29'20.67''$ O,



Figura 1. Localización de edificios en estudio. Unidad habitacional INFONAVIT, Chilpancingo, Gro.

respectivamente. El primer edificio presenta grietas en los muros, humedad en losas y un desplome de 5.89 cm en la dirección NO del edificio; el segundo no tiene problemas estructurales visibles. Las dimensiones en planta son 8.90×18.80 m con 2.50 m de altura de cada entrepiso y una altura total de 12.50 m. Ambas estructuras presentan las siguientes características: relación lado mayor a lado menor igual a 2.11 y relación altura a lado corto igual a 1.40 (Figura 3). A partir del modelo arquitectónico original se elaboró otro donde se eliminaron los entrantes y salientes para revisar la variación de los periodos (Figura 4).

Por otro lado, la vivienda de dos niveles, construida y ensayada por el CENAPRED (Sánchez et al., 1996) presenta las siguientes características: relación lado mayor a lado menor igual a 2.0 y relación altura a lado corto igual a 2.0, construida con muros de mampostería. También se tienen registrados los periodos de vibrar con los métodos vibración ambiental y modelos numéricos (Figura 5).



Figura 2. Fachada de edificios en estudio, a) Chilpancingo; b) Acapulco, Gro.

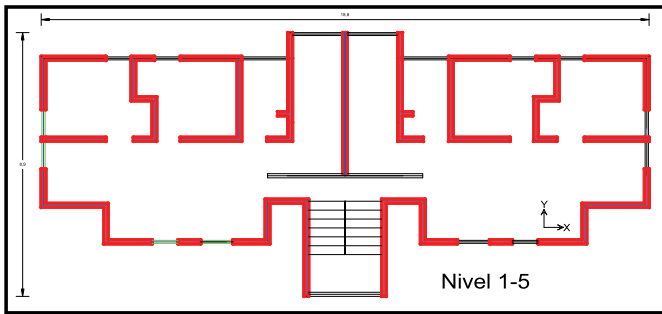


Figura 3. Plano arquitectónico del edificio en estudio.

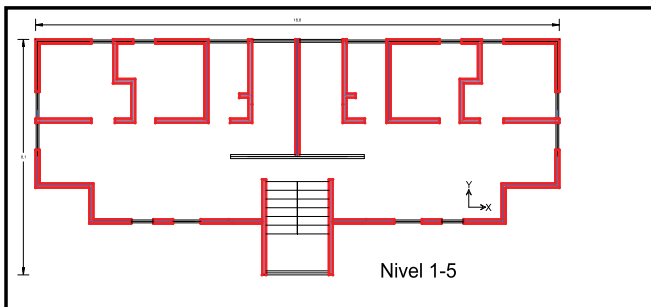


Figura 4. Plano arquitectónico modificado sin entrantes ni salientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Existen varias formas de evaluar los periodos de vibrar, en esta investigación se utilizan algunas que van desde la más simple como los marcos planos hasta los modelos tridimensionales de elemento finito.

1) Métodos clásicos

Método simplificado de análisis. Este método está descrito en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (GDF, 2004). La rigidez elástica de los muros se obtuvo con las expresiones de la teoría de la elasticidad [1] que involucra tanto el componente de flexión como el de cortante, donde el valor de $\beta=0$ y $k=1.2$ (Pérez, 2012):

$$K_m = \left(\frac{(4-3\beta) H^3}{12EI} + \frac{kH}{GA} \right)^{-1} \quad [1]$$

donde β es el parámetro que define la condición de frontera del muro (empotramiento en la base, para este caso $\beta=0$); k el factor de forma de cortante; H la altura del espécimen en m; E corresponde al módulo de elasticidad del material que constituye al espécimen en t/m^2 ; I el momento de inercia con respecto al eje centroidal de la sección transversal en la dirección de la deformación en m^4 ; G_m

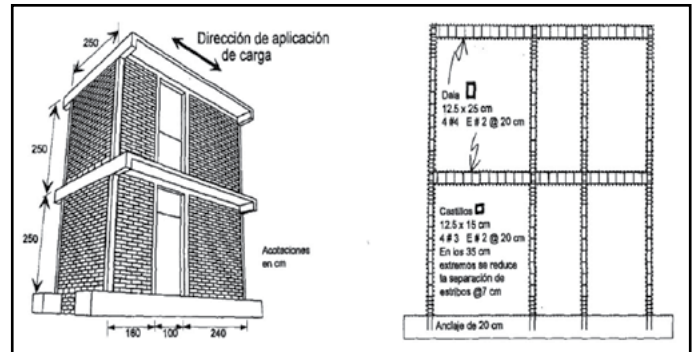


Figura 5. Fachada y alzado de vivienda estudiada (CENAPRED).

corresponde al módulo de rigidez al corte en t/m^2 ; A representa el área de cortante en m^2 , y K_m la rigidez elástica de los muros en t/m . Los valores de E_m y G_m se obtuvieron de la siguiente manera: $E_m = 800f_m^*$, donde $f_m^* = 537.50 t/m^2$ y $G_m = 0.40 E_m$; por tanto, $E_m = 430,000 t/m^2$ y $G_m = 172,000 t/m^2$. Una vez determinada la rigidez elástica se ensambla la matriz de rigidez y masa para posteriormente resolver la ecuación característica del sistema y obtener las frecuencias circulares. Los periodos fundamentales de vibrar de los inmuebles se evalúan con la expresión [2]:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad [2]$$

donde T es el periodo fundamental de vibrar en segundos, ω la frecuencia circular en rad/seg.

Método estático. Este método se basa fundamentalmente en la forma modal asociada al primer modo de vibración de una estructura. Las fuerzas sísmicas se calculan sin el coeficiente sísmico c , ya que no tiene efecto en el cálculo del periodo fundamental. La expresión [3] se utilizó para evaluar los periodos (NTCDF, 2004):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i x_i^2}{g^* \sum F_i x_i}} \quad [3]$$

donde T es el periodo fundamental de vibración; W_i el peso de la i -ésima masa sobre el desplante; F_i la fuerza lateral que actúa en el i -ésimo nivel; x_i es el desplazamiento del nivel i , relativo a la base de la estructura, en la dirección de la fuerza, y g representa la aceleración de la gravedad.

2) Modelo numérico

Se utilizó el software SAP2000 no-lineal para elaborar los modelos refinados de los inmuebles mediante MEF. Para los edificios de INFONAVIT se hizo un

modelo completo del edificio (Figura 6) y después se eliminaron los salientes o entrantes para verificar el efecto de torsión generado y comparar sus efectos (Figura 7). Se emplearon elementos tipo cascarón grueso (*shell-thick*) para modelar muros y losas con dimensiones de 45 x 45 cm, generando 7,435 elementos tipo *shell* con 34,905 y 15,968 grados de libertad de la rigidez y masa de la estructura, respectivamente; el efecto de la torsión debido a la excentricidad se obtuvo de manera automática.

3) Registro de vibración ambiental

Según la instrumentación acelerográfica para obtener los periodos fundamentales de vibración, en los edificios No. 5 y No. 15 de la unidad habitacional de INFONAVIT tercera etapa se utilizó una grabadora K2 de Kinematics y un sensor acelerográfico triaxial. Las pruebas consistieron en colocar y orientar los ejes del sensor en los centros geométricos y esquinas de azotea respecto a los ejes del edificio; también se tomó un registro acelerográfico en el suelo. De éstos se obtuvieron los espectros de amplitudes de Fourier, y mediante la función de transferencia (Peralta, 2013) se evaluaron los periodos fundamentales de vibrar de los edificios. La Figura 8 muestra el registro de vibración ambiental de un inmueble.

RESULTADOS

Las siguientes tablas presentan los periodos de vibrar de los inmuebles obtenidos con diferentes métodos. Para el edificio sin daños los métodos clásicos presentan valores similares entre ellos. La torsión predomina en el primer modo de vibrar para el modelo numérico debido a la geometría de la estructura, mientras que en el registro de vibración ambiental predomina el lado corto; también se presentan los valores de los periodos y su normalización respecto al método estático (Figura 9).

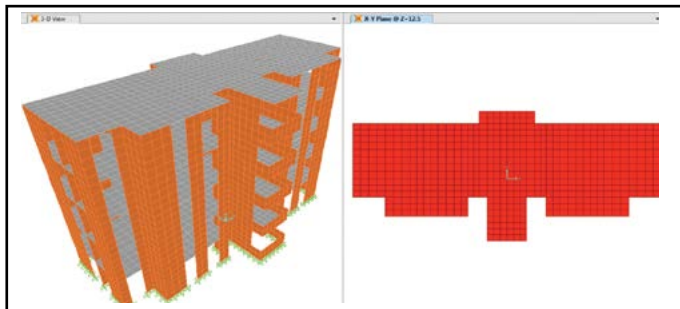


Figura 6. Modelo numérico de los edificios de INFONAVIT.

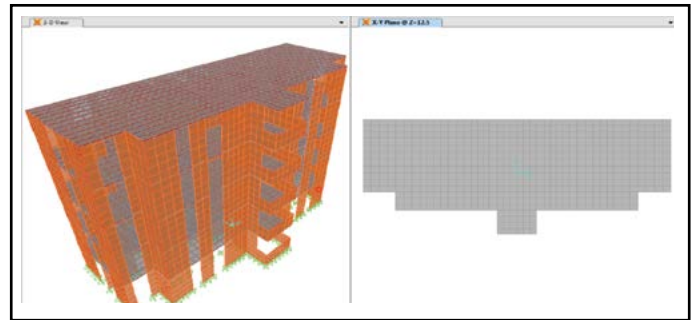


Figura 7. Modelo numérico modificado de los edificios de INFONAVIT.

En los registros de vibración ambiental, el edificio No. 5 con daños registra altos valores con respecto al inmueble No. 15 sin daños; en la dirección corta los valores varían de 0.569 a 0.640 segundos, lo que representa un incremento de 11.09%. En la dirección longitudinal hay una variación de 0.427 a 0.569 segundos con 24.96% de incremento, como se puede ver en la Tabla 2 y en la Figura 10.



Figura 8. Obtención de registros acelerográficos de la unidad habitacional INFONAVIT.

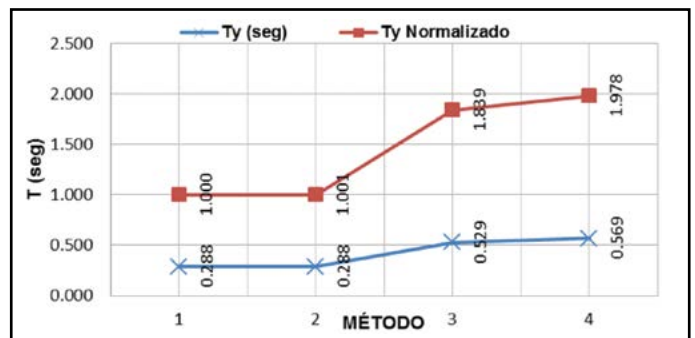


Figura 9. Comparación de periodos en dirección Y y normalización respecto al método estático en edificio sin daños.

Tabla 1. Períodos de vibrar del edificio No. 15 de la unidad habitacional INFONAVIT sin daños

Dirección	Método				
	1 ESTÁTICO (T, seg)	2 SIMPLIFICADO (T, seg)	3 SAP2000 (T, seg)	4 VIBRACIÓN AMBIENTAL (T, seg)	
X (LARGO)	0.153	0.153	0.491	0.427	CENTRO-AZOTEA
Y (CORTO)	0.288	0.288	0.529	0.569	CENTRO-AZOTEA
TORSIÓN	-	-	0.563	0.513	ESQUINA-AZOTEA

Tabla 2. Períodos de vibrar del edificio No. 5 (con daño) y No. 15 (sin daño)

Método de vibración ambiental		
DIRECCIÓN	EDIFICIO DAÑADO, T (seg)	EDIFICIO SANO, T (seg)
X (LARGO)	0.569	0.427
Y (CORTO)	0.640	0.569
TORSIÓN	0.513	0.513

Como la planta arquitectónica del edificio estudiado tiene salientes y entrantes, predomina el efecto de torsión en el primer modo de vibrar del modelo numérico, como se puede ver en la Tabla 1. Para evaluar este efecto se analizó una estructura donde se eliminaron los salientes y entrantes. En este modelo los resultados muestran que el primer modo con efecto de torsión pasa a ser el segundo modo; los métodos clásicos mantienen la misma tendencia, ya que no evalúan el efecto de torsión, como se puede ver en la Tabla 3 y en la Figura 11.

Tabla 3. Períodos de vibrar del edificio No. 15 sin salientes

Dirección	Método		
	1 ESTÁTICO (T, seg)	2 SIMPLIFICADO (T, seg)	3 SAP2000 (T, seg)
X (LARGO)	0.151	0.151	0.494
Y (CORTO)	0.301	0.301	0.590
TORSIÓN	-	-	0.566

Con el objeto de obtener los valores registrados con vibración ambiental, en el modelo numérico del edificio de INFONAVIT No. 15 sin daños se varió la rigidez para alcanzar un valor de $T = 0.569$ segundos

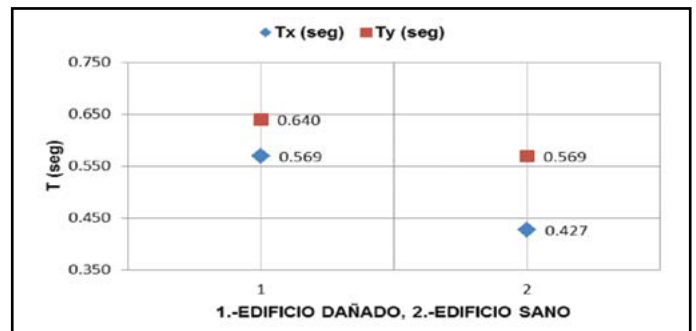


Figura 10. Comparación de períodos del edificio dañado y sin daño según el método de vibración ambiental.

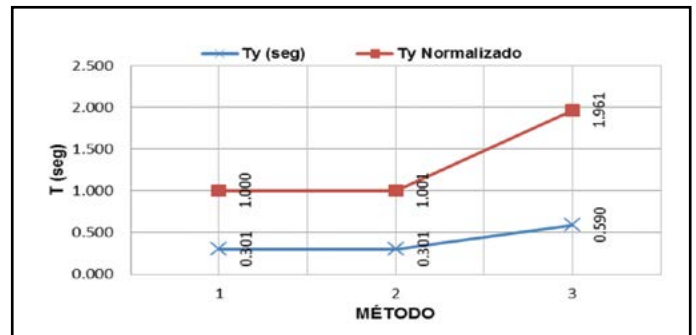


Figura 11. Comparación de períodos en dirección Y, y normalización respecto al método estático, en edificio No. 15 sin salientes.

despreciando el efecto de la torsión, para esto se usó como variable el módulo elástico de los muros de mampostería, $E_m = 156,780 \text{ t/m}^2$, este valor representa 36.46% del original, la Tabla 4 presenta los valores obtenidos para cada método aplicado en este modelo modificado.

En el caso de la vivienda de mampostería ensayada por el CENAPRED, los métodos clásicos y el de vibración ambiental arrojaron períodos de vibrar similares, mientras que el método numérico varía ligeramente, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 4. Periodos de vibrar del edificio No. 15 con degradación de rigidez

Dirección	Método			
	1 ESTÁTICO (T, seg)	2 SIMPLIFICADO (T, seg)	3 SAP2000 (T, seg)	4 VIBRACIÓN AMBIENTAL (T, seg)
X (LARGO)	0.162	0.162	0.526	0.427
Y (CORTO)	0.306	0.306	0.568	0.569

Tabla 5. Periodos de vibrar de la vivienda ensayada por el CENAPRED

Dirección	Método			
	1 ESTÁTICO (T, seg)	2 SIMPLIFICADO (T, seg)	3 SAP2000 (T, seg)	4 VIBRACIÓN AMBIENTAL (T, seg)
X (LARGO)	0.065	0.065	0.090	0.065
Y (CORTO)	0.074	0.074	0.117	0.077
TORSIÓN	-	-	0.065	0.043

DISCUSIÓN

Al normalizar los periodos (Figura 9) se aprecia que los dos métodos clásicos tienen el mismo resultado y que los métodos de modelo numérico y de vibración ambiental presentan una relación de 1.839 y 1.978, respectivamente, respecto a los clásicos. Como se observa, los métodos clásicos se aplican generalmente para marcos planos y no consideran la influencia de los marcos ortogonales como lo aplican los métodos numéricos y de vibración ambiental.

El inmueble No. 5 con daños en la estructura tiene un periodo fundamental de vibrar de $T=0.640$ segundos en la dirección corta del edificio según los registros de vibración ambiental, el cual representa el 11.09% de aumento respecto al periodo de vibrar del edificio sin daños. El correspondiente al edificio dañado es elevado debido a la degradación del material, antigüedad y vicios constructivos que tiene la estructura. En un estudio previo (UAI-UAGro, 2010) se determinó que los muros de mampostería con block hueco sin mortero en los huecos de las piezas del block con refuerzo vertical llegan hasta el 50%, por ello los muros tienen una menor rigidez lateral e incrementa el periodo.

Por otro lado, al eliminar los salientes y entrantes del edificio No. 15 sin daños, el efecto de la torsión, que en el modelo original se presentaba en el primer modo, pasó al segundo modo de vibrar. Lo anterior indica la gran influencia de salientes o entrantes en el comportamiento de la estructura, lo cual debe considerarse para una estrategia de reforzamiento, rehabilitación o diseño de edificios.

Para simular la degradación de rigidez a partir del periodo fundamental de vibrar del inmueble No. 15 ($T=0.569$ segundos), en el sentido corto del edificio, se redujo el módulo elástico de la mampostería a un valor $E_m = 156,780 \text{ t/m}^2$ en todos los métodos. A pesar de alcanzar el mismo valor del periodo con los métodos clásicos, existe una enorme discrepancia con respecto al método de vibración ambiental y al modelo numérico.

Para la vivienda ensayada por el CENAPRED se aplicó el mismo procedimiento que para los edificios de INFONAVIT, excepto el de registro de vibración ambiental; los periodos evaluados con los distintos criterios son similares, a excepción del modelo numérico (Tabla 5), que en el sentido corto de la vivienda arrojó un periodo de $T=0.117$ segundos, 63.25% de diferencia con respecto a los otros métodos.

La variación en la evaluación del periodo fundamental puede generar situaciones de riesgo en el proceso de diseño. Por ejemplo, al considerar un espectro sísmico de suelo tipo IIIa para el Distrito Federal (Figura 12), donde para los periodos evaluados del edificio tipo de INFONAVIT sin daños en la dirección corta (Y) puede existir una variación importante en el cortante basal.

De acuerdo a la gráfica mencionada, si los edificios se diseñaran para la ciudad de México con un factor de comportamiento sísmico $Q=1$, se obtendrían los coeficientes sísmicos de 0.26 y 0.40 con los métodos clásicos y numérico, respectivamente, lo que implica 53.85% de diferencia. Esto implicaría que las fuerzas sísmicas de diseño evaluadas para cada método tuvieran una discrepancia considerable.

CONCLUSIONES

Se evaluaron los periodos fundamentales de vibrar de cuatro estructuras aplicando varios métodos. En los dos inmuebles tipo INFONAVIT estudiados, los métodos clásicos registran periodos similares entre sí; lo mismo sucede con los periodos de vibración ambiental y con el método numérico. Para estos últimos se tienen periodos altos y con efecto de torsión en el primer modo de vibración y una enorme variación respecto a los métodos clásicos. Con la idea de evaluar la influencia de entrantes y salientes se modificó el modelo arquitectónico original, del cual se logró que el efecto de torsión pasara a un segundo periodo de vibrar. Para la vivienda estudiada por el CENAPRED, los resultados de los métodos no presentaron mucha variación.

Considerando la tipología y altura de edificios, se concluye que en edificios altos y con plantas irregulares los métodos clásicos no son confiables; para estos edificios el MEF presenta una mayor aproximación. Viceversa, los métodos clásicos tienen una aproximación adecuada en edificios de baja altura y planta regular donde el MEF no proporciona valores adecuados.

La gran variación de resultados entre los distintos métodos para edificios se debe a las hipótesis básicas sobre las cuales se desarrollan. Los métodos clásicos son aplicables a marcos planos, en cuyos parámetros no se considera la modificación

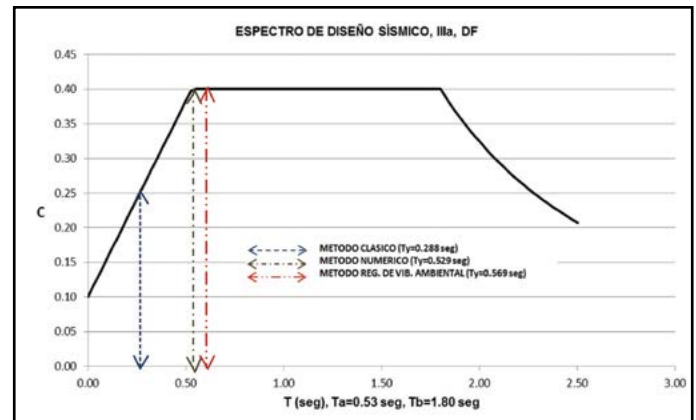


Figura 12. Espectro de diseño sísmico para suelo tipo IIIa, D. F.

de los desplazamientos y fuerzas debido al efecto de torsión; caso contrario para el MEF y vibración ambiental, que son métodos refinados para marcos tridimensionales y estructuras complejas. Por esta razón, los periodos de los métodos clásicos son bajos con respecto a los últimos mencionados.

Otra utilidad del periodo es que está relacionado con el nivel de daño existente, esto explica la diferencia entre valores de los edificios 5 y 15. Así, esta herramienta puede utilizarse para evaluar construcciones semejantes, por ejemplo en la unidad habitacional El Coloso, ubicada en Acapulco, Gro. (Zona sísmica D); los resultados pueden ayudar para tomar decisiones respecto al refuerzo de construcciones.

La elección de la forma para evaluar los periodos fundamentales debe considerar las características de la estructura y la dificultad para desarrollar el modelo. Mientras que en los modelos clásicos no se requiere mucho trabajo, el MEF requiere una gran cantidad de tiempo para elaborar el modelo por la dificultad de la malla en muros y losas, al considerar que deben coincidir los nodos de estos elementos.

Una opción intermedia es utilizar el modelo de columna ancha (Carrillo, 2009) en estructuras tridimensionales para reducir el trabajo de modelación y garantizar valores más aproximados de los periodos. Con esta propuesta se disminuye la incertidumbre de evaluar el coeficiente sísmico para obtener las fuerzas cortantes de diseño.

LITERATURA CITADA

- BARGHI, M. y AZADBAKHT, M. *Evaluating the Effect of Masonry Infills on Natural Period of Buildings with Moment-resisting Frame*. Tehran, Iran: Wiley Online Library, pp. 649-650, 2009.
- CARBAJAL, L. E. *Variación de las propiedades dinámicas de un edificio de concreto reforzado*. Tesis de Licenciatura. Guerrero, México: Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ingeniería, pp. 6-8, 2005.
- CARRILLO, W. J. Estimación de los periodos naturales de vibración de viviendas de baja altura con muros de concreto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 19(1). Universidad Militar Nueva Granada, pp. 41. Colombia, 2009.
- COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO. *Reporte interno de la evaluación estructural de edificios de la Unidad Habitacional de INFONAVIT en Chilpancingo, Gro.* Guerrero, México: Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ingeniería, 2010.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL (GDF). Normas técnicas complementarias para diseño por sismo. *Gaceta Oficial del Distrito Federal, Decimacuarta época*(Tomo II): 55-77, 2004.
- KWON, O. S. y SOO, K. E. *Evaluation of building period formulas for seismic design*. Rolla, Missouri, USA: Wiley Online Library, pp. 1569-1572, 2009.
- PÉRALTA, H. *Determinación de periodos de vibrar de edificios de la Unidad Habitacional de INFONAVIT en Chilpancingo, Gro.* Reporte interno de la Coordinación de Investigación y Estudios de Posgrado. Guerrero, México: Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ingeniería, 2013.
- PÉREZ, J. J. *Guía de análisis de estructuras de mampostería*. México, D. F., México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A. C., pp. 20-35, 2012.
- RAMÍREZ, M. y GUERRERO, J. J. Cambio en los periodos naturales de vibración de una estructura de mampostería reforzada de 5 niveles. *XII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*. León, Guanajuato, México, 2000.
- SÁNCHEZ, T. et al. *Estudio experimental sobre una estructura de mampostería confinada tridimensional, construida a escala natural y sujeta a cargas laterales*. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), pp. 914-915, 1996.
- SAP2000 NO-LINEAL VERSIÓN 15.0. Para diseño y análisis estructural.

Los orígenes del sistema de huertas en Aguascalientes. Un análisis a partir del título de composición de 1644

The origins of the system of orchards in Aguascalientes. An analysis from the title of composition 1644

Jesús Gómez Serrano^{1*}

Gómez Serrano, J. Los orígenes del sistema de huertas en Aguascalientes. Un análisis a partir del título de composición de 1644. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 40-57, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

El presente artículo estudia los orígenes y el desarrollo del sistema de huertas en la villa de Aguascalientes en el siglo XVII. A partir de la cédula de fundación de la villa, los autos dictados por el oidor Gaspar de la Fuente en 1609 y sobre todo el título de composición sobre el agua del manantial del Ojocaliente que se ajustó en 1644 con el oidor Cristóbal de Torres, se proponen algunas ideas sobre la formación de las primeras huertas. Se estudia también la formación del barrio de Triana, característico por sus huertas, y las disputas que tuvo con la villa por el control del agua. A fines del siglo XVII, las huertas ya eran una característica esencial del lugar y un importante medio de vida de sus habitantes. El artículo se inscribe en la línea de investigación recientemente abierta por Sánchez Rodríguez, Ribera Carbó y otros estudiosos, que proponen el estudio y revaloración de los huertos urbanos, no sólo ni principalmente porque daban “un toque de color” a las villas y ciudades novohispanas, sino porque explican una variable fundamental del abasto urbano de alimentos.

Palabras clave: Aguascalientes, huertas, agua, barrios, infraestructura urbana, gestión pública, siglo XVII.

Keywords: Aguascalientes, orchards, water, neighborhoods, urban infrastructure, public management, XVII century.

Recibido: 14 de mayo de 2014, aceptado: 15 de agosto de 2014

¹ Departamento de Historia, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: jgomez@correo.uaa.mx

ABSTRACT

This article examines the origins and development of the system in the villa gardens of Aguascalientes during the seventeenth century. From the charter of foundation of the town, the orders of the hearer Gaspar de la Fuente in 1609, and especially the title composition on the Ojocaliente spring water, which was adjusted in 1644 with the Judge Cristobal de Torres, some ideas on the formation of early orchards are proposed. The formation of the Triana neighborhood, which is characteristic for its orchards, and the disputes it had with the villa for the water control is also studied. In the late seventeenth century, the gardens were already an essential feature of the place and an important way of life of its inhabitants. This article is part of the newly opened line by Sanchez Rodriguez, Ribera Carbo and other scholars who proposed the study and reevaluation of urban gardens investigation, not principally because they gave “a touch of color” to the towns and cities of the New Spain but because they explain a fundamental variable of urban food supply.

INTRODUCCIÓN

Gracias a las huertas y a los manantiales del Ojocaliente, que las mantuvieron con vida desde principios del siglo XVII hasta mediados del XX, Aguascalientes ha sido evocada como “la ciudad de las flores, de los frutos y las aguas” (Fernández Ledesma, 1976: 230-233); como una urbe pequeña y ensimismada cuyas huertas la estrechaban “con cinturón de esmeralda” y le rodeaban “el talle como una caricia” (Correa, 1937: 127). El propósito de este

trabajo es dilucidar los orígenes de las huertas y su evolución a lo largo del siglo XVII. Como podrá verse, el tema tiene muchas derivaciones: la disputa por los manantiales, la construcción de una red de acequias para la distribución de agua, la formación de barrios y la introducción de cultivos de alto valor comercial. En términos de una caracterización reciente, el cultivo de huertas ha sido "decisivo" en el desarrollo de la ciudad y su influencia se ha dejado sentir "en las finanzas municipales", la legislación local, la organización del espacio, el crecimiento físico de la urbe y, por supuesto, en "la infraestructura hidráulica y los usos del agua" (Delgado Aguilar, 2011: 182).

Este trabajo propone una aproximación al primer capítulo de esa historia, el más antiguo y menos conocido. Se inscribe en la línea de investigación recientemente abierta por Sánchez Rodríguez (2002: 77; 2012: 219; 2013: 117-118) y otros investigadores (Ribera Carbó, 2002: 118-121), que proponen el estudio y revaloración de los huertos urbanos, no sólo ni principalmente porque daban "un toque de color" a las villas y ciudades novohispanas (Super, 1983: 30), sino porque explican una variable fundamental del abasto urbano de alimentos.

Fundación y primer desarrollo de la villa

La cédula de fundación de la villa de Aguascalientes, fechada en Guadalajara el 22 de octubre de 1575, no se ocupa de fomentar los cultivos o de asignar prioridades en el reparto de las aguas, pero contiene un par de observaciones que son útiles a nuestro propósito. En primer lugar, la facultad que da al concejo o cabildo para repartir entre los vecinos "tierras y solares, estancias y huertas", y en seguida la alusión al "asiento y traza" de la villa y el reparto que supuestamente se hizo entre 12 vecinos de "ciertos solares de casas y suertes de huerta, estancias y caballerías de tierra" (González, 1881: 19-23). Otro asunto importante que no se aclara

en la cédula, pero que conocemos gracias a las diligencias hechas por el oidor Cristóbal de Torres en 1644, es el de la propiedad original de las tierras y aguas utilizadas para la nueva fundación. No eran, por cierto, bienes realengos, como habitualmente se supone, sino que tenían dueño, como se lee claramente en el siguiente pasaje: "la dicha agua que tenía su vecindad y servidumbre, y a título de que se había fundado dicha villa, y dádoseles por el Sr. D. Gerónimo de Orozco [...] quitándola para dicho efecto a Juan de Ávalos, cuyas eran dichas tierras y aguas, para el repartimiento de dicha vecindad".² Los dueños de las tierras del Ojocaliente, donde nacía el ojo de agua, siempre reconocieron una servidumbre a favor de la villa por el manantial y el arroyo o acequia que la conducía.

La villa de Aguascalientes tuvo durante sus primeros decenios una existencia muy precaria. Las incursiones de los chichimecas, las epidemias de viruela y tal vez el propio desinterés de sus fundadores y primeros habitantes, que tenían su principal centro de operaciones de la vecina villa de Lagos, la tuvieron varias veces al borde de la extinción. En 1601 el lugar fue visitado por el obispo De la Mota, quien contó apenas "doce vecinos españoles" que tenían "casas de adobes y no con orden". La villa era "la más pobre y humilde población de todo este reino", pero sus manantiales formaban "un arroyuelo perpetuo" que corría "junto a las casas" y abastecía con holgura a los vecinos; el agua manaba caliente, pero no tenía sabor a azufre "y así, en enfriándose, es muy dulce y sana". De las huertas no hace ninguna mención, seguramente porque todavía no existían (De la Mota y Escobar, 1966: 58).

A pesar de su inopia, De la Mota tomó la decisión de convertir la villa en cabecera de una nueva parroquia, lo que destrabó el desarrollo económico y social de la región. Por esos mismos años fue erigida la alcaldía mayor de Aguascalientes, desprendiendo su territorio de la de Lagos, de donde había dependido hasta entonces. Estos hechos fueron importantes desde el punto de vista del estatus del lugar y la determinación de su ser político (Gerhard, 1996: 85; Gómez Serrano, 2001: 88-97).

En octubre de 1609 el oidor Gaspar de la Fuente visitó la villa, ya convertida en cabecera de curato y alcaldía mayor, y denunció con acritud los abusos de los estancieros y la completa falta de orden y traza del lugar. Las pocas casas y construcciones que había estaban dispersas, se carecía de una plaza

² *Documento Paullada*, foja 23. Se trata de un expediente que contiene diversos testimonios relacionados con los derechos que tenía la villa a las aguas de los manantiales del Ojocaliente. Los testimonios fueron reunidos en 1831 por el gobierno del estado de Zacatecas, con el propósito de responder a una petición del ayuntamiento de Aguascalientes. La copia que revisé tiene 187 páginas foliadas, pero es evidente que está incompleta. Hacia 1950, cuando Chevalier (1976: notas 92, 101 y 103 al capítulo VI, pp. 460-461) reunía la información con que escribió su libro, había varias copias de este expediente en el Archivo Municipal de Zacatecas, que desgraciadamente no se sabe a dónde fueron a parar. El Lic. Fernando Paullada me obsequió una copia autenticada por notario, razón por la que en lo sucesivo lo referiré como *Documento Paullada*. Thomas Hillerkuss (1994: 210-211), apoyado en documentos del Archivo General de Indias, sostiene que el dueño de estas tierras no era Juan de Ávalos, sino Alonso Saavedra, el Viejo.

central, no se habían asignado los solares en los que debían edificarse la parroquia y la casa municipal, los vecinos no parecían tener sentido de comunidad y el cabildo no atendía en debida forma sus obligaciones. Como resultado de su visita, de la Fuente dictó un auto relacionado con la traza, población y aumento de la villa, que bien leído constituye una verdadera acta de refundación del lugar. Entre otras cosas, dispuso "que de aquí en adelante los edificios que se hicieren sean juntos y congregados", dejando en el centro de la villa "una plaza de cien varas en cuadro". Entre las cuadras habría calles "de veinte varas de ancho", las cuadras tendrían 100 varas por lado y se dividirían en cuatro solares cada una, repartiéndose estos "entre los vecinos que al presente hay no teniendo casas". Por su tamaño (2500 varas cuadradas), los solares permitían la formación de pequeños huertos familiares al lado o atrás de la casa de vivienda propiamente dicha. Ocupados los primeros solares, debía dejarse "otra calle de veinte varas" y formarse nuevas cuadras "de la dicha forma, procurando que nunca quede solar vacío en medio", previéndose además que ningún solar pudiera ser vendido hasta que el vecino agraciado hubiese "edificado casa y vivido en ella un año". Al parecer, uno de los principales enemigos del desarrollo del lugar eran los estancieros, cuyos ganados tenían convertidos los ejidos de la villa en una dehesa particular. Con el propósito de que los vecinos "se animen a hacer sus milpas y sementeras", de la Fuente mandó "que en dos leguas en circuito de esta villa ningún criador pueda traer ganados mayores, yeguas ni potros de los que crían para sus granjerías en ningún tiempo del año". De reglamentar el uso de las aguas no se ocupó el visitador, porque en aquel tiempo, dados la pequeñez de la villa, la insignificancia de su población y sobre todo el desarrollo apenas incipiente de las huertas, el agua que brotaba del manantial garantizaba en forma sobrada las necesidades de abasto. El propio de la Fuente dice que era conveniente estimular y ordenar el crecimiento de la villa, porque "en el sitio hay comodidad para sementeras [y] abundancia de agua" (Topete del Valle, 1980: 45-48; Gutiérrez, 1998: 183; De la Torre Rangel, 2004: 33-33).³

A largo plazo estas medidas fueron importantísimas, pero en la época sus efectos fueron o parecieron insignificantes. Eso sugieren los apuntes que hizo en 1621 el padre Arregui (1980: 159), quien dice que la villa estaba poblada apenas "por quince

o veinte vecinos españoles". Aunque no lo menciona, en esa misma época estaba formándose, dentro de los ejidos de la villa, a escasas 500 varas del lugar señalado para plaza principal, el barrio o pueblo de indios de San Marcos. Lo más probable es que en sus orígenes haya sido un asentamiento irregular, carente de fundo legal, pero con el paso del tiempo se conformó como auténtico "pueblo de indios" y obtuvo el reconocimiento de las autoridades civiles y eclesiásticas.

El fin de la guerra chichimeca, el auge de la minería en Zacatecas, la consolidación de la villa de Aguascalientes como "garganta de la tierra adentro" o eje regulador del movimiento de mercancías hacia el Norte, la política de la corona de compensar con generosas mercedes de tierras los servicios de los particulares y la consiguiente formación de los primeros latifundios, potenciaron la decisión de convertir la villa de cabecera de parroquia y alcaldía mayor.

La situación en 1643

En el curso de la primera mitad del siglo XVII se empezaron a formar huertas en las cuadras inmediatas a la plaza y del otro lado del arroyo, en el naciente barrio de Triana. El agua manaba en abundancia, pero era acaparada por algunos "poderosos" en sus plantíos de trigo. Además, es probable que el dueño de Ojocaliente, en cuyas tierras nacía el manantial y corría la acequia, usara indebidamente esas aguas para regar sus tierras. Ese o algún otro "poderoso" sangraba la acequia, lo que obstruía el progreso del lugar.

El problema fue denunciado en el otoño de 1643 ante Cristóbal de Torres, quien recorría la Nueva Galicia en su carácter de "visitador general, juez de medidas, ventas y composiciones de tierras y aguas". Tratándose de un alto funcionario de la audiencia facultado para mercedar tierras, entrar en composiciones con los particulares, proteger a los naturales, promulgar ordenanzas y tomar todas las medidas conducentes al mantenimiento de los privilegios de las villas españolas, se interesó vivamente en este problema, el mayor de los que aquejaban en esos momentos al lugar. Visitó el manantial, recorrió las acequias, vio con sus propios ojos esas "sangrías" que le denunciaban y recogió diversos testimonios. Su conclusión fue contundente, pues refirió los

³ El auto completo que se levantó con motivo de la visita del oidor de la Fuente se encuentra en *Documento Paullada*, fojas 10-15. El énfasis es mío.

informes ciertos que tuve y constaron de la visita, de que la causa principal de haberse fundado dicha villa fue el ojo de agua caliente que a ella venía, y que estando en costumbre gozaren todos los vecinos de ella, no lo hacían porque los poderosos y otros que a título de decir tenían siembras de trigo y otras semillas, sacaban y quitaban la dicha agua de la acequia principal, sangrándola por diferentes partes, con [lo] que los pobres perecían, y no iba en aumento la dicha fundación, todas causas en gran daño y deservicio de ambas majestades.⁴

Según Calvo (1992: 7), la visita de Torres “acarreo tantos excesos que el rey tuvo que intervenir prohibiendo este procedimiento administrativo”, por lo que “durante más de cuarenta años no se realizó ya ninguna visita”; en manos de funcionarios corruptos, añade, el procedimiento podía ser un instrumento de extorsión para los vecinos de los lugares visitados y de rápido enriquecimiento para los visitantes. Sin embargo, la impresión que se tiene a partir de las medidas tomadas en la villa de Aguascalientes apunta en una dirección completamente opuesta. Por principio de cuentas, diagnosticó que el problema era grave y exigía un “breve remedio”, por lo que decidió revocar “todas y cualquier mercedes o derechos con que poseían [los vecinos] a dicha agua y se aprovechaban de ella para su riego”, disponiendo además que “ninguna persona de cualquier estado o calidad y dignidad que fuese no impidiese a que la dicha agua viniese a esta dicha villa por la acequia principal de ella, vengero y natural curso, sin sangrarla ni abrir otra ninguna acequia, mayor ni menor, fuera ni dentro de la villa”. El bachiller Alonso Muñoz de Huerta ofreció 200 pesos a cambio de “los remanentes de dicha agua”, lo que fue objetado por una junta de vecinos, pues el beneficio no sería para el lugar y sus moradores en general, sino para un solo horticultor. Torres estuvo de acuerdo y, antes de proseguir su camino a Zacatecas, mediante autos del 24 de octubre de 1643, dispuso que “si algún vecino quisiese sangrar dicha acequia para el riego de sus huertas y servicio de su casa, pareciese ante mí a componerse, que sirviendo a Su Majestad con la cantidad que fuese justa se le daría, y que de otra manera ninguno fuese osado a sacar de dicha acequia agua ninguna”. Esta medida tenía un carácter provisional, porque la mencionada junta de vecinos pidió que “en forma de villa” se le admitiese “a composición en dicha agua, por ser como era la principal causa de la

fundación de ella, y que siendo suya, se fundarían y agregarían más vecinos”. Además, mejoraron la postura de Alonso Muñoz, pues ofrecieron “un mil pesos de oro común en reales, para ayuda de los efectos de la Armada de Barlovento”.

La oferta fue aceptada, pero las diligencias tuvieron que interrumpirse porque Torres se fue a Zacatecas, “en prosecución de mi visita”. Un año después, en septiembre de 1644, de regreso en la villa y concertados los vecinos, continuaron las negociaciones y se redactó el título de composición. En forma de preámbulo se aclaró que la villa había sido fundada “a título” del agua del manantial del Ojocaliente, la cual le fue dada al vecindario por Gerónimo de Orozco, presidente de la audiencia de Guadalajara, después de quitársela a Juan de Ávalos, como ya mencionamos. Se dice también que se repartió entre los fundadores “el agua necesaria” para sus “suertes de huerta”, repartimiento que fue confirmado por Santiago de Vera, sucesor de Orozco, sin que en ningún caso se hubiera mercedado “agua para caballerías de tierra, sino para suertes de huerta”. A pesar de ello, “ya se habían fundado labores de riego, en gran daño y perjuicio de la República y vecinos de ella”, daños que trataban de obviarse con la composición; Torres, por su parte, “había de mandarles quitar las dichas labores de trigo que se sembraban a título del dicho ojo de agua y por dicho daño, y ser contra derecho y ordenanza”. El pago de la composición sería garantizado por cuatro vecinos escogidos por el visitador y la villa quedaría facultada para usar el agua, pudiendo “vender y repartir los remanentes que sobrasen después de los riegos de las huertas y servicio de sus casas”, aplicando los productos “para propios y gastos de su República y festividades”.⁵

El título de composición

Debe aclararse que el asunto de la merced original del agua no consta en el título de fundación de la villa ni en ningún otro documento conocido o por lo menos aludido en las diligencias practicadas por el visitador Torres. Sin embargo, lo importante es que de esta manera se dio por zanjado el tema crucial de la propiedad de las aguas, lo cual allanó el camino para que, con fecha 30 de septiembre de 1644, se pudiera tirar el título de composición propiamente dicho. Dada la importancia de este documento, que es la piedra angular de los derechos que tuvo la villa sobre el agua del manantial del Ojocaliente a partir de entonces, conviene transcribirlo por extenso.

⁴ Documento Paullada, fojas 17-20.

⁵ Documento Paullada, fojas 20-26.

Habiendo visto lo pedido por los vecinos de ella, acerca de ser admitidos a composición en el ojo de agua que entra en ella, para el riego de sus viñas y huertas y solares, y las diligencias que por su merced se han hecho, así judiciales como extrajudiciales, la visita que hice del ojo de agua y acequias por donde viene a esta villa, y juntas que para dicha composición y mejor acierto de ella se han hecho por los dichos vecinos y su alcalde mayor, y lo pedido por los susodichos, acerca de que se quiten las labores de trigo que están en sus cercanías por ser en su perjuicio y lo más que ver convino, dijo:

Que por causas justas, que a ello le mueven del servicio de su Majestad y aumento de esta villa, admitió a los vecinos de ella a la dicha composición de dicha agua, para el servicio de sus casas y familias, riego de sus tierras, viñas y chilares, con que sirvan a su Majestad a los efectos y gastos de la Armada de Barlovento con un mil pesos de oro común en reales, que es la cantidad que así ofrecieron, pagados la mitad en día fin de agosto del año que viene de 645, y la otra mitad el día fin de mayo del año subsecuente de 646, y más los derechos de la media anata y costas, incontinenti y para la paga y seguro de dicha cantidad se han de obligar cuatro vecinos, que lo sean Miguel López de Elizarde, Juan de Areiza Medina, Francisco de Guzmán y Gaspar de Palos, cada uno por sí y por el todo in solidum y sin que por esta obligación dejen de estarlo todos los demás vecinos, y hecha dicha obligación, da su Majestad poder y comisión en forma a los dichos cuatro vecinos para que, con asistencia, parecer y aprobación de D. José Altamirano de Castilla, alcalde mayor de esta villa, repartan dicha cantidad de pesos a todos los vecinos, [pro]rata por cantidad, conforme cada uno tuviere las tierras, huertas, viñas y chilares, con calidad y condición que los dichos vecinos tengan obligación de en habiéndose aprovechado de la agua que necesitaren, darle salida para que sirva a su vecino o vaya a la acequia principal, sin poderla rebalsar ni echar a mal, pena del que lo contrario hiciere, incurra en pena de cuatro pesos en reales, aplicados en tercias partes, Cámara de su Majestad, propios de la villa y cera del Santísimo Sacramento, la cual dicha pena sea indispensable [...].

Y el agua que sobrare, así de remanentes de noche y de día por la mucha cantidad que hay, se de a renta para propios de esta villa, en la forma que más convenga, para su perpetuidad, y que se vayan congregando más vecinos de ella, a los cuales se ha de repartir por el alcalde mayor, diputados o regimiento, si le hubiere la agua de que necesitaren, pagando por ella lo que justo fuese para propios de la villa.

Y en cuanto a que se quiten y no haiga labores de trigo y maíz con el riego de dicho ojo de agua, ni que se le pueda dar ni repartir, dijo: que atento a no haber como no hay más de dos labores, y estos de más de tener como tienen sus mercedes y títulos en forma, son hijos y descendientes de los primeros pobladores de esta villa, y que les ha costado mucha suma de hacienda dichas labores, declaró no haber lugar el que se quiten, con tal que los susodichos no puedan sembrar en las suertes de huerta trigo ni maíz, sino de los géneros para que fue hecha la merced, so la pena de la ordenanza y pérdidas las dichas suertes de huerta, y en las caballerías de tierra puedan sembrarlas y reparárseles agua para ellas, en forma que mejor esté pagando cada uno de ellos por año, la cantidad que justa fuere para propios y renta de la dicha villa, y por cuanto aunque a los principios de la fundación

de ella se les señaló ejidos, y éstos por haberse ocupado y perdido los papeles, no se sabe cuáles sean, en nombre de su Majestad, y en virtud de la comisión que de este gobierno tiene, les señala y da a esta villa por ejidos, media legua por la parte del sur, y otra media por la banda del norte, y otra media por la del levante, sin que en esta dicha media legua pueda hacerse ni se haga merced de caballerías de tierras, ni más que solares de casa y suertes de huerta, y en que apacienten y estén las cabalgaduras, así de vecinos como de trajinantes, sin poderse ocupar en otro género, pena de que en dicho circuito tuviese ni trajese ganados mayores, ni cabalgaduras de cría, de veinte pesos en reales por cada vez que las tuviese, aplicados por tercias partes, cámara de su Majestad, juez y denunciador, demás de que paguen el daño que en cualquier manera se hiciere a los sembrados y chilares.

Y el alcalde mayor y diputados tengan particular cuidado en la observancia y cumplimiento de este auto, pena que serán castigados, y en esta conformidad se les despache el recaudo y mandamiento que convengan y pidieren dichos vecinos, y lo firmo.

Dr. D. Cristóbal de Torres. Ante mí, Diego Pérez de Rivera, secretario de visita general.⁶

Este título de composición, hay que insistir, fue la base legal de los derechos que tenía la villa, y en particular los horticultores, al manantial del Ojocaliente. Además, convirtió al cabildo en "la figura clave en el manejo del agua" a nivel local (Aboites Aguilar, 1998: 31). A partir de entonces, cada vez que había problemas con el agua, los quejosos lo invocaban como base indiscutible de sus pretensiones. Dada la pequeñez del lugar y el corto número de huertas que había por entonces, se calculó que había agua de sobra y que el cabildo podía vender los remanentes, logrando con ello que la población creciera y se extendieran los cultivos. En cuanto a los famosos trigales de los "poderosos", que supuestamente ocupaban la mayor parte del agua, resultó que sólo eran "dos labores", cuyos dueños eran vecinos antiguos que tenían sus "mercedes y títulos en forma", razón por la cual no se ordenó su destrucción; tan sólo se les advirtió que no podrían seguir sembrando trigo ni maíz en esas "suertes de huerta", so pena de perderlas. Puede inferirse que la acequia o arroyo no era sangrada en tierras de la hacienda del Ojocaliente, en su travesía hasta la villa.

Al final del título de composición hay una alusión a los ejidos de la villa, que estaban "ocupados" y sus títulos "perdidos". El asunto tiene que ver tangencialmente con el agua, por lo que conviene advertir que para resolver ese problema el visitador le concedió a la villa media legua por tres "vientos" o

⁶ El título de composición entre las fojas 26 y 34 del Documento Paullada. Lo refiere De la Torre Rangel (2004: 43-44).

puntos cardinales, el sur, el norte y el levante (oriente). ¿Por qué no se concedieron ejidos por el poniente? No se dice, pero parece claro que al menos en parte la razón es el pueblo de San Marcos, que se había ido formando por ese rumbo desde principios del siglo XVII. Irregular en un principio, esta fundación había sido reconocida por las autoridades civiles y eclesiásticas y el pueblo formaba para todos los efectos una "república" de naturales. Nos parece que los términos en que Torres concedió ejidos a la villa constituyen un reconocimiento tácito de la existencia del pueblo y del carácter legal de los derechos que tenían sobre sus tierras, apenas una suerte de huerta en un principio. En el contexto de esta misma visita y "en consideración a lo estrecho que se hallaban los naturales", Torres les dio a los indios otra suerte de huerta y el agua necesaria para sus riegos, la cual se tomaría cada domingo de la acequia. De hecho, a la salida del pueblo los remanentes de la acequia formaban en ese tiempo una "laguna", que abastecía con razonable suficiencia los pequeños huertos de los indios.⁷

La villa y sus huertas a mediados del siglo XVII

La escritura que se otorgó el 3 de octubre de 1644, para repartir los 1000 pesos de la composición entre los vecinos, ofrece valiosa información sobre las huertas, viñas y chilares de la villa. Con el propósito de asegurar los derechos que cada vecino tenía al agua y establecer la cuota que debía pagar, el alcalde mayor José Altamirano de Castilla, acompañado de Miguel López de Elizarde, Juan de Areiza Medina, Francisco de Guzmán y Gaspar de Palos, los cuatro "diputados" o comisionados que fungían como fiadores de la composición, recorrieron "todas las huertas de dicha villa, chilares y casas de vivienda", calculando "el agua necesaria que se les ha de repartir".⁸ En total visitaron a 62 vecinos, dueños de huertas, viñas o chilares o simplemente casas de vivienda. Evidentemente, la composición se repartió en proporción a los medios de los vecinos: los más ricos tenían más solares y mejores huertas, pagaron más y aseguraron más agua; los menos afortunados tenían menos tierras, cultivos menos extendidos y aportaron

menos dinero. Apenas unos años después (1648), el cura párroco Hernando de Calderón formó un padrón de la villa, en el que aparecen muchos de los personajes mencionados en el título de composición, ratificándose su carácter de vecinos principales.⁹ Del cotejo de ambos documentos se desprende que no todos los habitantes de la villa se compusieron con el visitador Torres, algunos porque eran pobres y no tenían tierras para sembrar, otros porque su actividad no era la horticultura, sino el comercio. Este último parece ser el caso de José Altamirano de Castilla, que era el alcalde mayor. De muchos sólo se indica el nombre y la cantidad aportada, sin que se aclare si poseían huerta o chilar. Algunos sólo tenían una suerte de huerta, pero había vecinos que tenían varias, sin que se especifique cuántas. Por aquellos años empezaban a formarse huertas y chilares en el barrio de Triana, al sur del arroyo, como lo indica claramente la mención de cinco vecinos que se compusieron por las tierras que tenían ahí; dos de ellos (Andrés de Ayala y Luis González), pagaron doble composición, pues también tenían tierras en la villa.

De los términos en que está redactado el título de composición puede inferirse que algunos vecinos tenían huertas, viñas o chilares ya sembrados y en producción. Así por ejemplo, se alude a la "huerta grande" y a la viña que tenía Luis González, a la "huerta y viñas" de Alonzo Muñoz de Huerta, a las huertas de Juan de Colunga Cortés y Francisco Sotelo, al chilar de Diego "el zapatero" y a los "huertesuelos" de Diego López y Juan de Chavarría. En los casos de Álvaro de Valadez, Pedro Vázquez, Diego Valli y otros se menciona que son chileros, o sea, que cultivaban un chilar. De Pedro Arias Pardo se dice que se compuso por su casa y "seis solares", lo que sugiere que tenía el terreno a propósito para sembrar un huerto, pero no lo había hecho. En el caso de Miguel López de Elizarde, que era además uno de los fiadores de la composición, se aclara que su aportación comprendía "los solares que la casa de abajo tiene para hacer huerta o chilar".

Del documento se infiere, en resumen, que un total de 62 vecinos, 57 en la villa y cinco en el barrio de Triana, participaron en el pago de la composición. En realidad, sólo fueron 60, porque dos nombres están repetidos al tener propiedades en la villa y en el barrio de Triana. A pesar de que fueron visitadas "todas las huertas" de la villa, no sabemos con exactitud cuántas había, porque el documento es impreciso y la transcripción en la que nos basamos, que se hizo en 1831, no es todo

⁷ "Manifestación hecha por los Naturales del Pueblo de San Marcos. Año de 1755", AIPNG, Tierras y Aguas, primera colección, libro 25-1, expediente 53, s. f.

⁸ La escritura de obligación otorgada por los cuatro fiadores a nombre de la villa y sus vecinos en *Documento Paullada*, fojas 38-49.

⁹ Hernando Calderón, "Padrón y lista de todos los vecinos y moradores de esta villa de Nuestra Señora de la Asunción de Aguascalientes y su jurisdicción", AHEA-FA. Según Gutiérrez (1998: 213) el documento procede de los "papeles sueltos sin catalogar" del Archivo del Arzobispado de Guadalajara.

lo pulcra que deseáramos. Con relativa certeza podemos afirmar que había dos huertas de árboles frutales que además tenían viña, cuatro huertas que sólo tenían árboles frutales, tres "huertesuelos" o plantíos más modestos y nueve chilares. En tres casos se especifica que el vecino disponía de varios solares "para hacer huerta o chilar" y en cinco (dos en el barrio de Triana) el terreno disponible era una o varias suertes de huerta.¹⁰ Hay más de 30 casos en los que no hace ninguna precisión, pero es probable que hubiera entre ellos varias huertas y chilares.

Cuando fue visitada por el oidor Torres, la villa de Aguascalientes era un asentamiento todavía muy pequeño. Según el padrón formado por el bachiller Calderón cuatro años después, tenía 65 casas y 674 habitantes, sin considerar al pueblo de San Marcos, que tenía otros 81 habitantes. En esta pequeña villa de tierra adentro había apenas un par de docenas de huertas y chilares. Los cultivos estaban más desarrollados en la villa que en el barrio de Triana, que apenas empezaba a formarse. Con seguridad, los indios de San Marcos tenían también sus pequeños huertos, que no se mencionan en forma individual en el título de composición, aunque los derechos al agua del pueblo fueron asegurados por Torres en el curso de su visita. En pocas palabras, de estos documentos emerge un retrato según el cual a mediados del siglo XVII estaba en proceso de formación el cinturón hortícola que con el paso del tiempo se consolidaría y le daría a la villa de Aguascalientes uno de sus rasgos más característicos. Pero para que eso fuera una realidad tendrían que transcurrir todavía muchos años. En 1688 el padre Pareja (1989: II, 222-223) no vio las huertas o no consideró necesario mencionarlas, pues sólo dice que la villa estaba "muy poblada de muchos vecinos españoles", que tenían en ella "sus casas y familias" y en los alrededores "haciendas de labor y de ganado".

El carácter precario de los remedios provistos por Torres quedó de manifiesto a fines de febrero de 1646, apenas un año y medio después de tirada la escritura de composición, cuando Nicolás de Ortega, el vecino que había comprado los remanentes

del agua, denunció ante el alcalde mayor José Altamirano de Castilla que se desobedecía la orden del visitador de no embalsar o desperdiciar el agua, pues "muchas personas, con menosprecio de sus mandatos, no le obedecen, antes pierden y desperdician el agua anegando la villa y sus calles en perjuicio de las vecindades y salud de sus vecinos, sólo a fin de no tener un poco de cuidado". Ortega era un vecino principal, dueño de tierras por la banda del poniente, sobre el camino que iba de la villa al pueblo de San Marcos, y usaba los remanentes para regar sus trigales, de tal manera que el desperdicio que denunciaba iba directamente en "menoscabo" de su "hacienda". No sabemos cuál fue la respuesta del alcalde, que por lo demás no podía hacer otra cosa que pregonar el título de composición y advertir a los vecinos que desperdiciaban el agua que podían ser multados.¹¹

El pago de las costas

En nombre de la villa y los vecinos a los que se repartió el agua, los cuatro fiadores aceptaron formalmente hacer el pago de la composición en dos exhibiciones: la primera el último día de agosto de 1645 y la segunda el último día de mayo de 1646. En realidad, el 5 de septiembre de 1645 se hizo un primer pago de 500 pesos, el 3 de mayo de 1646 un segundo pago de 410 pesos y el 20 de junio de 1646 se pagaron los 90 pesos restantes. Como puede verse en el cuadro, la suma total de las aportaciones hechas por los vecinos arroja 1005 pesos, cinco más de los que importaba la composición, sin considerar el caso de Juan Amigo de Aguilar, en el que no se indica la cantidad. Es probable que se trate de un error del documento original o de la transcripción en la que nos basamos, pero también cabe la posibilidad de que se hayan hecho mal las cuentas. Parafraseando un trabajo clásico de Febvre (2012: 248, 270-273), debemos recordar que el "utillaje mental" del siglo XVII novohispano era muy limitado y que "muchos instrumentos que hoy nos resultan familiares y sencillos" eran completamente desconocidos entonces, por ejemplo los signos matemáticos (+ -) o el empleo de cifras arábigas.

En todos los casos se menciona adicionalmente lo que se tenía que pagar por el impuesto de la media anata (15%) y las costas (5%), de manera que Luis González, el primero de la lista, pagó 50 pesos por su huerta, "con más siete pesos y medio de media anata y dos pesos y medio de costas y salarios"; además, por la suerte de huerta que tenía en el

¹⁰ De la Fuente dispuso en 1609 que se formaran cuerdas o manzanas de 100 varas por lado, divididas en cuatro solares, que medían 2500 varas² cada uno (1756 m²). La suerte de huerta que Torres mercedó a los indios de San Marcos medía 91 varas cuadradas "de cabezada" y 122 de largo, o sea 11,102 varas² (7738 m²). "Manifestación hecha por los Naturales del Pueblo de San Marcos. Año de 1755", AIPNG, Tierras y Aguas, primera colección, libro 25-1, expediente 53, s. f.

¹¹ Documento Paullada, fojas 186-187.

barrio de Triana, que valía 25 pesos, pagó 3 pesos y 6 reales de media anata y 1 peso y 4 reales de costas. En los casos de las propiedades que valían menos de 20 pesos, la tarifa a pagar por concepto de costas y salarios se ajustó a 1 peso; ignoramos la razón, pero es probable que se debiera a la necesidad de completar los honorarios del visitador y el escribano que lo acompañaba, que según la costumbre salían de los propios lugares que eran visitados.

El pago de la media anata y las costas tenía que hacerse de contado, "luego como fueren

requeridos [los vecinos] con este auto, pena de que lo contrario hiciere se le saquen prendas cuantiosas y valiosas para la paga [...] y en defecto de no tenerlas las personas a quienes lo contenido fuere requerido, sean puestos en la cárcel pública de esta villa". Pese a semejantes amenazas, la cobranza experimentó problemas y dilaciones, como lo prueba una declaración del escribano que acompañaba al visitador, quien asentó en autos que de los 50 pesos que debían haberse pagado "por su ocupación y trabajo, papel sellado y demás derechos" (el 5% de que importaban las costas y salarios), sólo se le

Tabla 1. Vecinos de la Villa de Aguascalientes y el barrio de Triana que participaron en el pago de la composición por el agua del manantial del Ojocaliente, 1644

Nombre	Propiedad	Padrón 1648	Aportación (pesos/tomines)
Luis González	Riego de huerta grande y viña	Sí	50
Juan de Colunga Cortés	Riego de su huerta	Sí	50
Alonzo Muñoz de Huerta	Riego de su huerta y viñas	No	50
Gaspar de Palos	No específica	No	50
Miguel López de Elizarde	Casa y solares para hacer huerta o chilar	Sí	35
Alonso de Rentería	Suerte de huerta	Sí	35
Ana Martínez Lozano	Casas y suertes de huerta	Si	35
Francisco de Guzmán	No específica	Sí	30
Juan Marín de Peñaloza	No específica	Sí	25
Francisco Macías	No específica	Sí	25
Pedro Alonzo	Dos casas y huerta	Sí	25
Juan Martín Juárez	Chilero	Sí	25
Juan de Huerta	Casas y suertes de huerta	No	25
Bartolomé Gámez	No específica	Sí	20
Sebastián de Arenas	No específica	No	20
Ana María	Chilera	Sí	20
Pedro Arias Pardo	Casa y seis solares	Sí	20
Francisco de Iquisquisa	Casa y solares	Sí	20
Licenciado Juan Pérez	No específica	No	20
Diego el zapatero	Casas y chilar	Sí	16
Licenciado Rodrigo Lucas	No específica	No	15
Álvaro Marín	No específica	Sí	15
Juan de Areiza Medina	No específica	Sí	15
Doña Ángela	No específica	No	15
Diego Delgado	No específica	No	15
Gerónimo Núñez	Chilero	No	15
Diego Valli	Chilero	Sí	15
Pedro Vázquez	Chilero	Sí	15
Juan Vargas Machuca	Casa y huerta	No	15
Gaspar de los Reyes	No específica	No	15
Bernabé Merino	No específica	Sí	10

CONTINUACIÓN DE LA TABLA 1

Nombre	Propiedad	Padrón 1648	Aportación (pesos/tomines)
Agustín López	Casa	No	10
Diego López de Nava	Casa de vivienda y huertesuelo	Sí	10
Rodrigo Macías	Chilero	Sí	10
Álvaro de Valadez	Chilero	Sí	10
Francisco Zotelo	Casa y huerta	Sí	6
Diego de Medina	Chilero	Sí	6
Pedro Quintero	Huertesuelo	Sí	6
Juan de Chavarría	Casa y huertesuelo	No	6
Juan Marín el mozo	No especifica	Sí	5
Pedro Rodríguez del Monte	No especifica	Sí	5
Melchor López	No especifica	No	5
Alonso Bravo	No especifica	Sí	5
Gaspar de Silva	Casa	No	5
Pedro de Medina	No especifica	Sí	5
Martín de Altuna	No especifica	Sí	5
Andrés de Ayala	No especifica	No	5
Sebastián Rodríguez	No especifica	No	5
Juan Ruiz	No especifica	Sí	5
Alonso Macías	No especifica	No	5
Francisco Fernández	No especifica	Sí	5
Juan de Bustamante	No especifica	No	5
Luis de los Reyes	No especifica	Sí	5
Martín de Urzúa	No especifica	Sí	5
Francisco de Espinoza	No especifica	Sí	5
Luis de Tiscareño	No especifica	No	5
Juan Amigo de Aguilar	No especifica	Sí	n.d.
Subtotal villa:	57 vecinos		905
BARRIO DE TRIANA:			
Andrés de Ayala*	No especifica	Sí	25
María de Valderrama	Suerte de huerta	No	25
Luis González*	Suerte de huerta	Sí	25
Silvestre de Fuentes	No especifica	No	15
Francisco López Buenavida	No especifica	No	10
Subtotal barrio de Triana:	5 vecinos		
Total villa y barrio de Triana:	62 vecinos	39	1005

Fuente: escritura de obligación otorgada por Miguel López de Elizarde, Juan de Areiza Medina, Francisco de Guzmán y Gaspar de Palos en nombre de la villa y sus vecinos, 3 de octubre de 1644, *Documento Paullada*, fojas 38-49. Además, Hernando Calderón, "Padrón y lista de todos los vecinos y moradores de esta villa de Nuestra Señora de la Asunción de Aguascalientes y su jurisdicción", 1648, AHEA, Fondo de Adquisiciones.

*Se menciona también como vecino de la villa.

habían dado 20 pesos, “por decir no haberse podido cobrar a las personas a quienes se repartieron”.¹²

Infraestructura

Un tema muy importante es el de la infraestructura que permitía la distribución del agua. Según el obispo De la Mota y Escobar (1966: 58), a principios del siglo XVII los ojos de agua o manantiales formaban “un arroyuelo perpetuo” que corría “junto a las casas” y abastecía con holgura a los vecinos. Ese arroyo bajaba por el “camino del Ojocaliente” hasta la plaza y en algún punto viraba al sur y drenaba en el “arroyo de la villa”, llamado después de los Adoberos. En la medida en que creció el vecindario y se empezaron a formar huertas aumentó la demanda de agua, lo que hizo necesaria la construcción de una acequia en forma, que alteró el curso del arroyo. En los autos levantados en 1644 se alude a la “*acequia principal*”, que era el “venero y natural curso [del agua]”; con toda seguridad, se trataba de una obra de ingeniería muy modesta que satisfacía con razonable suficiencia los requerimientos del lugar. Era “costumbre” que “todos los vecinos” accedieran libremente al agua, pero “los poderosos” habían empezado a hacer sangrías en la acequia para regar sus trigales. Dando crédito a lo que se le dijo, Torres prohibió que se abriera “otra ninguna acequia, mayor ni menor, fuera ni dentro de la villa”. Esta medida y sobre todo el título de composición resolvieron el problema, pero sólo de manera provisional, porque la villa siguió creciendo, se formaron nuevas huertas, se abrieron por necesidad acequias secundarias y siempre se tenía la impresión de que corría menos agua de la necesaria, de que algunos propietarios abusivos la acaparaban y de que muchos huerteros la usaban sin tener derecho a ella.

Al pie del cerrito o colina del Ojocaliente, donde afloraban los manantiales, se formaba un charco, al que a veces se llama “presa”, aunque en realidad no había por entonces ningún muro u obra que elevara sustancialmente la capacidad de contención. Cuando empezaron a formarse huertas en el barrio de Triana, a mediados del siglo XVII, se habilitó en ese punto un ingenio muy sencillo para repartir las aguas entre la acequia principal que iba a la villa y la acequia secundaria que iba a Triana; era una caja reforzada con calicanto en la que mediante piedras se calculaba de manera

aproximada no el volumen sino la proporción de líquido que debía rodar por cada acequia. Era una de esas obras modestas para las que no se requería “personal especializado”, pues “el conocimiento local era suficiente” (Aboites Aguilar, 1998: 30). Atrás de la parroquia, en la calle a la que daba nombre la ermita de San Sebastián, la misma en la que la orden de La Merced construiría templo y convento, se formó una tercera acequia, que llevaba los “remanentes” a San Marcos y llenaba la “laguna” del pueblo, a la que todavía se alude en documentos de la primera mitad del siglo XVIII. A partir de estas tres acequias principales se fueron haciendo otras, conforme crecía la villa y se formaban más huertas. Los particulares tomaban el agua practicando una sangría en la acequia más cercana, “metiéndola por caño dentro de su casa”, lo que provocaba encharcamientos y un gran desperdicio. Los más diligentes construían pequeños tanques o depósitos en los que podían almacenar cierta cantidad de agua, lo que les permitía regular de mejor manera los riegos y asegurar el abasto de las cocinas. La huerta que tenían Diego López y María Martel en el barrio de Triana, por ejemplo, contaba con un tanque, y en la de Francisco Delgado y Ocampo, en “la calle que va para la iglesia parroquial”, había una “pila de calicanto”.¹³ Todas las huertas se regaban por el método de “inundación”, lo que quiere decir que llegado su turno simplemente dejaban que el terreno se anegara. Tal vez en la época de la visita del oidor Torres los riegos eran tan frecuentes como quisieran los propietarios, pero conforme creció el número de huertas y se incrementó la demanda de agua se fueron espaciando; con el paso del tiempo se estableció la costumbre de dar un riego cada dos meses.

El sistema de riego de las huertas de la villa de Aguascalientes es un ejemplo de las complejidades y versatilidad de lo que Martínez, refiriéndose al huerto valenciano, llama “tecnología hidráulica tradicional”, esto es, “una solución particular adaptada a los requerimientos específicos” de un ecosistema agrario. Durante algún tiempo, el agua corrió libremente por la acequia principal y las secundarias que se fueron formando, accediendo a ella los huerteros en forma libre e irrestricta; sin embargo, la multiplicación de huertas volvió necesarios los tandeos o turnos, un control crecientemente estricto del recurso y la regulación institucional (Martínez, 2005; además, Hernández, 2013: 74).

¹² Documento Paullada, fojas 36-37.

¹³ AHEA-FPN, caja 2, expediente 3, 1f-2f, y caja 8, expediente 2, 90v-93v.

El barrio de Triana

Apenas mencionado en el título de composición de 1644, este barrio adquirió un vigoroso protagonismo en el curso de las siguientes décadas. Las mercedes de tierra originales, que datan de la primera mitad del siglo XVII, se subdividieron, como lo ilustra el caso de Luis González, el principal vecino mencionado en el título de composición, a cuya muerte sus siete hijos fraccionaron en partes iguales sus tierras. En 1677 Juan González, uno de ellos, le vendió su parte (unos "tres o cuatro solares") a Marcos de Pedroza, en 35 pesos.¹⁴ Algunas huertas tenían acceso legal al agua, pero otras no, lo que no impedía que la tomaran, para lo cual simplemente sangraban la acequia más cercana e inundaban su terreno. La gran demanda de picante que había en Zacatecas alentó la formación de chilares en todas las huertas de la villa, pero sobre todo en las del barrio de Triana.

En 1674 los cultivos estaban muy extendidos en Triana, lo que era un síntoma de la prosperidad del lugar, pero el alcalde mayor Nicolás de Zaldívar observó que la villa no tenía "propios" (rentas o ingresos) y que cuando se necesitaba dinero había que "molestar" a los vecinos "echándoles repartimientos". Valiéndose de su autoridad impuso la siguiente solución:

Que todos los vecinos del barrio de Triana se junten, y que cuatro de los más antiguos se obliguen llevando el agua necesaria a dicho Triana a dar en cada un año cincuenta pesos para dichos propios, y que queda a su cuidado el repartirlos entre todos y los arrendatarios que se hallaren en dicho Triana, con declaración de que cumplido el año que hagan la paga a esta dicha villa de dichos cincuenta pesos, han de volver a hacer nueva obligación los que así se normaren, u otros que en adelante fueren para conocer si se pueden dar más.¹⁵

Zaldívar resolvió el problema de la falta de propios pero sin advertirlo incubó otro, acaso mayor: la disputa entre la villa y el barrio de Triana por el control del agua del Ojocaliente. En lo sucesivo, usando como argumento el hecho de que pagaban

propios, los vecinos de Triana alegarían que tenían el mismo derecho al agua que los "vecinos viejos" de la villa favorecidos por la composición de 1644. Hay que hacer notar que el mandato del alcalde Zaldívar señala que había que darle a Triana "el agua necesaria", sin especificar cantidad o proporción. Éste fue tal vez el primer problema, al que se añadió otro, derivado de la prosperidad experimentada por algunos horticultores y chileros de Triana, que a los ojos de algunos miembros del cabildo hacía que los cincuenta pesos pagados al ramo de propios pareciera una cantidad muy pequeña. La documentación nos permite adivinar que hubo habladurías y tensiones, hasta que en mayo de 1683 se llegó a un nuevo acuerdo, duplicándose el pago y regulándose la cantidad de agua. Esta vez, además, la solución no tuvo el carácter de mandato del alcalde mayor, sino de un contrato de arrendamiento de aguas suscrito por Juan Fernández de Castro y Gabriel López de Nava, "en voz y en nombre del cabildo, justicias y regimiento" de la villa, y una comisión de cinco "vecinos del barrio de Triana". Según el acuerdo, la villa le cedió a Triana

la tercia parte del agua que pertenece a ella, la cual han de llevar desde la presa por la acequia, dejando aparte las otras dos para esta dicha villa, por precio y cuantía de cien pesos en reales, que han de dar y pagar por propios de esta dicha villa por fin del mes de noviembre de este presente año, la cual dicha agua les arriendan para el riego de los chilares y huertas, y prometen que durante el tiempo de este arrendamiento no se la quitarán por ninguna causa ni razón, y que le será cierto y seguro sin estorbo ni embarazo alguno, so pena de devolver los dichos cien pesos de dicho arrendamiento.¹⁶

Hay diferencias importantes entre este contrato y el mandato del alcalde Zaldívar: las partes (la villa y el barrio de Triana) lo acuerdan por su propia voluntad, se reconoce que el agua "pertenece" a la villa, se duplica el pago hecho al ramo de propios, se establece que Triana tomará precisamente la tercera parte del agua (no la cantidad "necesaria") y se garantiza que durante el año "no se la quitarán por ninguna causa ni razón", lo que sugiere que en los años anteriores el suministro no fue regular, sino sometido al capricho de las autoridades de la villa.

A pesar de tantas precisiones el acuerdo duró poco, pues el 24 de abril de 1686 un grupo de vecinos de la villa, encabezado por el bachiller Martín de Figueroa y el capitán Marcos Pérez Montalvo, le exigió al cabildo que garantizara el abasto de agua y contuviera los abusos de los huerteros de Triana. ¿Qué había pasado? Desde luego, los chilares y

¹⁴ AHEA-FPN, caja 2, expediente 1, 14f-v.

¹⁵ AHEA-FE, caja 2, expediente 2. La encomienda le fue dada a Luis González, Pedro de Medina, Miguel de Espinoza y Gabriel de Castañeda, "todos vecinos y estantes en dicho barrio", quienes se comprometieron a entregar el dinero "por el mes de enero cada año". Del documento se infiere que los padres del convento de La Merced daban otros 50 pesos anuales por el agua que movía su molino, que se tomaba de la laguna del pueblo de San Marcos.

¹⁶ AHEA-FPN, caja 2, expediente 7, núm. 19, fojas 33f-34f. Los vecinos de Triana que firmaron el contrato fueron Luis González, Antonio González, Luis de la Torre, Diego Valadés y Nicolás Gil.

huertos en Triana seguían multiplicándose, pero el factor que activó la crisis fue la gran sequía padecida durante 1685. Normalmente, durante la época de lluvias (junio-septiembre) las huertas no requerían riego, pero cuando no llovía la presión sobre el agua que corría por las acequias se duplicaba, pues el calor hacía que fuera necesario regar con más frecuencia e intensidad. En 1685 se experimentó una "seca general", en las haciendas se murieron "todos los ganados" por falta de agua en los abrevaderos¹⁷ y en marzo de 1686 algún propietario aludía a "las calamidades del año pasado y las que en este presente se esperan", como pretexto para diferir el pago de sus deudas.¹⁸

En resumen, la falta de lluvias durante 1685 puso en evidencia la fragilidad del sistema de abasto de agua y convirtió en papel mojado el contrato firmado apenas tres años atrás. El bachiller Figueroa y sus compañeros se decían descendientes de los fundadores de la villa y beneficiarios de la composición ajustada con el oidor Torres en 1644; sus derechos al agua eran incuestionables, "en atención a ser, como somos, legítimos sucesores a lo que fue de nuestros antecesores". Pese a ello,

hoy nos hallamos careciendo del agua que inmediatamente pertenece a esta villa, por ocasión de que los vecinos del barrio de Triana, con el pretexto de los propios que pagan a esta villa, se han apoderado de toda el agua, quitando una piedra que estaba en la presa, por donde se dividía la que viene a este villa [de la que] iba a dicho barrio de Triana, llevándose los susodichos todas las más aguas para sus riegos de maíz y otras cosas superfluas, en que divierten las aguas, sin atender al grave perjuicio que a esta república se sigue, y mayormente los susodichos, contraviniendo a lo dispuesto por reales ordenanzas, en hacer sementeras dentro de esta villa de maíces [...] y siendo así que muchos vecinos del barrio de Triana, sin tener compuesta ninguna agua, quieren tener dominio en la más parte de las dichas aguas, ocupándola en sus sembrados.

En pocas palabras, según los quejosos, los vecinos de Triana se quedaban con toda el agua o la mayor parte de ella, esgrimiendo como "pretexto"

los cien pesos anuales que pagaban al ramo de propios, pero además la usaban para regar maíz y otras semillas no permitidas, y para colmo de males había en el barrio horticultores que no aportaban a la composición pero usaban agua en sus siembras. En consecuencia, se exigía que "se guarde y cumpla el asiento y composición" ajustados con el visitador Torres y que los vecinos de Triana usaran sólo la cantidad de agua a que tenían derecho, "dejando entrar la suficiente y necesaria a esta villa para los que aquí la tenemos compuesta".¹⁹

Con toda claridad, la sequía de 1685 y los abusos supuestos o reales de los huerteros de Triana permitieron que aflorara un conflicto entre bandos o parcialidades. De un lado, los vecinos antiguos, que tenían sus casas y huertas en el centro de la villa, alrededor de la plaza principal, quienes alegaban que eran los pobladores originarios del lugar y los dueños del agua; del otro, los vecinos del barrio de Triana, que no tenían títulos ni mercedes originales, pero se amparaban detrás de las contribuciones que pagaban al ramo de propios.

El cabildo, en el que no estaban representados los chileros de Triana, no dudó ni un instante en darle la razón al bachiller Figueroa y sus acompañantes. A estos respetables vecinos, descendientes de los fundadores de la villa, se les reconocían derechos indudablemente superiores a los que pudieran alegar los advenedizos huerteros de Triana. De hecho, el mismo día que fue presentada la denuncia, miércoles 24 de abril de 1686, el alcalde mayor Francisco de Echaniz y el pleno del cabildo dictaron un auto en ejecución del cual "los dichos señores del cabildo subieron a la presa y toma de agua de esta villa y pusieron en la acequia que va al barrio de Triana una piedra grande con un agujero por donde según les pareció sale la tercia parte del agua que tienen mandado vaya al dicho barrio".²⁰ Además, se ordenó que el testimonio de las composiciones hechas con Gaspar de la Fuente y Cristóbal de Torres "se publique por las calles de esta villa, para que venga a noticia de todos los vecinos y sepan la observancia que han de tener en el repartirse las aguas que vienen a esta villa, porque no pretendan ignorancia, y lo guarden y cumplan".²¹ Como era costumbre, el pregón se hizo por boca de un indio del pueblo de San Marcos, que recorrió la plaza y la calle de Tacuba (hoy 5 de Mayo), la "del mayor comercio" de la villa.²²

¹⁷ AHEA-FPN, caja 3, expediente 3, 48v-50f.

¹⁸ AHEA-FPN, caja 3, expediente 2, 19f-21v.

¹⁹ Documento Paullada, fojas 163-168.

²⁰ Documento Paullada, foja 159.

²¹ Documento Paullada, fojas 160-163.

²² A título casi anecdótico puede añadirse que el pregón tuvo que vencer un obstáculo inesperado, pues se descubrió que "en el archivo de esta villa no está el asiento de ella y composición de sus aguas y ejidos que se hizo con el señor Dr. D. Cristóbal de Torres [...] porque con el transcurso del tiempo y haber andado en tantas manos se ha perdido". Fue necesario recurrir al Br. Diego de Quijas, quien conservaba un testimonio de esas diligencias.

El verdadero problema

Apenas un año después, el maestro Antonio Pérez de Velasco, procurador general de la villa, apesadumbrado porque los propios eran "tan cortos" que no cubrían ni siquiera los "gastos precisos", se fijó de nueva cuenta en el agua del Ojocaliente, que con toda evidencia era la principal fuente potencial de recursos para el común. La novedad radicó en que no dio por sentados los derechos de los vecinos de la villa y los abusos de los de Triana, sino que propuso un diagnóstico más sensato, casi abiertamente autocrítico:

Y parece que al tiempo y cuando se hizo dicho repartimiento [1644] eran los vecinos [de la villa] muchos menos [de] los que al presente son, pues se reconoce estar tan crecida vecindad y con casas propias y suertes de huertas y otras sementeras, y éstos no se sabe ni consta hayan tenido composición con los capitulares de esta dicha villa, ni que tengan más título que una merced hecha por el alcalde mayor, ante quien pedían sin tener composición a favor de la república ni de los propios de ella, y algunos de los dichos vecinos se están sirviendo y estancando las aguas y cultivando las tierras sin tener títulos de merced, ni compra, y los unos y los otros con mala conciencia y poco temor de Dios y en desacato de la real justicia sangran las acequias y se llevan las aguas quitándoselas al común, usurpando lo que tan debida y justificadamente es de esta República.

Con el propósito de remediar el problema, el procurador le pidió al alcalde mayor que exigiera que todos los vecinos

presenten el título o títulos que tuvieren de sus casas, huertas, viñas y chilares, sin exceptuar persona alguna, así de los compuestos y mencionados en dicho asiento como los que no lo están, porque puede acontecer que algunos vecinos a título de su composición de agua pretendan amparar a otros que no lo estén, y vistos dichos títulos de mercedes o compras [...] mande declarar lo que a cada uno toca y pertenece con justo y derecho título [...] y mandar a los que parecieren hallarse compelidos en esta causa vengan a composición [...] y a los que fueron compuestos que consta por dicho asiento se sirvan sólo del agua que les pertenece para sus huertas, chilares y servicio de sus casas, o aquello en que hubieren convertido el agua de su composición, no adelantándose a otra sementera de trigos y maíces que además de servirse del agua que ocupan en dicha huerta y servicio de sus casas a título de su composición siembran dichas sementeras en grave daño y perjuicio de la república y de los vecinos, pues acontece muchas veces faltar el agua en la acequia principal por tenerla ocupada en dichas sementeras.²³

²³ "Promoción del procurador general de la villa de Aguascalientes para que los vecinos de la misma, usufructuarios del agua, que no tienen composición con el fondo de propios de la misma, lo hagan desde luego", 14 de agosto de 1687, publicada en el *Boletín de la Sociedad de Historia, Geografía y Estadística de Aguascalientes*, tomo I, núm. 5, diciembre de 1934, pp. 1-4, 12.

Evidentemente, el procurador Pérez de Velasco no se complacía con la idea recurrente de que toda la culpa la tenían los abusivos huerteros de Triana. Con agudeza, sugiere que el problema de fondo radicaba en el crecimiento de la villa, la multiplicación de huertas y el hecho de que muchos propietarios no tenían sus títulos en regla ni se ocupaban de pagar el agua que usaban. Aunque no ofrece datos, su percepción del crecimiento demográfico (la "crecida vecindad" que menciona) es certera. La población de la alcaldía mayor se triplicó en el curso de la segunda mitad del siglo XVII: unos 1500 habitantes en 1650 y más de cinco mil en 1700; la villa tendría unos 650 habitantes en 1644, cuando fue visitada por el oidor Torres, y sin duda más de tres mil en 1687, cuando Pérez de Velasco redactó su promoción. Si la población del lugar se había quintuplicado, en esa misma proporción debió crecer el número de huertas y la demanda de agua para riego. La composición de 1644 favorecía sólo a 62 vecinos, cuyos herederos representaban una minoría de los cientos de vecinos que en la villa tomaban agua para sus huertas y cocinas en 1687. Muchos eran de reciente avecindamiento y contaban con un título de merced expedido por el alcalde mayor, pero no se habían compuesto con el ayuntamiento, que según el título de 1644 era el dueño del agua. El procurador sugiere que los títulos de esos nuevos vecinos eran inválidos y que era necesario "vengan a composición". Pero incluso los herederos de la composición de 1644 abusaban, porque con sus títulos amparaban a vecinos que no tenían derecho o regaban "sementeras de trigos y maíces", todo lo cual iba "en grave daño y perjuicio de la república". De Triana no se ocupó, tal vez porque su preocupación eran los propios y los vecinos de ese barrio ya hacían una aportación anual de cien pesos al ramo.

Hasta donde sabemos, la promoción del procurador Pérez de Velasco, que era por cierto "maestro examinado en las artes de leer, escribir y contar", tal vez el único que había por entonces en la villa, no tuvo ningún efecto. Es lógico, pues la red de intereses creados en torno al uso y distribución del agua del Ojocaliente era cada vez más tupida. Los vecinos de la villa, tanto los viejos como los de reciente avecindamiento, se complacían diciendo que la culpa de la escasez la tenían los de Triana, que disimulaban sus abusos detrás de la contribución que hacían al ramo de propios, pero no estaban dispuestos a reconocer que ellos también abusaban. Las cosas siguieron así, atenuadas al equilibrio inestable

que proporcionaban las lluvias, hasta que en abril de 1693 se presentó una nueva crisis. La fecha no es casual, pues se trata de la época del año en que el estiaje se vuelve más riguroso, pues no ha llovido, el calor arrecia y la presión sobre el manantial, del que todos quieren obtener agua para regar sus sedientos huertos, alcanza un pico que bien podemos llamar cíclico o periódico.

A la cabeza de los quejosos aparece de nuevo el bachiller Martín de Figueroa, secundado por el cura beneficiado de la villa, diversos eclesiásticos y muchos vecinos distinguidos, entre los que podemos mencionar a Nicolás de Aguilera, el escribano Salvador Delgado, Juan Ruiz de Escamilla, Nicolás de Altuna y Nicolás Calvillo. Veintiún personas en total, "todos vecinos y moradores de esta villa, dueños de casas, viñas y huertas", que además actuaban en nombre de "todos los demás pobres cuyas familias componen lo poblado de dicha villa, quienes gozan para el servicio de sus casas el agua que baja del Ojocaliente". Es decir, se presentan como los dueños legítimos del agua, el "común de dicha villa", y en tal carácter

decimos que dichos vecinos y sus familias carecemos del servicio de nuestras casas por la falta del curso del agua en las principales y antiguas acequias que corren por esta villa de donde cada uno la goza, metiéndola por caño dentro de su casa, lo cual al presente no lo podemos hacer por haberla atajado así los que tienen hechas sus siembras de trigos, chilares y otras semillas en el barrio de Triana, quienes se llevan mucha más porción de aquella que por el cabildo, justicia y regimiento de esta villa se les señaló, como los que tienen hechas labores y siembras de trigo en esta villa, cerca de donde toma corriente el agua para venir a ella para el uso y servicio del lugar, y no es lícito que porque los que tienen hechas dichas siembras, que son señalados particulares, hayan de perecer todos los dichos vecinos y no hayan de gozar el agua como tan legítimamente les es permitido

Para no variar, la culpa la tienen los de Triana, que atajan el agua y la usan en "mucha más porción" de la que pagan, aunque también se dice, dándole la razón al procurador Pérez de Velasco, que en la villa hay personajes importantes que indebidamente riegan sus labores de trigo. Curiosamente, el remedio que se pide no parece proporcional al mal denunciado: que las personas que atajan el agua "la dejen pasar libremente para que continuando su curso la gocen dichos vecinos" y que a los que en forma indebida riegan sus trigales

"se les impongan las penas que vuestra merced fuere servido mandar".²⁴

En respuesta a esta solicitud, el capitán Miguel Martín Barragán, teniente de alcalde mayor, dijo que le constaba "la carencia de agua en las principales acequias" y conocía las "discordias" que había "sobre el repartir del agua", por lo cual ordenó que los vecinos de Triana y los de la villa se reunieran "en conformidad y buena paz" en el punto donde se dividían las aguas, procurando que a cada uno se diere "la que necesitare", "de suerte que queden gustosos".²⁵

En forma casi obvia, el teniente de alcalde evita tomar partido y mucho menos disponer un correctivo real, pues eso hubiera implicado afectar los intereses de los "señalados particulares" aludidos por los quejosos y además hubiera obligado a éstos a demostrar que usaban el agua amparados por justos títulos, lo cual era más que dudoso. Que los vecinos se reunieran, que reinara la paz entre los barrios, que se repartieran el agua y todos quedaran conformes. La respuesta es tan ambigua que ni siquiera se fija la fecha de la reunión; dice tan sólo que debían acudir "a dicha presa todos los vecinos de una y otra parte el día que se les avisare para hacerles dicho repartimiento". El teniente de alcalde guardaba las formas, pues escuchaba a los quejosos y les daba una respuesta, pero evitaba entrar al fondo de la cuestión y trataba de resolver el problema con llamados a la buena fe, lo que él y todos sabían que era completamente inútil.

CONCLUSIONES

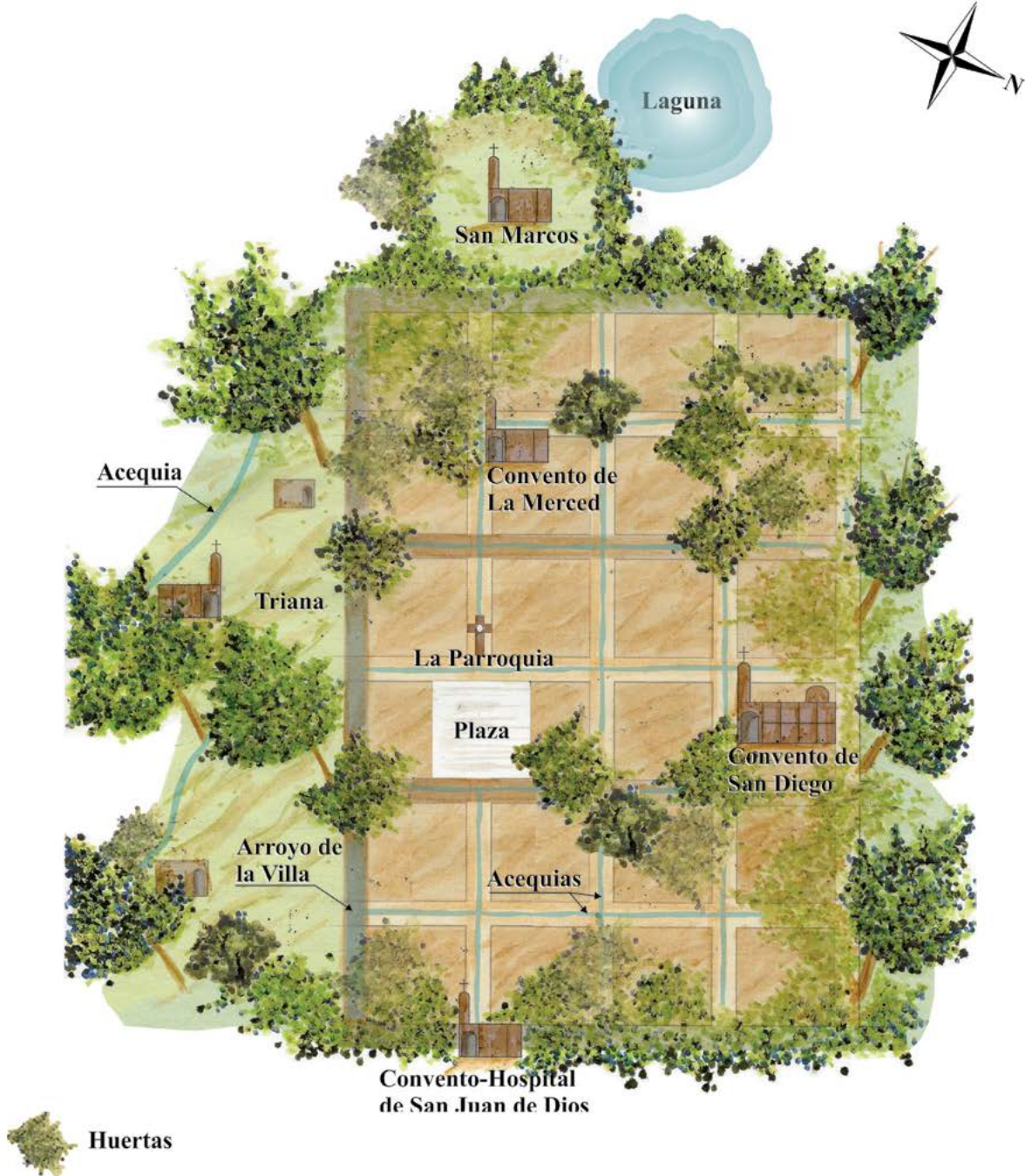
La situación a fines del siglo XVII

Antes que un rasgo pintoresco de la villa, como puede inferirse de una lectura apresurada de la literatura romántica, las huertas constituían un medio de vida para sus dueños o arrendatarios y un elemento importante de la economía del lugar; de hecho, lo mismo que en otros muchos pueblos de la Nueva España, una variable crucial del abasto urbano, aunque habitualmente ignorada (Sánchez Rodríguez y Alfaro Rodríguez, 2013: 117). De ello son prueba los contratos de arrendamiento que se conservan en los archivos. En agosto de 1690, por ejemplo, Sebastián Merino arrendó una huerta propiedad de Gregorio Barsalio de Quiroga, ubicada en Triana, sobre el camino "que viene del paraje de las Peñuelas" (actual calle de José María Chávez). La finca constaba de sala, dos aposentos, "una cocina

²⁴ AHEA, FE, caja 2, expediente 11.

²⁵ El mandato del teniente de alcalde está fechado el 17 de abril de 1693. AHEA-FE, caja 2, expediente 3.

La villa de Aguascalientes a fines del siglo XVII



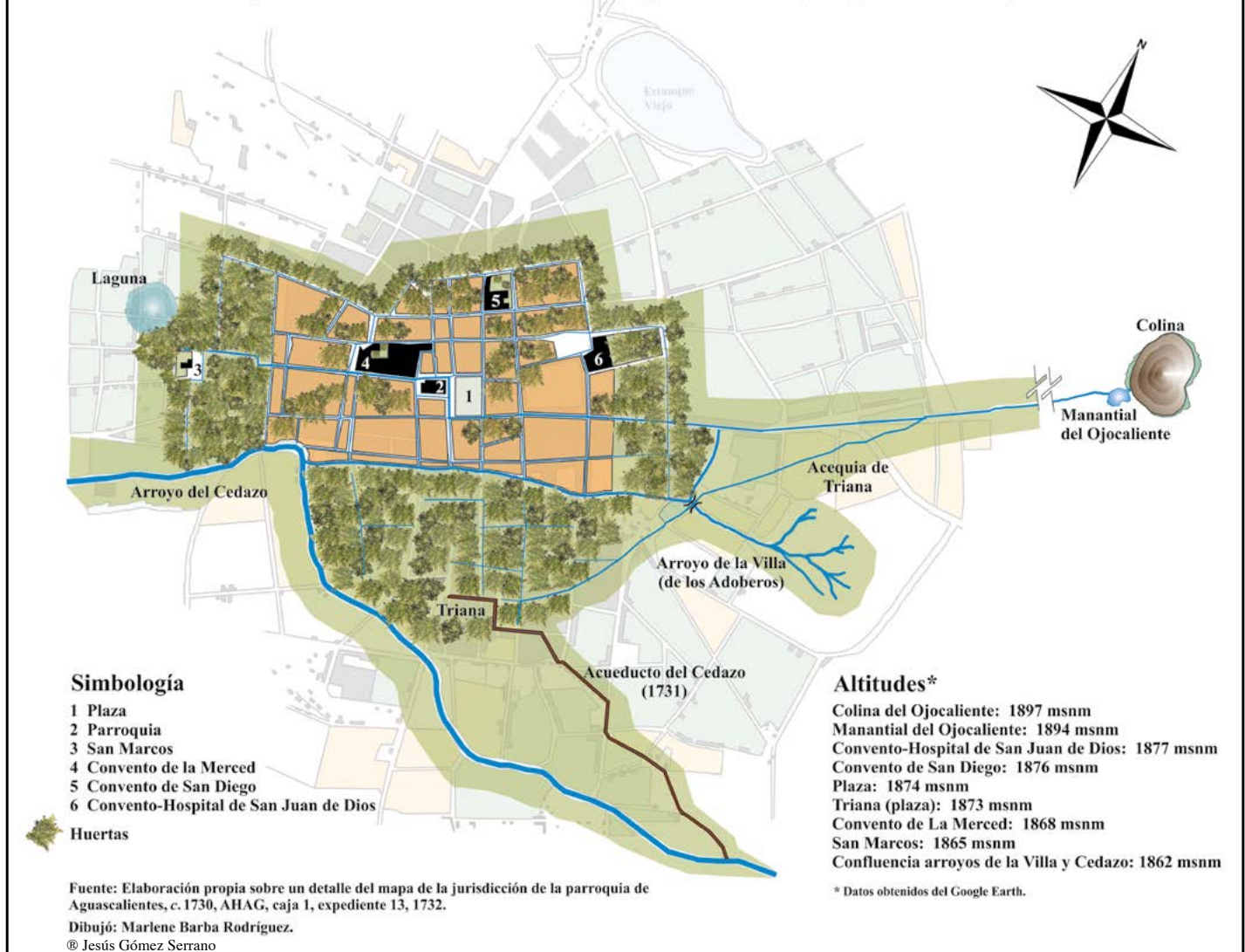
Fuente: elaboración propia sobre un detalle del mapa de la jurisdicción de la parroquia de Aguascalientes, c. 1730, AHAG, caja 1, expediente 13, 1732.

Dibujó: Marlene Barba Rodríguez

® Jesús Gómez Serrano

La villa de Aguascalientes, sus barrios y huertas a fines del siglo XVII

Sobrepuesto en el *Plano de las Huertas de Aguascalientes* (1855), de Isidoro Epstein



con su patio", techos de morrillo, "con sus puertas y ventanas y llaves de ellas, todo bien tratado", mientras que la huerta estaba "cercada toda ella de adobes". Todo se rentó por 36 pesos anuales y el arrendatario se comprometió a conservar la finca "enhiesta y bien parada", haciendo por su cuenta los "reparos que en ella fueren necesarios".²⁶ Por su parte, en marzo de 1692 el capitán Matías López de Carrasquilla, un rico minero del real de Sombrerete, le arrendó a Blas Gutiérrez una huerta contigua a la de

los padres del convento de San Juan de Dios por un plazo de cuatro años, comprometiéndose Gutiérrez a pagar ochenta pesos el primer año y cien cada uno de los tres siguientes, y además a "poner en cada un año en dicha huerta diez árboles frutales nuevos", dato este último que indica que el terreno no estaba todavía sembrado por completo.²⁷

Las huertas estaban sembradas de árboles frutales y viñas. La de Nicolás Calvillo, por ejemplo, tenía "más de dos mil quinientos árboles y plantas frutales, y entre ellos un pedazo de viña de más de mil cepas", todo cercado por una "pared de adobe".

²⁶ AHEA-FPN, caja 80, expediente 9, 29v-30v.

²⁷ AHEA-FPN, caja 84, expediente 1, 22v-23v.

Calvillo, que era por cierto uno de los firmantes de la carta de abril de 1693, calculaba que su casa y huerta valían 2500 pesos.²⁸ La de Nicolás Miguel de Huerta, clérigo de menores órdenes, tenía "quinientas plantas de árboles frutales."²⁹ En la villa, en el barrio de Triana y sobre todo en el pueblo de San Marcos el paisaje estaba seguramente dominado por huertas mucho más pequeñas.

Sin embargo, más que los árboles frutales y las viñas, lo que hacía de las huertas buenos negocios era el cultivo del chile y del trigo, productos que se consumían en grandes cantidades en la cercana ciudad de Zacatecas (Bakewell, 1976: 87-108). No eran pocos los huerteros que cultivaban trigo, a pesar de las reiteradas prohibiciones que pesaban sobre ello. El chile, que no estaba prohibido y también dejaba buenas ganancias, se cultivaba en muchas huertas de la villa, pero sobre todo en las del barrio de Triana, que eran más extensas. Pedro de Medina, por ejemplo, era dueño de dos suertes de huerta en el barrio y en ellas, según declaró en su testamento, "tengo puesto un chilar".³⁰ Antonio de Marroquín, por su parte, cultivaba en compañía de Melchor de Valderrama un chilar "que se compone de ciento y cinco almácigos".³¹

Las antiguas huertas se estaban subdividiendo, como lo ilustra el caso de "unas casas y huerta que están en una cuadra entera en la traza de esta villa", que el presbítero Juan de Huerta estaba tratando de "vender en pedazos a personas abonadas". En diciembre de 1696 le traspasó al capitán Cristóbal de Molina uno de los cuatro solares que formó, precisando que medía "cincuenta varas en cuadra", lo cual, de pasada, nos hace ver que en este caso sí se respetaron las instrucciones que dejó el visitador de la Fuente en 1609 sobre el tamaño de las cuerdas.³²

En un plano que se formó a principios del siglo XVIII, con motivo de la partición de la parroquia de Aguascalientes, hay un dibujo que en forma esquemática recrea lo que era por entonces la villa.³³ No es una reconstrucción exacta, pero si lo enriquecemos con la información que tenemos sobre la situación de la villa y sus huertas puede ser de cierta utilidad. Como si se hubieran seguido al

pie de la letra las mencionadas instrucciones (cosa que desde luego no sucedió), las cuerdas aparecen perfectamente trazadas, formando un damero de 24 celdas o manzanas. Los únicos edificios señalados son la parroquia y los conventos de La Merced (poniente), San Diego (norte) y San Juan de Dios (oriente), aunque no se dice su nombre. También está indicada la manzana ocupada por la plaza de la villa; no está en el centro del lugar, porque el arroyo limitaba el crecimiento por el sur y lo forzaba por los demás puntos. Representado como un chipote, afuera de la villa pero zurcido a ella, está el pueblo de indios de San Marcos, con su iglesia y sus pequeños huertos. Al otro lado del arroyo está el barrio de Triana, un caserío disperso y muy extendido, una zona de huertas que no tiene traza rectangular. En la villa misma había muchas huertas, como lo sugieren unos manchones verdes que parecen arboledas, y las calles son a la vez acequias; o tal vez, dada la importancia de las huertas, más que calles son acequias por las que discurre el agua.

Así entendido, ese pequeño dibujo ilustra y prueba la hipótesis principal de este artículo, es decir, que a fines del siglo XVII las huertas ya eran un rasgo esencial del paisaje local, ese "cinturón de esmeralda" que rodeaban la villa por los cuatro vientos, según la caracterización de Correa que citamos al principio. Había muchas en el casco antiguo de la villa y en el pueblo de San Marcos, pero más en Triana, donde se expandían con rapidez y daban su personalidad al barrio. El título de composición de 1644 había previsto que el manantial del Ojocaliente y su red de acequias regaran las huertas y satisficieran el consumo doméstico, aunque los problemas se multiplicaron en la misma medida en que se formaron nuevos plantíos y se expandió la demanda. El principal protagonista de los problemas que se suscitaron durante la segunda mitad del siglo XVII fue el barrio de Triana aunque, como vimos, en la villa había también muchos propietarios que accedían al agua sin tener sus títulos o mercedes en regla. Como dijo el procurador Pérez de Velasco en 1687, el problema de fondo era el crecimiento de la villa, la multiplicación de huertas y sobre todo, conforme pasaba el tiempo, la dificultad de distinguir los títulos válidos de los fingidos, pues todos sangraban las acequias por igual con tal de llevar agua a sus plantíos. Las cosas no cambiarían en lo esencial en el curso de los siguientes doscientos años. Como en cierto cuento de Borges, la historia fue la misma, sólo cambiaron las circunstancias y "uno o dos nombres propios".

²⁸ AHEA-FPN, caja 84, expediente 2, 1f-2v.

²⁹ AHEA-FPN, caja 80, expediente 9, 1f-3f.

³⁰ AHEA-FPN, caja 71, expediente 1, 1f-7v.

³¹ AHEA-FPN, caja 84, expediente 5, 45f-46v.

³² AHEA-FPN, caja 84, expediente 5, 67f-68f.

³³ Mapa de la jurisdicción de la parroquia de Aguascalientes, c. 1730, AHAG, caja 1, expediente 13, 1732.

LITERATURA CITADA

- ABOITES AGUILAR, L. *El agua de la Nación. Una historia política de México (1888-1946)*. México: CIESAS, 1998.
 - ARREGUI, D. L. *Descripción de la Nueva Galicia*. Guadalajara, edición del Gobierno del Estado de Jalisco, 1980.
 - BAKEWELL, P. J. *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
 - *Boletín de la Sociedad de Historia, Geografía y Estadística de Aguascalientes*. Aguascalientes, 1934-1935.
 - CALVO, T. *Poder, religión y sociedad en la Guadalajara del siglo XVII*. México: CEMCA-Ayuntamiento de Guadalajara, 1992.
 - CHEVALIER, F. *La formación de los latifundios en México. Tierra y sociedad en los siglos XVI y XVII*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
 - CORREA, E. J. *Un viaje a Termápolis*. Aguascalientes, México: Ediciones Botas, 1937.
 - DE LA MOTA Y ESCOBAR, A. *Descripción geográfica de los reinos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León*. México: Instituto Jalisciense de Antropología e Historia, 1966.
 - DE LA TORRE RANGEL, J. A. *Aguas Calientes. Vida y equidad*. Aguascalientes: IMPLAN-UAA, 2004.
 - DELGADO AGUILAR, F. J. *Obra pública, cambio urbano y protesta social en la primera mitad del siglo XX. El abasto de agua en la ciudad de Aguascalientes*. Tesis de Doctorado en Historia. El Colegio de México, 2011.
 - FEBVRE, L. *El problema de la incredulidad en el siglo XVI. La religión de Rabelais*. Madrid: Akal, 2012.
 - FERNÁNDEZ LEDESMA, E. Aguascalientes, la ciudad de las flores, de los frutos y de las aguas. En A. Acevedo Escobedo (selección y prólogo), *Letras sobre Aguascalientes*. Aguascalientes: Gobierno del Estado, 1976.
 - GERHARD, P. *La frontera norte de la Nueva España*. México: UNAM, 1996.
 - GONZÁLEZ, A. R. *Historia del Estado de Aguascalientes*. México, Librería, Tipografía y Litografía de V. Villada, 1881.
 - GUTIÉRREZ, J. A. *Aguascalientes y su región de influencia hasta 1810. Sociedad y política*. Guadalajara: Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara-Amigos de la Historia de Los Altos, A. C., 1998.
 - HERNÁNDEZ LÓPEZ, J. J. *Paisaje y creación de valor. La transformación de los paisajes culturales del agave y del tequila*. Zamora: El Colegio de Michoacán-Fideicomiso "Felipe Teixidor y Monserrat Alfau de Teixidor", 2013.
 - HILLERKUSS, T. *Documentalia del sur de Jalisco*. Zapopan: El Colegio de Jalisco- INAH, 1994.
 - PAREJA, F. *Crónica de la Provincia de la Visitación de Nuestra Señora de la Merced Redención de Cautivos de la Nueva España... escrita en 1688*. México: Imprenta de J. R. Barbedillo y Cía., 1883. (Reimpresión facsimilar del Archivo Histórico de San Luis Potosí, 1989.)
 - RIBERA CARBÓ, E. *Herencia colonial y modernidad burguesa en un espacio urbano. El caso de Orizaba en el siglo XIX*. México: Instituto Mora, 2002.
 - SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, M. (Coord.), *El riego en los pueblos huerteros michoacanos. En Entre campos de esmeralda. La agricultura de riego en Michoacán (pp.77-99)*. Zamora: El Colegio de Michoacán-Gobierno del Estado de Michoacán, 2002.
 - _____. *Los pueblos huerteros de la cuenca del Tepalcatepec*. En J. Ortiz Escamilla (Coord.), *La transformación de los paisajes culturales en la cuenca del Tepalcatepec*. Zamora: El Colegio de Michoacán, 2012.
 - _____. y ALFARO RODRÍGUEZ, E. *Notas para la historia de la horticultura y el autoabasto urbano en México. Sociedad y Ambiente*, año 1, 1(2): 116-140, julio-octubre de 2013.
 - SUPER, J. C. *La vida en Querétaro durante la Colonia, 1531-1810*. México: Fondo de Cultura Económica, 1983.
 - TOPETE DEL VALLE, A. *Aguascalientes. Guía para visitar la ciudad y el estado*. Aguascalientes: edición del autor, 1973.
 - _____. *Estampas de Aguascalientes*. Aguascalientes: FONAPAS, 1980.
- Archivos consultados**
- AHAG. Archivo Histórico del Arzobispado de Guadalajara. Guadalajara, Jal.
 - AHEA. Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags., Fondo de Protocolos Notariales (FPN), Fondos Especiales (FE) y Fondo de Adquisiciones (FA).
 - AIPNG. Archivo de Instrumentos Públicos de la Nueva Galicia, Guadalajara, Jal.
- De páginas electrónicas**
- MARTÍNEZ, L. P. *Un oasis para una ciudad: el palmeral y el regadío tradicional de Elche*. En *El palmeral de Elche: Un paisaje cultural heredado de Al-Andalus*. Valencia: Generalitat Valenciana y Ayuntamiento de Elche, 2005. Recuperado de <http://www.cult.gva.es/palmeral/es.html>.

Literacidad digital: aprendizaje fuera de la escuela por alumnos de educación primaria en Aguascalientes, México

Digital literacy: learning outside the classroom in primary education students in Aguascalientes, Mexico

Cecilia Martínez Romo^{1*}, Daniel Eudave Muñoz¹

Martínez Romo, C., Eudave Muñoz, D. Literacidad digital: aprendizaje fuera de la escuela por alumnos de educación primaria en Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 58-66, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

El objetivo fue caracterizar la disponibilidad, apropiación y uso de prácticas de literacidad digital (LD) fuera de la escuela (FDE) en alumnos de educación primaria. Se realizó un estudio cuantitativo-cualitativo (2011-2012). En la parte cuantitativa se exploró la LD-FDE mediante un cuestionario en 127 alumnos (11-12 años) de dos escuelas públicas mexicanas. En la parte cualitativa: se entrevistó individualmente a 12 alumnos durante ejercicios de lectura (*Libro de Texto Gratuito de Ciencias Naturales*, versión digital) en una laptop con acceso a internet. Se encontró que los alumnos dedicaron espontáneamente una gran cantidad de tiempo (25.5 ± 5.3 h/s) en el uso de la computadora e Internet FDE y emplearon hábilmente herramientas electrónicas en las tareas escolares, como el panel de navegación, palabras clave y búsqueda simultánea en el ciberespacio. Estos resultados sugieren que es posible aprovechar el interés de los alumnos e integrar los aprendizajes FDE mediante

Palabras clave: literacidad digital, aprendizaje fuera de la escuela, tecnologías de la información y comunicación, prácticas letradas dominantes, prácticas letradas vernáculas, educación primaria.
Keywords: digital literacy, classroom outside learning, information and communication technologies, dominant literacy practices, vernacular literacy practices, primary school.

Recibido: 25 de marzo de 2014, aceptado: 4 de septiembre de 2014

¹ Departamento de Educación, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: ceciliamr@hotmail.com

el diseño de experiencias educativas atractivas, y mejorar el logro educativo.

ABSTRACT

The aim of the study was to characterize the appropriation and use of children digital literacy (DL) outside primary schools (OPS). Quantitative and qualitative design (2011-2012) was performed. In the quantitative part, the EL-OPS from 127 students (11-12 years) from two public schools were explored via questionnaire. For the qualitative part, 12 students were individually interviewed during reading exercises (Free textbooks of Natural Science, digital version) on a laptop with internet access. The study showed that the students spontaneously spent a lot of time (25.5 ± 5.3 h/w) in computers and Internet use in OPS. These results suggest that it is possible to capitalize the students interest and to integrate the FDE learning by designing attractive educational experiences and improving their level of educational achievement.

INTRODUCCIÓN

Se define a la literacidad (inglés: *literacy*, francés, *lettrisme*, portugués: *letramento*) como una práctica letrada que incluye a todos los usos sociales de la lectura y la escritura para propósitos comunicativos (Barton, 2007). Con el uso generalizado de las tecnologías de la información y comunicación (TIC: web, chat, blogs, redes sociales, foros, etc.) se han originado nuevos empleos, prácticas y habilidades letradas y se puede hablar de nuevas literacidades (Lankshear y Knobel, 2008). La *literacidad* digital (LD) agrupa a estas prácticas sociales de comprensión de textos y de capacidad de razonamiento asociadas

al empleo de TIC (Cassany, 2006; Barton, 2007). En la educación, la LD se ha establecido como un recurso nuevo, con potencial de mejorar significativamente el aprendizaje y el rendimiento escolar (Lankshear y Knobel, 2008; Poveda y Sánchez, 2010; Warschauer y Matuchniak, 2010).

En la LD, Shetzer y Warschauer (2000) han identificado tres componentes: la comunicación, la construcción y la investigación de la información. En la comunicación se incluyen las destrezas para interactuar con las personas y sus textos a través de artefactos electrónicos (PC, laptop, webphone, i-pad, i-pod, etc.), los cuales facilitan un sistema alternativo de reglas, protocolos de interacción y géneros nuevos (e-mail, chat, blog, red, etc.) que contienen estructuras discursivas, fraseología (emoticones, abreviaturas, estructura sintáctica, etc.), registros y formas de cortesía muy diferentes a los tradicionales, lo que modifica el aprendizaje ortográfico y sintáctico del lenguaje escolar por códigos de comunicación entre iguales (Cassany, 2008).

En la LD, la construcción del lenguaje escrito contiene cambios relevantes con tres matices: se pasa de la prosa lineal al hipertexto, del lenguaje verbal al objeto multimedia y del autor a la coconstrucción de textos en coautoría (Shetzer y Warschauer, 2000; Cassany, 2006); mientras que la investigación de la información se refiere a las competencias involucradas al navegar por la red, buscar información y leer en sitios web (Shetzer y Warschauer, 2000; Cassany, 2006). En estos sitios es necesario que el alumno adquiera la capacidad para evaluar la validez, fiabilidad y utilidad de la información, así como de mantener su capacidad de autodirección y de mantener el propósito de búsqueda (Monereo y Badía, 2013).

Se ha propuesto (Shetzer y Warschauer, 2000; Area, 2005, 2009) incluir en la LD diversas habilidades motrices e intelectuales de computación, manejo de hardware/software y de navegación; en especial el uso de motores de búsqueda, recuperación y evaluación de información, habilidades verbales, visuales y auditivas para el uso de archivos de imagen y sonido.

La LD ha originado nuevas prácticas letradas en los entornos escolares y fuera de la escuela (FDE), de tal manera que las prácticas letradas escolares (PLE) o prácticas letradas dominantes son decididas en los planes educativos, aunque

se han venido desarrollando simultáneamente con prácticas letradas vernáculas (PLV), realizadas y aprendidas fuera de la escuela; autogeneradas y autorreguladas por el alumno (Barton, 2007).

En general, la LD puede desarrollarse como PLV si las prácticas son destinadas a propósitos no académicos; o bien como PLE, cuando migran para la realización de tareas académicas, aun sin la presencia, mediación o supervisión de un profesor (Scribner y Cole, 1981; Barton, 2007). Las PLV han llamado la atención porque inducen a la modificación del lenguaje y de las habilidades del alumno, también se adecuan a la participación específica dentro del microambiente electrónico-digital y relacional en el que le gusta participar (Lankshear y Knobel, 2008).

En la Educación básica, todas las asignaturas escolares tienen una expresión textual, por lo que las prácticas letradas, la capacidad de comprensión de textos y las capacidades de razonamiento asociadas son indispensables para el alcance de los objetivos educacionales. La política educativa nacional marca el propósito de continuar la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal forma que se permita a los estudiantes desarrollar sus capacidades para aprender a aprender (Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018). Por ello, parece conveniente comprender y explicar la forma en que la literacidad digital, dentro o fuera de la escuela, configura las prácticas letradas de los estudiantes e influye en su aprendizaje.

Con la ampliación del uso educativo de las TIC, el texto electrónico demanda nuevas habilidades lectoras como la capacidad de localización, selección, interpretación y evaluación de la información (OCDE-PISA, 2011). Además, sólo puede desarrollarse la LD si existe disponibilidad, acceso y uso de la infraestructura y materiales educativos; además de que los alumnos participan habitualmente en prácticas lectoras con TIC, de manera que logra darse una apropiación adecuada (Kalman, 2008).

Las PLV han sido abordadas como un tema de gran importancia en diversos lugares del mundo y muchos investigadores las han retomado dentro de contextos de educación primaria, secundaria y universitaria (Adell et al., 2007; Coiro y Doler, 2007; Poveda y Sánchez, 2010). Sus principales resultados señalan que los jóvenes son usuarios cotidianos de

las TIC en diferentes actividades de la vida familiar, mientras que una proporción significativa no tiene acceso o bien carece de las habilidades necesarias para su uso eficiente (Warschauer y Matuchniak, 2010). Por consiguiente, el objetivo del estudio fue caracterizar la disponibilidad, apropiación y uso de prácticas de literacidad digital fuera de la escuela en alumnos de educación primaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo mediante un diseño mixto, con fases cuantitativa y cualitativa (Creswell, 2013), durante el ciclo escolar 2011-2012, para lo cual se seleccionaron mediante el método por conveniencia (Kerlinger y Lee, 2002), dos escuelas públicas de educación primaria ubicadas en la ciudad de Aguascalientes, México. Estas escuelas contaban con sala de cómputo y el software educativo Enciclomedía como apoyo a las actividades docentes. Participaron los 127 alumnos inscritos en los cuatro grupos de sexto grado, con edades entre 11 y 12 años de edad.

Los alumnos fueron clasificados en tres grupos de acuerdo al nivel de dominio obtenido en la prueba de Español de la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) aplicada en el ciclo escolar anterior (2010-2011). La prueba ENLACE categorizó el nivel de logro como Elemental, Bueno y Excelente, cuando el sustentante obtuvo un puntaje de 413-581, 582-714 y 715-800, respectivamente (SEP, 2011). No se contó con alumnos de nivel Insuficiente, que hubieran obtenido entre 200 y 412 puntos (Tabla 1). Este criterio de clasificación de los alumnos asume que hay capacidad diferencial de conocimiento estratégico entre diferente tipo de alumnos (Coiro y Doler, 2007; Voss et al., 2010; Ramos y Vidal-Abarca, 2013).

Fase cuantitativa

Se elaboró un cuestionario conformado por 24 preguntas de opción múltiple y 6 dicotómicas, con base en estudios similares (Coiro y Doler, 2007; Poveda y Sánchez, 2010; OECD-PISA, 2011). Las preguntas se orientaron a identificar las variables relacionadas con disponibilidad, acceso y uso de TIC en la casa para el aprendizaje (frecuencia de uso, tipos de uso, cantidad de tiempo al día, lectura en pantalla, uso de internet, lectura de materiales escolares y otras actividades académicas extraescolares), así

como preguntas acerca de su percepción como lectores y usuarios de las TIC. El cuestionario fue presentado al Consejo Técnico Escolar de cada escuela; se obtuvo el consentimiento informado de los padres de familia y de los profesores de grupo. Posteriormente, se explicó a los alumnos y se logró su participación voluntaria para ser autoaplicado en el salón de clase. En entrevista con su profesora, se corroboró la información académica que aportaron los estudiantes.

La información cuantitativa se codificó, capturó y analizó con ayuda del software Statistical Package for the Social Sciences. Se realizó análisis de varianza, comparación de medias por la prueba de rango de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher y la prueba de Kruskal-Wallis para medianas de los subgrupos de nivel de ENLACE. También se empleó la prueba de chi cuadrada (χ^2) para comparar las proporciones de alumnos de cada nivel de logro de la prueba ENLACE que presentaban percepciones características como usuarios de las TIC. Cuando el valor-P fue menor que 0.05, se consideró que existió una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos con un nivel de 95.0% de confianza.

Fase cualitativa

Con el propósito de analizar los procesos de lectura de material electrónico, de los 127 alumnos participantes se seleccionaron los primeros alumnos que aceptaron voluntariamente continuar su participación en el estudio hasta alcanzar un total de 12, con un alumno de cada nivel de ENLACE por cada uno de los cuatro grupos. Este análisis se realizó por medio de una entrevista semiestructurada individual (Albert, 2007) de los alumnos dedicados a resolver la tarea "Aprovechamiento de la Energía" utilizando el *Libro de Texto Nacional de Ciencias Naturales de Sexto Grado* (SEP, 2009) en versión electrónica (pdf).

Como evidencia de los procesos de los alumnos se registraron los eventos mediante la transcripción de la grabación de los diálogos y también con la captura e impresión de la imagen de la pantalla in situ. Las respuestas de los alumnos se analizaron para sistematizar la información e identificar patrones de ideas y explicaciones similares; los resultados fueron puestos a consideración de evaluadores externos mediante la técnica de jueceo (Delval, 2001).

RESULTADOS

En este estudio se encontró (Tabla 1) que la mayoría de los alumnos de sexto grado de educación primaria tenían acceso extraescolar a la computadora ($97.7 \pm 2.6\%$) e internet ($88.2 \pm 6.1\%$), así como experiencia en el uso de las TIC desde edades tempranas (7.9 ± 1.8 años). Sin embargo, la experiencia en el uso de la computadora fue diferente en cada uno de los niveles de desempeño en la prueba ENLACE, ya que los alumnos clasificados como Excelente o Bueno reportaron mayor experiencia que los de nivel Elemental.

Los alumnos reportaron que el uso de las TIC dentro del entorno escolar se restringió a facilitar las actividades docentes; ya que en su experiencia dentro de la escuela no tuvieron acceso directo a la sala de cómputo, ni a algún otro equipo, conectividad o al software educativo Enciclomedia. El equipamiento electrónico escolar

lo emplearon únicamente para la presentación de proyectos escolares específicos, elaborados en casa empleando algún software apropiado para procesar textos y recursos multimedia. En esos casos reportan que utilizaron su dispositivo portátil de memoria (USB) y la maestra proyectaba su trabajo en la pantalla del aula.

El acceso a las TIC se puso de manifiesto cuando los alumnos informaron que se dedicaron voluntariamente a diversas PLV durante una gran cantidad de tiempo cada semana (25.5 ± 5.3 h), mediante el uso de la computadora e internet en ambientes extraescolares (Tabla 2). Se encontró una variación amplia del tiempo empleado en la computadora e internet (11.3 - 39.7 h/s), por lo cual no se apreciaron diferencias significativas; además, fue notorio que el grupo de alumnos de nivel Excelente dedicaron significativamente menos cantidad de tiempo a esas actividades que los estudiantes de los otros niveles.

Tabla 1. Experiencia de los alumnos en actividades computacionales y disponibilidad de computadora e internet fuera de la escuela por nivel de ENLACE

ENLACE (Nivel)	Alumnos (No.)	Edad (Años)	Experiencia computacional (Años)	Disponibilidad fuera de la escuela (%)	
				Internet	Computadora
ELEMENTAL	53	12	2.0 ^b	83.0 ^B	98.1 ^A
BUENO	59	11	3.7 ^a	94.9 ^A	94.9 ^A
EXCELENTE	15	11	4.5 ^a	86.7 ^B	100.0 ^A

a-b Literales diferentes entre promedios de niveles de ENLACE de una misma categoría representan diferencias estadísticamente significativas a la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher ($P < 0.05$).

A-B Literales diferentes entre niveles de ENLACE de una misma categoría representan diferencias estadísticamente significativas a la prueba de Chi cuadrada ($P < 0.05$).

Tabla 2. Comparación del uso de la computadora e internet (h/s) fuera de la escuela

ENLACE (Nivel de logro)	Promedio	Límites de confianza al 95% (LI, LS)	Mediana
Uso de computadora			
ELEMENTAL	11.4 ^a	7.1, 15.8	12.0 ^A
BUENO	14.5 ^a	10.1, 18.9	7.0 ^B
EXCELENTE	9.9 ^a	5.5, 14.3	6.0 ^B
Uso de internet			
ELEMENTAL	14.2 ^a	9.6, 18.9	14.0 ^{AB}
BUENO	16.2 ^a	11.6, 20.8	21.0 ^A
EXCELENTE	10.3 ^a	5.8, 14.9	8.0 ^B

a-b Literales diferentes entre promedios de niveles de ENLACE de una misma categoría representan diferencias estadísticamente significativas a la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. LI y LS: Límites de confianza de la media inferior y superior al 95%.

A-B Literales diferentes entre medianas en los niveles de ENLACE de una misma categoría representan diferencias estadísticamente significativas a la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 3. Prácticas de literacidad digital por los alumnos de educación primaria de acuerdo al nivel de ENLACE

Literacidad electrónica	Actividad	Elemental		Bueno		Excelente	
		(h/s)	(%)	(h/s)	(%)	(h/s)	(%)
Comunicación	Redes sociales	4.08	28.7	8.08	49.9	3.44	33.4
	Correo electrónico	2.64	18.6	1.13	6.9	1.39	13.5
	Descargas	2.40	16.9	2.60	16.0	2.10	20.4
	Juegos interactivos	1.43	10.1	1.64	10.1	0.67	6.5
	Sitios web	1.20	8.5	0.70	4.3	1.20	11.7
Construcción	Desarrollar una tarea	1.22	8.6	0.50	3.1	0.67	6.5
Investigación	Buscar un tema escolar	1.22	8.6	1.56	9.6	0.83	8.1
	Total	14.20	100	16.20	100	10.30	100

Tabla 4. Percepción de los alumnos como usuarios de las TIC de acuerdo al nivel de logro obtenido en la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE)

Pregunta*	ENLACE (Nivel)			Valor de P (Chi ²)
	Elemental	Bueno	Excelente	
¿Crees que lees mucho mejor que tus compañeros?	2.5	2.0	1.5	0.030
¿Crees que te gusta leer más que tus compañeros?	2.5	2.0	2.2	0.086
¿Eres bueno para usar motores de búsqueda de Internet (Google, Yahoo, Ask, etc.)?	1.4	1.3	1.4	0.541
¿Eres bueno para realizar búsquedas dentro de las páginas de Internet (ligas, hipertextos, lectura rápida)?	1.6	1.6	1.6	0.699

* = La respuesta a cada pregunta se codificó con la escala siguiente: 1= Muy bueno; 2= Bueno; 3= Regular.

Los alumnos participantes reportaron que la mayoría del tiempo extraescolar ($85.2 \pm 2.2\%$) fue dedicado a diversas actividades comunicativas realizadas con la navegación en internet (Tabla 3). Reportaron que utilizan ocasionalmente el ciberespacio como herramienta educativa (2.0 ± 0.5 h/s), solamente para cumplir con las tareas escolares asignadas, desarrollar temas de investigación, complementar la clase o para cumplir con los proyectos de las diferentes asignaturas escolares. Sin embargo, a estas PLE les dedican mucho menos tiempo ($14.8 \pm 2.3\%$) que a las PLV de comunicación libre.

Cuando se interrogó a los alumnos acerca de su percepción como usuarios de las TIC las respuestas no variaron en puntuación y no se encontraron diferencias significativas. Todos los alumnos se percibieron como muy buenos usuarios de las TIC e incluso mostraron agrado al responder las preguntas comunes (Tabla 4). Los alumnos informaron que desde hace varios años les gusta descargar videojuegos, usar sitios web para redes sociales,

servicios de microblogging y correo electrónico. Informaron también que sus familiares o amigos les han enseñado a utilizar la computadora e internet, disponibles en su casa o en algún sitio cercano. Informan que a veces la usan para investigar temas de las asignaturas escolares.

Durante las entrevistas personalizadas los estudiantes expresaron que han aprendido fuera de la escuela a emplear el hardware, el software y la conectividad, así como también se han adiestrado FDE para hacer uso de los textos digitales. A continuación se presentan algunos diálogos de alumnos prototipo ("A" y "N") dedicados a comprender la lectura en pantalla "Aprovechamiento de la Energía". Al ir leyendo en voz alta, les surgieron dudas acerca de qué tipo de recurso era el carbón; si contamina o no, si es renovable o no; por lo que trataron de resolverlas y generalizar las estrategias que empleaban en situaciones semejantes:

“N” (Nivel Excelente): “La maestra nos deja buscar unas palabras en el Internet y buscar lo que significa. Y una vez la maestra nos puso una palabra rara; eran los tecnicismos; ahora ya sé que son porque los investigué y al siguiente día nos dio ese tema. Mi búsqueda fue correcta. Yo digo que fue correcta, porque lo que investigué, lo escribí y al siguiente día lo traje; entonces lo que decía la maestra era casi lo mismo que yo había investigado”.

“A” (Nivel Excelente): “Para investigar y buscar información, la busco en páginas de Internet como Google, Wikipedia, etc. En la barra de búsqueda pongo palabras claves de lo que quiero leer y selecciono lo que más se parece a lo que quiero encontrar” (...) “La maestra nos deja tarea para investigar en el Internet y nos pide que hagamos presentaciones en PowerPoint para los proyectos escolares. Nosotros llevamos también la memoria USB y la maestra la pone en la computadora”

Las Figuras 1 y 2 presentan la captura de las pantallas del trabajo de los alumnos respondiendo las indicaciones del investigador. En esta búsqueda “N” tomó decisiones autónomas de acuerdo a la duda surgida durante la lectura en texto digital y utilizó internet como estrategia para resolver un problema de comprensión, además mostró la aplicación de habilidades lectoras de búsqueda y evaluación de la información ante los procesos de lectura en pantalla.

En el caso “A”, el alumno comentó inmediatamente que la computadora en la que iba a trabajar no era como la suya “porque tiene un

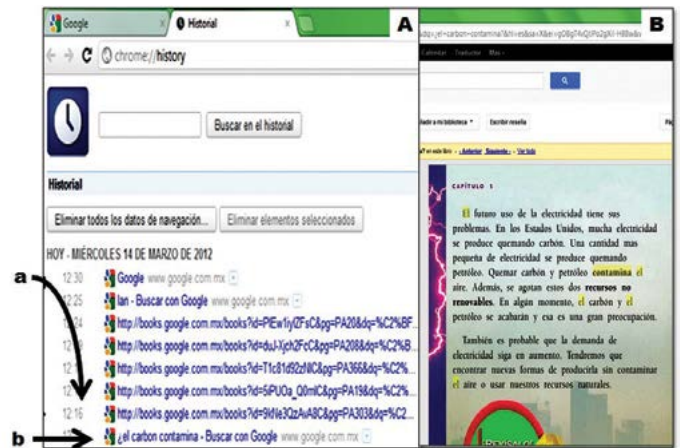


Figura 1. Investigación de información con un motor de búsqueda (Google) por el alumno entrevistado (“N”). Panel A: Historial de navegación y exploración de las páginas disponibles acerca de las palabras clave(a) y de selección de la dirección electrónica más conveniente (b) ante la pregunta ¿el carbón contamina? Panel B: Despliegue de la página seleccionada.

teclado diferente a la de mi casa”; entonces, se le dio tiempo para explorar y familiarizarse con la computadora. Al comenzar a trabajar, su lectura fue rápida y silenciosa; seleccionó información, desplazándose en el texto mediante el panel de navegación, usando simultáneamente el mouse y el teclado. “A” hizo las acciones que se muestran en la Figura 2. Se le pidió que comentara en voz alta las

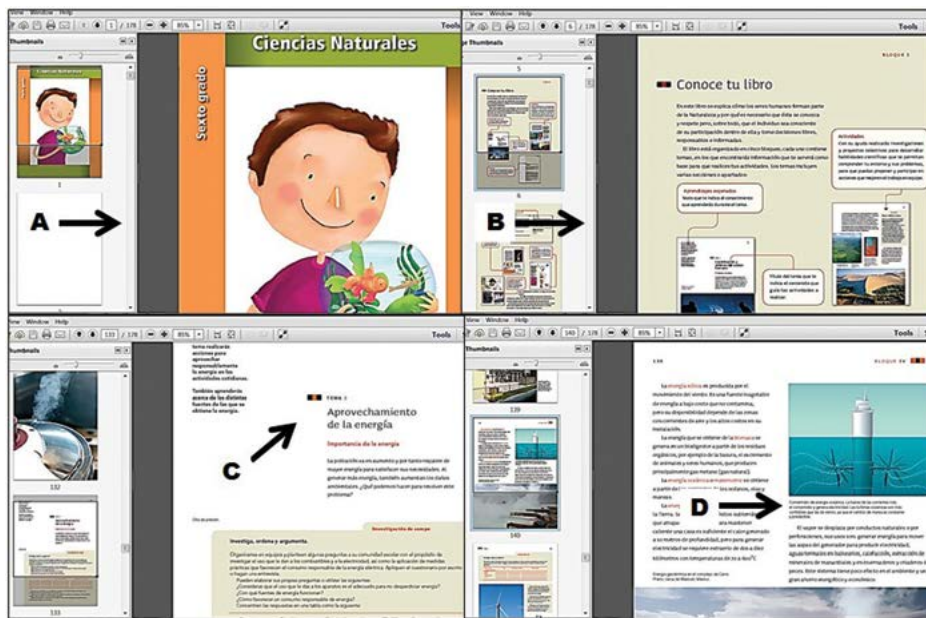


Figura 2. Uso de la versión electrónica del Libro de texto Ciencias Naturales Sexto Grado (SEP, 2010). Panel A: Identificación del panel de navegación. Panel B. Exploración general de contenidos. Panel C: Lectura del tema “Aprovechamiento de la energía”. Panel D: Identificación de palabras clave.

acciones que estaba realizando. Según explicó "A", se guiaba por medio de la búsqueda de palabras en el texto, que señala como "*palabras clave; porque sirven para señalar lo importante y no tener que leer todo*".

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró un uso generalizado de las TIC, lo que posibilitó las prácticas de LD y el aprovechamiento de la lectura multimodal en pantalla de los alumnos de sexto grado de educación primaria, debido tanto a la ejecución de PLV como a una amplia dedicación a la LD en ambientes FDE. Estos resultados son coincidentes con los resultados de la encuesta del INEGI (2013) acerca de la disponibilidad y uso de las tecnologías de la información en el hogar en México, en la que se cuantifican 49.4 millones de usuarios de computadoras y 46.0 de internet, de un total de 118.4 millones de mexicanos, con un incremento anual del 12.5%; especialmente los jóvenes (62.6%), de entre 12 y 34 años de edad, que emplean estos recursos con fines comunicativos o recreativos.

También se encontraron diferencias en las PLE en comparación con las PLV. Los alumnos dedicaron una gran cantidad de tiempo (25.5 ± 5.3 h/s) a PLV mediante el uso de la computadora e internet en ambientes FDE. En este estudio no se encontró una asociación entre la dedicación al internet y a la computadora en los alumnos con la puntuación obtenida en la prueba ENLACE ($p > 0.05$), un aspecto que pudiera estar asociado es el escaso tiempo (2.0 ± 0.5 h/s) que dedicaron los alumnos a la construcción e investigación de temas escolares.

Este hallazgo es parecido a las conclusiones del estudio realizado por Adell et al. (2007) en el que informan que los niños españoles en los ambientes fuera de la escuela dedican más tiempo a jugar con la computadora que a realizar las tareas escolares. Al igual que en nuestro estudio, la mayoría de los niños dedican su tiempo a actividades poco productivas, desde el punto de vista académico. Otros resultados similares han sido descritos por Poveda y Sánchez (2010) en 2,283 estudiantes de secundaria de la ciudad de Madrid, España. Estos autores tampoco encontraron una relación clara entre las prácticas de LD y la trayectoria académica de los alumnos.

Sin embargo, se ha argumentado que algunos videojuegos y el uso de las TIC pudieran influir



Figura 3. Lectura en pantalla de la versión digital del *Texto Gratuito de Ciencias Naturales Sexto grado* (SEP, 2009) por una alumna de educación primaria. Fotografía propiedad de la autora.

positivamente en las capacidades académicas y aportar ventajas académicas claras a los alumnos (Gee, 2004; Whitebread, et al., 2009; Holmes, 2011; Homer et al., 2014). En este estudio fue claro que los alumnos pudieron emplear las habilidades lectoras aprendidas FDE e hicieron una transferencia de las PLV hacia las PLE, por lo que se muestra en este estudio un posible impacto benéfico del uso de las TIC en condiciones extraescolares, siempre que se oriente la actividad hacia objetivos claramente académicos (Corrin et al., 2010).

Un hallazgo importante en nuestro estudio es que el aprendizaje de la LD no ha sido incluido de manera real en las instituciones; ya que las acciones y las habilidades de la lectura en pantalla, con soltura y eficacia de los estudiantes, no se adquirieron de manera formal en la escuela. Aunque se señala oficialmente (SEP, 2009) como aprendizaje esperado, los alumnos expresaron que siempre han aprendido FDE en distintos entornos y con diferentes mediadores: en la casa con familiares, en su barrio con amigos, con los abuelos, en el cibercafé con el encargado, etc. Este aprendizaje informal prevalece ampliamente a pesar de que las competencias de búsqueda, organización y construcción de información mediante TIC están señaladas como aprendizajes esperados en el plan y programa de estudios vigentes (SEP, 2009).

Aunque ha existido un esfuerzo oficial continuado (PND 2007-2012; PND 2013-2018) para difundir más ágilmente los libros de texto mediante su conversión a formatos electrónicos portátiles (PDF) y su incorporación dentro de plataformas educativas integrales (Enciclomedia, Habilidades Digitales para Todos, Estrategia Digital Nacional), en el diálogo con los niños se identificó que en el aula ellos no utilizan directamente esos materiales; cuyas características incluyen herramientas muy útiles para la lectura como panel de navegación, búsqueda de información de textos mediante el uso de palabras clave, hipervínculos, hipertextos, etc. Es relevante porque la LD es mucho más activa, el lector hace barridos visuales amplios y búsquedas rápidas de fragmentos de interés, lo cual incrementa su eficacia lectora (Lamarca, 2011). Por tanto, los resultados presentados sugieren que es posible el aprovechamiento del interés de los alumnos en la LD desarrollando PLV en ambientes FDE, de tal forma que se mejore su competencia lectora transfiriendo la apropiación de prácticas lectoras.

CONCLUSIONES

En este estudio se puso de manifiesto que los alumnos de educación primaria tienen un conocimiento suficiente y un gran interés en el uso de las tecnologías de información y comunicación, por lo que emplean voluntariamente una gran cantidad de tiempo extraescolar y alcanzan niveles convenientes de dominio de la literacidad digital. Este dominio fue transferido con facilidad y eficacia

en la resolución de un problema académico habitual en los contenidos escolares.

Se aportaron evidencias empíricas del desarrollo de la LD en ambientes FDE, mediante su empleo regular en sus entornos familiares y sociales. No se encontraron diferencias significativas del tiempo de uso de computadora e internet entre los niveles de logro académico de ENLACE obtenido por alumnos de educación primaria. Los alumnos utilizaron poco las TIC para desarrollar actividades con propósitos académicos (2.0 ± 0.5 h/s); por lo que no pareció impactar significativamente en la mejora del dominio de los objetivos educativos señalados en el currículum oficial. De lo anterior puede deducirse que la enseñanza debiera hacer hincapié en la planeación del desarrollo de las competencias necesarias para el aprendizaje en entornos electrónicos extraescolares. Es importante que en estudios futuros se pueda explorar si las PLV modifican las competencias de aprendizaje académico.

También se requiere diseñar estrategias y experiencias educativas atractivas para que los alumnos aprovechen la intervención pedagógica, la gestión escolar y la participación de los padres de familia, para que la apropiación de las TIC impacte positivamente en su desempeño escolar y en el nivel de logro educativo. Estas prácticas letradas vernáculas constituyen una excelente alternativa para el desarrollo de las habilidades lectoras y la mejora en los procesos de comprensión lectora.

LITERATURA CITADA

- ADELL, J. et al. *Introducción temprana a las TIC: estrategias para educar en un uso responsable en educación infantil y primaria*. España: Ed. Ministerio de Educación y Ciencia, 2007.
- ALBERT, M. J. *La investigación educativa. Claves Teóricas*. España: McGraw-Hill/Interamericana, 2007.
- AREA, M. *Introducción a la Tecnología Educativa*. Universidad de la Laguna. España: La Laguna, 2009.
- AREA, M. Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Relieve*, 11: 3-25, 2005.
- BARTON, D. *An Introduction to the Ecology of Written Language*. 2 ed., Massachusetts: Blackwell Publishers Ltd., 2007.
- CASSANY, D. *Prácticas letradas contemporáneas*. México: Sevilla Editores, 2008.
- CASSANY, D. *Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama, 2006.
- COIRO, J. y DOLER, E. Exploring the Online Reading Comprehension Strategies Used by Sixth-grade Skilled Readers to Search for and Locate Information on the Internet. *Reading Research Quarterly*, 42(2); 214-257, 2007.
- CORRIN, L. et al. Technological Diversity: An Investigation of Students' Technology Use in Everyday Life and Academic Study. *Learning, Media & Technology*, 35(4): 387-401, 2010.
- CRESWELL, J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4 ed., USA: SAGE, 2013.

- DELVAL, J. *Descubrir el pensamiento de los niños. Introducción a la práctica del método clínico*. España: Paidós, 2001.
 - GEE, J. P. *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. España: Ediciones Aljibe, 2004.
 - GOBIERNO DE LA REPÚBLICA-SECRETARÍA DE ECONOMÍA. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. *Diario Oficial de la Federación*, 13 de diciembre de 2013.
 - HOLMES, W. Using Game-based Learning to Support Struggling Readers at Home. *Learning Media and Technology*, 36(1): 5-19, 2011.
 - HOMER, B. D. et al. Moved to Learn: The Effects of Interactivity in a Kinect-based Literacy Game for Beginning Readers. *Computers & Education*, 74, 37- 49, 2014.
 - INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)*. México: INEGI, 2013.
 - KALMAN, J. Discusiones conceptuales en el campo de la cultura escrita. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(1): 107-134, 2008.
 - KERLINGER, F. N. y LEE, H. B. *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. 4 ed., México: McGraw-Hill, 2002.
 - LAMARCA, P. (2011). *Del lector al usuario. En Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Tesis doctoral, 2011.
 - LANKSHEAR, C. y KNOBEL, M. *Nuevos alfabetismos. Su práctica cotidiana y el aprendizaje en el aula*. España: Morata, 2008.
 - MONEREO, C. y BADIA, A. *Aprendizaje estratégico y tecnologías de la información y la comunicación: una revisión crítica*. *TESI*, 14(2): 15-41, 2013.
 - OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT)-PISA (PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT). *Evaluación de las competencias lectoras para el siglo XXI. Marco de evaluación y preguntas de la prueba*. Chile: Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación, 2011.
 - POVEDA, D. y SÁNCHEZ, J. J. Las prácticas y estilos de literacidad de los adolescentes fuera de la escuela: una exploración cuantitativa de las relaciones entre literacidad, escolarización y origen familiar. *Sociolinguistic Studies*, 4(1): 85-114, 2010.
 - RAMOS, L. y VIDAL-ABARCA, E. Diferencias entre estudiantes con alta y baja competencia lectora. Un estudio con metodología de pensar en voz alta. *Cultura y Educación: Revista de teoría, investigación y práctica*, 25(3): 295-308, 2013.
 - SCRIBNER, S. y COLE, M. *The Psychology of Literacy*. Massachusetts: Harvard University Press, 1981.
 - SEP (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA). *Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares, ENLACE. Básica. Manual Técnico*. México: Autor. Dirección General de Evaluación de Políticas, 2011.
 - SEP (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA). *Plan de Estudios. Educación Básica, Primaria*. México: Autor, 2009.
 - SEP (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA). *Programas de Estudios. Educación Básica, Primaria*. México: Autor, 2009.
 - SHETZER, H. y WARSCHAUER, M. An Electronic Literacy Approach to Network-based Language Teaching. En M., Warschauer, y R. Kem (Eds.), *Network-based language teaching: Concepts and practice* (pp. 171-185). Nueva York: Cambridge University Press, 2000.
 - VOSS, A. et al. Reading Competencies of Fourth-Grade Students: Comparing Print and Hypertext Literacies. *Journal of Cybernetics, Systemics and Informatics*, 7(4): 62-65, 2010.
 - WARSCHAUER, M. y MATUCHNIAK, T. New Technology and Digital Worlds: Analyzing Evidence of Equity in Access, Use, and Outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1): 179-225, 2010.
 - WHITEBREAD, D. et al. Play, Cognition and Self-Regulation: What Exactly are Children Learning when they Learn Through Play? *Educational & Child Psychology*, 26(2): 40-52, 2009.
- De páginas electrónicas**
- SEP (SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA). *Libro de Ciencias Naturales, Sexto grado. Versión electrónica. Educación Básica Primaria*. México: Autor, 2009. Recuperado de <http://basica.sep.gob.mx/>

Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales

Availability and efficient use of water in rural areas

María de los Ángeles Gil Antonio^{1*}, Humberto Reyes Hernández²,
Leonardo Ernesto Márquez Mireles², Antonio Cardona Benavides³

Gil Antonio, M. A., Reyes Hernández, H., Márquez Mireles, L. E., Cardona Benavides, A.
Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia de la
Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 67-73, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

Este artículo expone la importancia de discernir sobre los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales. Asimismo, compara y contrasta lo que sucede en este tema en las ciudades y las zonas rurales. Hasta ahora se ha privilegiado el abasto, la creación y mantenimiento de infraestructura del agua para las ciudades, aunque el Estado ha buscado la participación de las localidades rurales en la construcción, operación y administración; muchos de estos procesos de gobernanza para gestión local del agua han fracasado. Finalmente, se establece una tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente.

ABSTRACT

This article analyses the importance of the concepts of availability and efficient use of water in rural areas, at the same time it compares and contrasts the situation of cities and rural areas. During several decades building and keep working the water-supply infrastructure for cities has been the main objective. Building

Palabras clave: disponibilidad de agua, uso eficiente de agua, equidad, comunidades rurales, gestión del agua.

Keywords: water availability, water use efficiency, equity, rural communities, management water.

Recibido: 3 de julio de 2013, **aceptado:** 12 de mayo de 2014

¹ Programa de Posgrados Multidisciplinarios en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

² Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

* Autor para correspondencia: aminoago@hotmail.com

infrastructure, management and administration of the water-supply systems has been one goal of the State, but the processes of governance for water management have failed. Finally, a typology on the availability and efficient use of water is established.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de Gestión Integral de los Recursos Hídricos dos aspectos que vienen a la mente son la disponibilidad y uso eficiente de agua. Para gestionar el uso y aprovechamiento del agua es necesario conocer con qué cantidad se cuenta y para qué se utiliza. Al respecto, reportes y documentos oficiales aluden los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua; sin embargo, la mayoría de estos documentos se centra en lo que sucede en las zonas urbanas dejando al margen lo que ocurre en las zonas rurales. La situación que se vive en las localidades rurales en este aspecto es muy diferente a lo que ocurre en las grandes urbes; por ello resulta necesario en primer lugar conceptualizar disponibilidad y uso eficiente de agua en tales zonas.

En las comunidades rurales los usuarios dan mayor prioridad a la cantidad que a la calidad. La existencia de una red de distribución de agua para uso doméstico en el cual estén incluidos todos los integrantes de la comunidad es un elemento fundamental para los usuarios, lo que muestra la importancia de la equidad en estas zonas; esto puede atribuirse al hecho de que en la mayoría de las comunidades existen lazos de parentesco entre los habitantes de la comunidad.

En términos espacio-temporales, este recurso es escaso en el norte y centro del país y abundante

en los estados del sureste (CTMMA, 2003). Incluso, en algunas cuencas hidrográficas del país, como la del Valle de México, la disponibilidad del agua es al menos cinco veces inferior al promedio mundial (Aldama, 2004). El objetivo de este artículo es analizar los conceptos de disponibilidad y uso eficiente de agua en las zonas rurales, revisar la gobernanza y gestión local del agua, así como el uso y disponibilidad de este recurso en las zonas rurales.

Disponibilidad de agua

Los estudios acerca del agua pueden dividirse en los que se concentran en la participación del Estado como actor principal en la gestión del agua y en aquéllos que analizan la situación del agua a nivel local (Aboites, 2005). El concepto de *disponibilidad* es la cualidad o condición de aprovechable; es decir, que se puede disponer libremente de ella o que está lista para usarse o utilizarse (RAE, 2014). En este sentido, al hablar de disponibilidad de agua podría pensarse en el agua que se tiene para el uso y consumo en las diferentes actividades realizadas por el ser humano, lo cual no necesariamente ocurre así.

En México para determinar la disponibilidad de agua se recurre la NOM-011-CNA-2000, que define la disponibilidad de aguas superficiales como: el "valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo", y la disponibilidad de aguas subterráneas como: el "volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas". Así definidas, una disponibilidad nula implica que no pueden concesionarse cantidades adicionales de agua (Arreguín et al., 2004).

Estos conceptos se refieren a la cantidad de agua que existe en las cuencas a nivel superficial y en los acuíferos a nivel subterráneo; sin embargo, el agua no está disponible completamente, es necesario transportarla, bombearla o canalizarla utilizando algún tipo de tecnología para hacerla aprovechable. En la mayoría de las ocasiones el agua es sometida a procesos de potabilización, lo que implica el uso de tecnologías adicionales.

Durán y Torres (2006) señalan que al hablar de disponibilidad de agua se deben de tener en

consideración el aumento de la población, el crecimiento urbano-industrial, la sobreexplotación y la contaminación; los cuales afectan la cantidad de agua a la que se puede tener acceso. Por otra parte, se señala que la verdadera disponibilidad del agua se encuentra limitada por cuatro aspectos: i) la relación costo-beneficio que garantice su rentabilidad y los beneficios derivados; ii) la variabilidad espacial y temporal del escurrimiento que determina dónde y cuándo éstos pueden ser aprovechados; iii) la calidad del agua que define sus usos y los tratamientos necesarios para su aprovechamiento y, iv) los volúmenes y calidades mínimas que deben estar presentes en los cuerpos de agua de manera que se garantice la permanencia de los ecosistemas asociados (CTMMA, 2003).

Lo anterior revela que la verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad, que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas en cuanto a la disponibilidad del recurso. Esta situación se ha visto agravada debido a que antes de la actual Ley de Aguas Nacionales no se hacía referencia a volúmenes utilizables, lo que provocó problemas de asignación, manejo y uso indiscriminado del recurso y se otorgaron concesiones por cantidades mucho mayores a las disponibles (Palacios, 2004).

Uso eficiente de agua

Aunque el uso eficiente de agua evoca una serie de conceptualizaciones, se considera que "*uso eficiente es optimizar el uso del agua y de su infraestructura, con la participación activa de los usuarios y con un alto sentido de equidad social*" (Arreguín, 1991). Bourguett y colaboradores (2003) apuntan que un programa de uso eficiente del agua se diseña con la finalidad de incorporar medidas para reducir la cantidad de agua usada que ayuden a cumplir con los objetivos fijados por la empresa prestadora del servicio, siempre con la participación activa de los usuarios.

En este sentido, es necesario considerar que existen tres problemas críticos con respecto al uso de agua: el incremento en la demanda, un mayor uso en las actividades primarias y la disminución en su calidad (Toledo, 2002), situación que provoca una menor disponibilidad de agua tanto en zonas urbanas como rurales.

La CONAGUA creó la iniciativa por el "Ahorro y uso eficiente del agua", con el cual se busca fomentar el cuidado del agua, adoptando acciones para asegurar el abasto y accesibilidad del recurso (CONAGUA, 2014). Además, se creó el Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua (PUERA) cuyo objetivo es orientar a los responsables de las diferentes dependencias de la administración pública federal, sobre la manera de proceder para implementar un programa de uso eficiente de agua.

Dotación de infraestructura hidráulica

En nuestro país, una de las primeras acciones gubernamentales para dotar de infraestructura hidráulica a las zonas rurales fue durante el gobierno de Lázaro Cárdenas, cuyo Plan Sexenal preveía abastecer de agua a los pequeños centros de población. Al final sólo se logró beneficiar a 10 poblados por cada estado de la República, lo que resultó insuficiente. Durante el sexenio de Manuel Ávila Camacho (1940-1946) la Secretaría de Agricultura y el Departamento Agrario al tiempo que perforaban pozos para el riego en los ejidos construían pequeños tanques y líneas de abastecimiento para alimentar hidrantes públicos. El Plan de Acción Inmediata, de Adolfo López Mateos (1958-1964), contemplaba la intervención gubernamental para modernizar el abasto de agua doméstica en los pequeños poblados. Durante el período de Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970), además de mantener este plan, los servicios de abastecimiento se entregaban a las comunidades para su administración, operación y mantenimiento (Galindo y Palerm, 2010).

El gobierno de Luis Echeverría institucionalizó el Programa de Inversiones Públicas para el Desarrollo Rural (PIDER), que buscaba generar capacidades en los pobladores rurales para no depender de agentes externos. La idea central consistía en un programa no vertical y más participativo, el cual sentó las bases de los actuales comités de desarrollo en los municipios y estados. La estrategia contemplaba en su marco teórico la planeación "de abajo hacia arriba" como eje integrador de su propuesta de desarrollo rural (Herrera, 2009). Después de un gran vacío político, en el gobierno de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) se creó la CONAGUA, entre cuyos objetivos estaba incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en las comunidades rurales, induciendo la sostenibilidad de los servicios. Durante el sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000) la CONAGUA implementó el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y

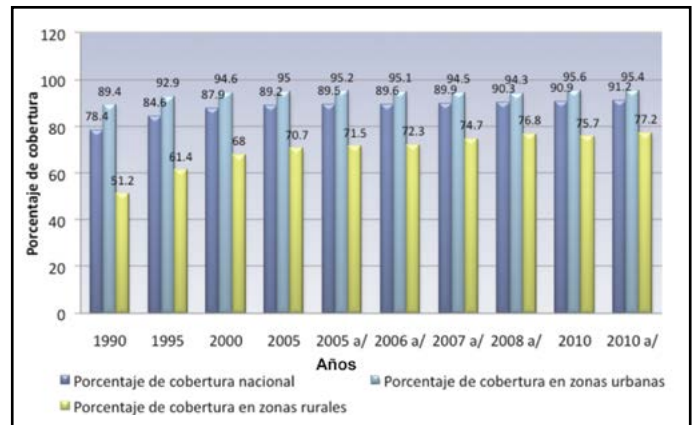


Figura 1. Cobertura de agua potable nacional en zonas urbanas y rurales. Fuente: *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Edición 2011. Comisión Nacional del Agua.

Saneamiento en Comunidades Rurales, para apoyar la creación de infraestructura y abatir el rezago en la dotación de agua potable y saneamiento en las zonas rurales con la participación de la población beneficiada (CONAGUA, 2013).

Disponibilidad del agua

A pesar de las acciones emprendidas por el Estado para incrementar la infraestructura hidráulica en las zonas rurales, la cobertura de agua potable sigue siendo menor comparada con las zonas urbanas y su brecha aún bastante amplia (Figura 1). Aunado a lo anterior, algunos sistemas de abastecimiento de agua rural y periurbanos presentan graves problemas en su calidad, diseño y construcción, afectando su calidad y cantidad (Sánchez y Sánchez, 2004).

En algunos estados de la República como Aguascalientes, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí, a pesar de registrar una mayor población en sus zonas rurales, los recursos para fortalecer la infraestructura hidráulica son destinados a atender prioritariamente los grandes conglomerados urbanos. Proyectos recientes como el Acueducto II en Querétaro, el Realito en San Luis Potosí y el Zapotillo en Guanajuato y Jalisco, son ejemplo de ello.

Más grave aún es el hecho de extraer el agua de las zonas rurales para llevarla a las grandes ciudades, lo que genera conflictos y tensiones por el preciado líquido. Lo sucedido recientemente en el Valle del Yaqui, Sonora, donde se disputa el agua de la Presa el Novillo entre agricultores y pobladores de Cajeme y la ciudad de Hermosillo, es sin duda el mejor ejemplo

(Moreno, 2012). Peña (2012) documenta otros casos emblemáticos que evidencian el saqueo del agua de las zonas rurales para cubrir las necesidades de grandes urbes como Monterrey, Guadalajara y León. Algo similar ocurre en las cuencas del Alto Lema y del Valle de México (Romero, 2002). En el mejor de los casos existe un intercambio de agua limpia por aguas residuales, cuando las zonas rurales están cercanas a las ciudades o conectadas por canales revestidos o a cielo abierto.

Se considera que la captación de agua de lluvia es una opción viable para el abastecimiento de agua potable de viviendas rurales y comunidades aisladas (Roldán et al., 2004; Gay et al., 2010). Un sistema de abastecimiento de agua potable, basado en un colector de agua de lluvia acoplado a una planta potabilizadora podría ser una solución técnica apropiada para dotar de agua a pequeñas comunidades rurales (Díaz et al., 2000). Esto incrementaría la cantidad de agua disponible en estas zonas (Álvarez et al., 2009).

Usos de agua

En las áreas rurales existe una clara demanda de agua para múltiples usos (riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios o microempresas, etc.). Aunque tales usos generan ingresos para las familias y contribuyen a la lucha contra la pobreza, existen sistemas que prohíben el uso múltiple del agua, especialmente para actividades productivas, teniendo un enfoque único y exclusivamente para uso doméstico (Smits et al., 2003; Peña, 2011). En este ámbito es difícil separar los diferentes usos que se le dan al agua; por ejemplo, el abastecimiento rural incluye el suministro de agua para el ganado, a pesar de que éste constituye un problema independiente (Environmental Handbook, 2014).

En las zonas rurales es común utilizar el agua de riego para el aseo del hogar, lavar ropa y trastes o incluso preparar alimentos; sin embargo, en muchas ocasiones ésta no cuenta con la calidad adecuada para ser utilizada en dichos usos, más cuando proviene de las aguas residuales de las ciudades. A pesar de ello se utiliza porque no se cuenta con otra fuente de abastecimiento. Por otro lado, el uso de aguas no tratadas podría provocar la contaminación de los acuíferos superficiales de los cuales se abastecen.

De acuerdo con Reyna (2011) la prestación de servicios de agua y saneamiento de calidad en zonas

rurales para uso doméstico de manera continua y suficiente se dificulta por las características propias de cada comunidad, situación geográfica o por su falta de capacidad técnica y económica para gestionar recursos. Sin embargo, Ostrom (2011) señala que los usuarios y propietarios de bienes comunes, como es el caso del agua, han sido capaces de crear instituciones para lograr un aprovechamiento sustentable, evitando la "tragedia de los comunes" planteada por Hardín en la década de los sesenta.

Gobernanza y gestión del agua

En México, al igual que en otros países, se ha buscado aplicar la gobernanza en varios aspectos y la dotación del servicio de agua potable no ha sido la excepción. *Gobernanza* es el conjunto de interacciones en las que los actores públicos y privados participan, dirigidos a resolver los problemas sociales creando oportunidades para la sociedad, bajo un marco normativo (Kooiman, 2003). Murillo (2012) señala que la gobernanza del agua se puede conceptualizar como toda la actuación de la sociedad y del gobierno en relación con la gestión de los recursos hídricos. En este aspecto, en las zonas rurales destacan dos cosas: el uso colectivo de las diferentes fuentes de agua (basada en usos y costumbres) (Robert, 2002) y el papel fundamental del Estado para dotar de infraestructura hidráulica.

Desde 1934 el Estado ha buscado la participación de las comunidades en la construcción de infraestructura, así como la entrega de los sistemas a las comunidades para que ellas mismas los operen y administren (Galindo y Palerm, 2010). Aunque algunas legislaciones estatales prevén la existencia de espacios para la gestión comunitaria del agua (Barcenas y Palerm, 2012), muchos de estos procesos de gobernanza para gestión del agua en zonas rurales han fracasado. El escaso acompañamiento, la falta de asesoría por parte del Estado, y las diferentes en cada comunidad (confianza, cooperación y capacidad de autogestión) son algunas de las razones de tales fracasos (Guerrero et al., 2010; Poteete et al., 2012).

No obstante, Pimentel y colaboradores (2012) documentan casos exitosos de comunidades con esquemas administrativos y organizativos eficientes para gestionar el agua potable desde adentro. Algunas de las razones que explican lo anterior se relacionan con el acceso a la información en relación con la gestión y manejo de los sistemas de abasto, mecanismos efectivos de participación

social y democracia local, mínima burocracia y conocimiento local. En este sentido Ostrom (2011) señala que una adecuada gestión de los recursos de uso común requiere del compromiso de las partes involucradas y su capacidad de supervisión.

Galindo y Palerm (2007) identifican algunos conflictos entre las instituciones comunitarias autogestivas y los ayuntamientos por la administración de los sistemas de agua potable y destacan la capacidad de los usuarios para gestionar los sistemas hidráulicos con que se abastecen de agua. Asimismo, afirman que la municipalización de los sistemas de agua potable y la creación de organismos operadores generan tensión y desgaste en los lugares donde ya existían instituciones comunitarias para el abasto de agua. La gestión de agua debe verse como un proceso sociopolítico (no sólo técnico), donde se consideren las percepciones y posiciones de los usuarios (Marañón, 2004). Una escasa participación de los usuarios implica conflictos potenciales alrededor del uso del agua (Cebada y Quijada, 2002).

El desarrollo de la participación social y la gestión del agua en comunidades rurales sólo se logra con la interacción constante de las dependencias y organismos gubernamentales (Aguirre, 2002). Por ello, para mejorar la gestión del agua en las zonas rurales es indispensable considerar la participación de los usuarios desde la concepción de los proyectos de dotación de infraestructura y abasto de agua (Córdova et al., 2006).

Con base en la disponibilidad, uso y gestión del agua en las zonas rurales se plantea esta tipología:

- Cuando existe disponibilidad de agua y su uso eficiente. Es decir que hay suficiencia del recurso, es aprovechado adecuadamente y existen acciones enfocadas a lograr un mejor uso.
- Cuando no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente. Particularmente en zonas rurales de las regiones semiáridas donde la disponibilidad es escasa pero las acciones son efectivas.
- Cuando existe disponibilidad de agua pero su uso es ineficiente. Se cuenta con el recurso, pero no se emprenden acciones que permitan hacer un uso eficiente.



Figura 2. Pozo artesanal de Cuatlamayán, S. L. P. Fotografía propiedad de la autora.

- Cuando no existe disponibilidad y además su uso es ineficiente. Es decir que no se tiene suficiente agua para satisfacer las necesidades y tampoco existen acciones para utilizar eficazmente la escasa agua con la que cuentan.

CONCLUSIONES

La verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas de disponibilidad. A pesar de las acciones emprendidas por el Estado para incrementar la infraestructura hidráulica en las zonas rurales, la cobertura de agua potable es menor comparada con las zonas urbanas y la brecha aún bastante amplia. A esto se suma el hecho de la extracción del agua de zonas rurales para llevarla a las grandes ciudades, generando con ello conflictos y tensiones. Aunque se ha buscado la participación de las comunidades en la construcción, operación y administración de los sistemas de agua potable; muchos de estos procesos de gobernanza para gestión del agua en zonas rurales han fracasado. Derivado de esta revisión se establece la siguiente tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente: existe disponibilidad de agua y su uso es eficiente, no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente, existe disponibilidad de agua pero su uso no es eficiente, no existe disponibilidad y tampoco un uso eficiente.

Agradecimientos

La primera autora agradece al CONACYT por la beca otorgada (165724) para la realización de los estudios

doctorales, así como a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y observaciones que ayudaron a mejorar sustancialmente el presente artículo.

LITERATURA CITADA

- ABOITES, L. Del agua nacional al agua mercantil ambiental algunas ideas para hacer una investigación sobre historia contemporánea de los usos del agua en México. En J. M. Durán, M. Sánchez y A. Escobar (Eds.), *El agua en la historia de México*. México: CUCSH/U de G y COLMICH, 2005.
- AGUIRRE, A. A. La participación social y la gestión del agua en comunidades rurales de Jalisco. *Economía Regional*, 80: 43-49, 2002.
- ALDAMA, Á. A. El Agua en México: una crisis que no debe ser ignorada. En M. A. Jacobo Villa y E. Saborío Fernández (Coords.), *La gestión del agua en México: Los retos para el desarrollo sustentable*. Miguel Ángel Porrúa. Grupo Editorial, 2004.
- ÁLVAREZ, G. et al. Factibilidad técnica del uso de agua de lluvia en el Municipio de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca. *Ingeniería*, 3(2): 57-67, 2009.
- ARREGUÍN, F. I. Uso Eficiente del Agua. Trabajo presentado en el *Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua*. México, D.F.: CNA-IMTA-IWRA, 1991.
- ARREGUÍN, F. I. et al. El agua en México. Una visión institucional. En B. Jiménez & L. Marín (Eds.), *El agua en México vista desde la academia*. México: Academia Mexicana de Ciencias, 2004.
- CEBADA, M. y QUIJADA, M., Uso y gestión del agua para riego agrícola en el bajo guanajuatense: Nuevas instituciones sociales y cambios productivos. En: B. Boehm Schoendube, J. M. Durán Juárez, M. Sánchez Rodríguez y A. Torres Rodríguez (Coords.), *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Tomo II. Guadalajara, Jal.: El Colegio de Michoacán, Universidad Autónoma de Guadalajara, 2002.
- CTMMA (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C.). *El recurso hídrico en México. Análisis de la situación actual y perspectivas futuras*. México, D. F.: Miguel Ángel Porrúa, 2003.
- CÓRDOVA, G., ROMO, M. y PEÑA, S. Participación ciudadana y gestión del agua en el Valle de Juárez, Chihuahua. *Región y Sociedad*, XVIII(35): 75-105, 2006.
- DÍAZ, C. et al. Abastecimiento de agua potable para pequeñas comunidades rurales por medio de un sistema de colección de lluvia-planta potabilizadora. *Ciencia Ergo Sum*, 7(2): 129-134, 2000.
- DURÁN, J. M. y TORRES, A. Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, XII(36): 129-162, 2006.
- GALINDO, E. y PALERM, J. El agua doméstica para pequeños poblados rurales: concesiones y administración en los siglos XX-XXI. Trabajo presentado en el *Primer Congreso Red de Investigadores Sociales Sobre Agua*. México, 2010.
- GALINDO, E. y PALERM, J. Pequeños sistemas de agua potable: entre la autogestión y el manejo municipal en el estado de Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 4(2): 127-145, 2007.
- GAY, L. et al. Captación pluvial y reutilización de aguas grises mediante humedales artificiales en la microcuenca La Soledad, Guanajuato. *Ciencia@UAQ*, 3(2): 3-12, 2010.
- GUERRERO, A. et al. Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, X(33): 541-567, 2010.
- HERRERA, F. Apuntes sobre las instituciones y los programas de desarrollo rural en México. Del Estado benefactor al Estado neoliberal. *Estudios Sociales*, 17(33): 9-39, 2009.
- KOOIMAN, J. *Governing as Governance*. London: Sage. 256 pp., 2003.
- MARAÑÓN, B. La participación social en el manejo del agua subterránea: entre el discurso y la realidad. En C. Tortajada, V. Guerrero y R. Sandoval (Coords.), *Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas*. Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, 2004.
- MORENO, J. Conflicto por el agua entre la agricultura y la ciudad: el caso del acueducto presa El Novillo-Hermosillo. En A. Torres Rodríguez y S. Mendoza Bohne (Coords.), *Memoria del 2do Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre Agua*. Chapala: Universidad de Guadalajara, 2012.
- MURILLO, D. Gobernanza del agua, conceptos, consensos y disensos. En D. Murillo Licea (Coord.), *La gobernanza del agua: Un desafío actual. Hacia una mirada crítica del concepto y de su aplicación*. Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2012.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-CNA-2000. Conservación de recurso agua. Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 17 de abril de 2002.
- OSTROM, E. *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. 2 ed., México, D. F.: Ed. Fondo de Cultura Económica, 2011.

- PALACIOS, E. Uso del agua en el sector agrícola. En M. A. Jacobo Villa y E. Saborio Fernández (Coords.), *La gestión del agua en México: Los retos para el desarrollo sustentable*. Miguel Ángel Porrúa. Grupo Editorial, 2004.
 - PEÑA, F. Problemas sociales en la utilización de aguas residuales urbanas en la agricultura. En Ú. Oswald Spring. (Coord.), *Retos de la investigación del agua en México*. Ed. UNAM, 2011.
 - PEÑA, J. *Crisis del agua en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y la Ciudad de México (1950-2010)*. México, D. F.: Ed. UNAM, 2012.
 - PIMENTEL, J. L. et al. Capacidades locales y de gestión social para el abasto de agua doméstica en comunidades rurales del Valle de Zamora, Michoacán, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9(2): 107-121, 2012.
 - POTEETE, A. et al. Trabajar Juntos: Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica. México, D. F.: Ed. Consejo Editorial UNAM, 2012.
 - REYNA, N. *Retos de la gestión sustentable de los servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales. Caso de estudio de Tacotalpa, Tabasco*. México, D. F.: Naciones Unidas, 2011.
 - ROBERT, J. Las aguas arquetípicas y la globalización del desvalor. En P. Ávila García (Ed.), *Agua, Cultura y Sociedad en México*. Zamora, Mich.: El Colegio de Michoacán, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2002.
 - ROLDÁN, P. et al. Disponibilidad de lluvia para abastecer de agua potable. Aplicación en el Centro de Antioquia. Presentación preparada para presentación en el XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Sociedad de Ingenieros del Quindío. Universidad del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío Armenia 29, 30 y 31 de octubre de 2004.
 - ROMERO, P. Agua en el alto Lerma. Experiencias y lecciones de uso y gestión. En B. Boehm Schoendube, J. M. Durán Juárez, M. Sánchez Rodríguez y A. Torres Rodríguez (Coords.), *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Tomo I. Guadalajara, Jal.: El Colegio de Michoacán, Universidad Autónoma de Guadalajara, 2002.
 - TOLEDO, A. El agua en México y en el mundo. *Gaceta Ecológica*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 64: 9-18, 2002.
- De páginas electrónicas**
- BÁRCENAS, R. y PALERM, J. Las aguas de los pueblos: legislación sobre agua y propiedad corporada. Una breve revisión documental. Trabajo presentado en el II Congreso de la Red-ISSA, México, Chapala, 2012. Recuperado de http://redissa.hostei.com/congreso_2012/Barcenas.pdf; consultado el 25 de marzo de 2013.
 - BOURGUETT, V. J. et al. *Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!* México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Coordinación de Tecnología Hidráulica, 2003. Recuperado de <http://www.waterygymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf>; consultado el 22 de abril de 2013.
 - CONAGUA. Recuperado de <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=24&n3=24>; consultado el 20 de mayo de 2013.
 - CONAGUA. *Iniciativa por el ahorro y uso eficiente del agua*. Agosto de 2012. Recuperado de <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=6&n2=165&n3=252>., consultado el 10 de febrero de 2014.
 - CONAGUA. *Situación de Subsector Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento*. Edición 2011. México: CNA, 2011. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf>, consultado el 29 de abril de 2013.
 - ENVIRONMENTAL HANDBOOK. *Documentation on Monitoring and Evaluating Environmental Impacts*. Volume 1: Introduction, Cross-sectoral Planning, Infrastructure. By German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (Ed). Recuperado de <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/enven/begin.htm>., consultado el 10 de febrero de 2014.
 - RAE (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA). *Disponibilidad*. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/?val=disponibilidad>., consultado el 08 de febrero de 2014.
 - SÁNCHEZ, L. D. y SÁNCHEZ, A. Uso eficiente del agua. *Ponencias sobre una perspectiva general temática*. IRC International Water and Sanitation Centre. CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, 2004. Recuperado de http://www.cap-net-esp.org/document/document/145/53_Uso_Eficiente_2004_1_.pdf; consultado el 13 de mayo de 2013.
 - SMITS, S. et al. *Reconocer la realidad; el uso múltiple de los sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales*. Recuperado de http://objetos.univalle.edu.co/files/Reconocer_la_realidad.pdf; consultado el 15 de abril de 2013.

Hacia un nuevo urbanismo y los retos de la ciudad del siglo XXI

Towards a new urbanism and the challenges of the city of the XXI century

Gabriel Gómez Carmona^{1*}

Gómez Carmona, G. Hacia un nuevo urbanismo y los retos de la ciudad del siglo XXI. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 74-79, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

Actualmente, sumergidos en un mundo globalizado, es posible observar que nuestra forma de generar, percibir y vivir la ciudad ha cambiado. Hoy la visualizamos como un complejo conglomerado que involucra tanto a las más diversas actividades humanas como a procesos urbanos que tienen influencia sobre otras ciudades de escala regional o global en las que los flujos de capital y de mercancías, así como la movilidad de la población, son quizá su mayor constante. Este momento histórico denominado *tercera modernidad* encierra un conjunto de cambios globales al interior de la sociedad, la economía, la política y el urbanismo.

Desde esta perspectiva teórica se presenta cómo este nuevo urbanismo se enfrenta hoy a una sociedad cambiante y compleja, donde la incertidumbre y el azar son tan sólo algunas de las características que nos obligan a cuestionarnos respecto al tipo de ciudad que hemos construido y la que queremos construir para este Siglo XXI.

Palabras clave: nuevo urbanismo, tercera modernidad, metropolización, metapolización, globalización, ciudad postindustrial.

Keywords: new urbanism, third modernity, metropolisation, metapolisation, globalisation, post-industrial city.

Recibido: 22 de agosto de 2013, aceptado: 9 de junio de 2014

¹ Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México.

* Autor para correspondencia: gabocop28@yahoo.com

ABSTRACT

In recent years, immersed in a globalised world, the way we construct, conceive and live the city has changed. Today we visualize it as a complex conglomerate that involves both the most diverse human activities, like urban processes that influence other cities of regional or global scales, where capital and goods trademark and population mobility are probably the main features. This historical moment called *Third Modernity* is a combination of global changes occurring within society, economy, politics and urbanism.

From this theoretical perspective, it shows how this new urbanism today faces a changing and complex society where uncertainty and randomness are just a couple of the characteristics that command us to wonder what kind of city we have constructed and the one we want to create for this twenty-first century.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en una época de cambios acelerados al interior de todas las áreas del conocimiento humano y de una sociedad globalizada en la que la lógica del consumo de bienes, productos y servicios tecnológicos e informáticos metaterritoriales se impone como la opción dominante, se observa que la forma del ser humano de vivir y socializar los espacios urbanos también ha cambiado.

Esta percepción y apropiación de los mismos se ha modificado a tal extremo que hoy encontramos diversas formas de conceptualizar la ciudad

más allá de visualizarla como un simple territorio delimitado en el que se asienta un grupo humano con actividades de producción, intercambio y consumo; por otra idea que entiende a la ciudad como un conglomerado humano complejo que involucra no sólo a estas tres sino a los ámbitos político, económico, social y cultural, de la mano de macroprocesos urbanos que van de la metropolización a la metapolización (Ascher, 2004) y que tienen influencia sobre otros conglomerados urbanos de escala regional o global, en los que los flujos de capital, mercancías, servicios y la movilidad de los habitantes son quizá su mayor constante. El momento histórico que se vive ha generado una nueva forma de entender el mundo y la realidad, que a pesar de constituir una nueva fase de la modernidad, genera una forma aún más radical de entenderla y llevarla a la práctica.

DESARROLLO

Históricamente, el estudio del fenómeno urbano define a la ciudad como la forma espacial que por excelencia se asocia al surgimiento y desarrollo de la urbanidad, la civilidad y la ciudadanía como formas institucionalizadas que posibilitan la convivencia, el intercambio, el encuentro y el diálogo entre sujetos e intereses diversos (Giglia, 2012: 49). Así, la ciudad es el lugar de la transmisión y reproducción de la Cultura, el lugar donde los individuos se identifican como ciudadanos y el lugar que socializan colectivamente.

Al considerar a la ciudad como una expresión cultural e identitaria, los individuos se reconocen como socializados y espacializados, al percibir a la ciudad más allá de un mero cúmulo de actividades, funciones y espacios edificados para asumirla como un espacio socioculturalmente construido, heterogéneo y complejo en su identidad colectiva. Posee una diferenciación social interna expresada en pautas de ocupación del espacio, de comportamientos y de relaciones sociales, que se materializa en una estructura que permite desplazamientos y actividades múltiples (Aguilar, 2012: 113).

Desde esta perspectiva el espacio urbano se convierte en el soporte sociocultural de todo grupo humano sobre el territorio, que históricamente se ha asumido como el lugar de encuentro y reconocimiento del individuo con su colectividad y a través del cual es posible la interacción entre

todos los actores sociales de la ciudad. Sin embargo, en las últimas décadas se ha presenciado cómo en diversos puntos del planeta se genera una nueva configuración de la ciudad, resultado de los cambios macrosociales que de manera global se viven y que a su vez producen no sólo la transformación de los espacios urbanos sino la irrupción de nuevos consumos, de nuevas identidades y sobre todo de nuevas formas de relación e interacción en los espacios públicos de la ciudad y más allá de éstos (Centeno, 2009).

Todo ello como resultado del proceso de globalización que ha trastocado las esferas de creación, producción, consumo y apropiación de bienes, servicios y productos en los ámbitos político, económico, tecnológico, social y cultural, con repercusión directa en la actual forma de entender, construir y apropiar los espacios urbanos y la ciudad en su conjunto (Castells, 2001; Centeno, 2009) y que lleva incluso a hablar de un fenómeno de metaterritorialización de la propia ciudad y los espacios locales, gracias a la compresión de las antiguas barreras impuestas por el tiempo y el espacio y el desarrollo sin precedentes de los medios de comunicación y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Si bien la globalización se ha caracterizado además de lo anterior, por la homogeneización y estandarización planetaria de sus procesos y efectos, se pueden también hacer distinciones planetarias entre ganadores y perdedores, entre ricos y pobres, entre norte y sur, entre ciudades globales y ciudades regionales; diferencias entre espacios globales metaterritorializados y espacios locales físicamente limitados y, a su vez, encontrar nuevas formas o complejas hibridaciones entre todas estas posibles combinaciones. Este sería el caso del espacio *glocal*, un espacio que aglutina en su interior características de la ciudad global, con las peculiaridades del espacio local y de aquello que lo identifica, hace único (cultural e históricamente) y que se niega a sucumbir ante el embate de la homogeneización del modelo global de consumo.

Desde este escenario se encuentra que la estructura urbana de nuestras urbes ha cambiado, como sucede con las ciudades monocéntricas que en diversos casos dan paso al surgimiento de nuevas centralidades al interior de su territorio o zonas metropolitanas y reconfiguran su cartografía urbana de consumo, ocio, trabajo y cultura.

Esta es una realidad que se torna compleja e involucra a una gran cantidad de actores, una realidad que día a día es más recurrente al interior de nuestras ciudades y que denota no sólo la introducción de un proceso de urbanización al más puro estilo norteamericano, sino de un proceso que busca convertir ciertos lugares de la ciudad en zonas VIP, en zonas acaparadoras del nuevo desarrollo económico de la ciudad vía, nuevas centralidades. Un urbanismo del que Ciccolella (1999) afirma:

La evidencia física o material y a la vez simbólica de estas tendencias está representada por la aparición y difusión de nuevos objetos urbanos o artefactos de la globalización... Estos nuevos objetos, impulsarían, a su vez, el ingreso y utilización de nuevos materiales y tecnologías constructivas, así como nuevos patrones estéticos en el diseño, la arquitectura y el urbanismo, constituyéndose en los principales agentes de la configuración de nuevos paisajes y morfologías urbanas. Estos fenómenos significan una creciente extranjerización del proceso de producción, gestión, y organización del territorio metropolitano (Ciccolella, 1999: 12).

Actualmente, los nuevos parques industriales, plazas comerciales, hipermercados, centros universitarios, complejos de espectáculos, distritos financieros, barrios cerrados o conjuntos residenciales privados están generando no sólo un nuevo impacto urbanístico sino una fragmentación territorial con una desestructuración comercial, de usos y valores del suelo, de flujos de tránsito y transporte o peor aún, una segmentación socioespacial de la población, profundizando las ya enormes brechas de exclusión y polarización económica y social existentes al interior de nuestras sociedades (Gómez, 2011: 20). Estos fenómenos urbanos han sido estudiados por autores como Pacione (2009), quien hace referencia a esta nueva forma de urbanismo como un *urbanismo postindustrial*, el cual se caracteriza por: "La fragmentación de la forma urbana y esta se asocia con las geografías económicas y sociales. Para algunos comentaristas esta fragmentación socio-espacial anuncia el advenimiento de la ciudad posmoderna en la que es evidente el desmembramiento del espacio urbano" (Pacione, 2009: 62).

En este desmembramiento de la ciudad, Pacione hace referencia a la coexistencia en paralelo de diferentes realidades al interior de la propia ciudad (las lujosas áreas de la ciudad, la ciudad gentrificada, la ciudad suburbana, la ciudad de alquiler, la ciudad abandonada), todas ellas indicadoras de los fuertes y polarizados cambios

socioespaciales experimentados por la ciudad en las últimas décadas.

Esta ciudad posmoderna hoy día encara nuevas y complejas problemáticas sociales que demandan un nuevo enfoque sobre la ciudad que ofrezca una atención integral a los actuales desafíos de la realidad urbana. Desafíos que han rebasado por mucho los lineamientos teórico-prácticos del Urbanismo, la Planificación y la Arquitectura modernos.

Los retos implican una nueva forma de entender, conceptualizar y diseñar el espacio urbano; por ello, el urbanismo moderno no puede seguir ofreciendo la solución a los complejos problemas que aquejan actualmente a la ciudad pues la realidad social, económica, política y cultural lo han rebasado por completo, como bien lo exponen Montaner y Muxí (2011), al afirmar que:

Entrados en el siglo XXI, las teorías sobre la ciudad y el territorio necesitan una profunda revisión. Parte de la teoría urbanística desarrollada en el siglo XX está obsoleta y ha sido superada por la complejidad de la realidad. La práctica urbanística tecnocrática está desacreditada, su dimensión pública ha quedado marcada por el predominio de la especulación inmobiliaria y el objetivo del bien común se ha contaminado por las exigencias del mercantilismo. Esta disolución del urbanismo ha sido potenciada por el predominio de las obras para la global class, basadas en objetos autónomos y aislados proyectados por arquitectos estrella, de ética cuestionable (Montaner y Muxí, 2011: 211).

Las actuales dinámicas urbanas generan nuevos modos de producción y organización del territorio que dan lugar a la redefinición de la forma, estructura y funciones de los espacios urbanos. Esto propicia que la ciudad se reacondicione en función de la lógica del consumo y los servicios terciarios superiores (gestión de producción, ingeniería de proyectos, servicios informáticos, consultoría y servicios financieros, etc.), declina su rol industrial y de ámbito vivencial, de encuentro y de sociabilidad e incrementa así su función de espacio de valorización del capital (inversiones) y la competitividad (empresarial), en la que la relación entre espacio público y espacio privado está para algunos, en crisis, y para otros, en transformación. Esto genera que el Estado disminuya sus acciones directas sobre el territorio, y actúe como acondicionador y promotor del mismo según las necesidades del capital privado, que se convierte en el principal actor del proceso de producción y reorganización del espacio (Ciccolella, 1999).

Hoy encontramos que el capital global ha generado una marcada selectividad territorial que genera un nuevo mapa de regiones ganadoras y perdedoras, donde sólo las regiones mejor dotadas (infraestructura, equipamiento, servicios, capital, inversión) participan del nuevo dinamismo de la acumulación (Ciccolella, 1999); además de los grandes flujos de población (migración) que, por causa de estos procesos, están en continua movilidad internacional en busca del lugar que ofrezca las mejores oportunidades de desarrollo en los negocios, el trabajo o la educación, por mencionar algunos.

El caso de los Estados Unidos (USA) ilustra la compleja realidad de este proceso migratorio internacional, que tiene repercusiones profundas en la actual conformación socioespacial de sus principales urbes, pues

todas las grandes comunidades latinas están concentradas en las veinte ciudades más grandes de Estados Unidos, donde solo Nueva York y Los Ángeles concentran casi un tercio de la población nacional con apellido español. Los Ángeles, que presume desde hace tiempo de ser la segunda ciudad de México, ahora también tiene una población salvadoreña que es igual o mayor a la de San Salvador (Davis, 2012: 18).

La realidad multicultural de las grandes urbes norteamericanas da cuenta de la magnitud de los cambios generados por los grandes flujos de movilidad internacional en busca de mejores oportunidades de vida (sueño americano) en un contexto de una economía globalizada y que como el propio Davis sostiene, sin el boom de población latina, las grandes ciudades norteamericanas estarían retrayéndose de forma dramática entre la huida migratoria de los blancos y los negros; por ello, "la metrópolis latina es, en primer lugar, el crisol de las grandes transformaciones de la cultura urbana y la identidad étnica" (Davis, 2012: 18, 21).

La multiculturalidad de las ciudades americanas, de la cual Nueva York es quizá el mejor ejemplo, sirve a la vez de termómetro para conocer la actual configuración urbana y social de las mismas, al grado de que la población latina es el principal segmento de la población inmigrante que en los últimos años ha venido a darle nueva vida, no sólo a las áreas degradadas de la ciudad sino a la vivencia del espacio público; los latinos tienen un don espacial para transformar los espacios muertos en lugares de convivencia (Davis, 2012: 65,66).



Figura 1. El zócalo de la Ciudad de México, uno de los lugares con mayor simbolismo en el imaginario popular, testigo de los grandes cambios de la ciudad a través de los siglos. Fotografía propiedad de Gabriel Gómez Carmona.

Desde este escenario y perspectiva teórica encontramos que Ascher (2004), por su parte, realiza un rápido boceto del momento histórico que actualmente vivimos, denominándolo *tercera modernidad* o bien, el tercer episodio de la modernización. Esta etapa se acompaña de una revolución urbana que da lugar a nuevas actitudes frente al futuro, nuevos proyectos, nuevas formas de pensamiento y acción, y que de manera general denomina *nuevo urbanismo*; el cual

integra modelos de productividad y de gestión, aportaciones de las ciencias de la organización, las tecnologías de la información y la comunicación; no intenta simplificar realidades complicadas, sino que se esfuerza por conjugar territorios y situaciones complejas. Los resultados e incluso su duración se obtienen más bien por la variedad, la flexibilidad y la capacidad de reacción (Ascher, 2004: 55, 75).

La anterior propuesta toma sentido desde el ámbito de la propia globalización, permite entender el proceso de metropolización como "un doble proceso de metropolización, homogeneización y diferenciación, en donde lo global estimula, se mezcla y a la vez, compite con lo local, generando grandes conurbaciones, extensas y discontinuas, heterogéneas y multipolarizadas" (Ascher, 2004: 56-60).

Se han presentado algunas características de los procesos socioespaciales de Nueva York y Los Ángeles, que a su vez se ubican como la segunda y tercera urbes más ricas (PIB) a nivel mundial;

dato que permite entender aún más la magnitud e importancia urbana de éstas. Toca ahora el lugar a la más grande área urbana latinoamericana, la Ciudad de México, cuyo proceso de crecimiento, metropolización y megalopolización ejemplifica a la perfección los cambios urbanos experimentados por las ciudades latinoamericanas y los desafíos que hoy enfrentan.

Esta urbe tuvo a lo largo del siglo XX un enorme crecimiento territorial y poblacional, producto a su vez, del desarrollo económico que vive el país hacia la primera mitad de ese siglo (Sobrino, 2003: 204); además de que representó la metrópoli con mayor importancia económica, política y social, generadora de crecimiento a nivel nacional pero que la lleva a experimentar un crecimiento urbano-poblacional desmedido a partir de la segunda mitad del siglo XX. Es posible observar que mientras en 1910 contaba con 471,000 habitantes, para 1950 eran ya 3,050,442 habitantes, y para el 2010 un total de 8,851,080 habitantes, concentrando para este mismo año toda la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM), 20.1 millones de habitantes (Fuente INEGI).

Este desmedido crecimiento experimentado por la Ciudad de México desde la segunda mitad del siglo XX remite primero a un proceso de metropolización del Distrito Federal (16 delegaciones) con 18 municipios conurbados del Estado de México y más recientemente con un proceso de megalopolización (Sobrino, 2003: 147) con otras ciudades del centro del país, lo cual ha desembocado en un proceso de metropolización de éstas últimas. Es el caso de Toluca, Querétaro, Pachuca, Cuernavaca y Puebla, las cuales en su conjunto conforman lo que hoy día se denomina la megalópolis de la Ciudad de México (Gómez, 2011: 115) y que eleva a 60 los municipios conurbados (59 del Estado de México y uno de Hidalgo) con el Distrito Federal (SEDESOL, 2007).

Dicho proceso de metropolización convirtió a las referidas ciudades primeramente en satélites receptores de población, pues el desarrollo industrial y económico así lo demandó. Con el paso de los años, los cambios en la economía y el sistema productivo, así como el desarrollo del comercio y los servicios terciarios, se generó un cambio en la dinámica urbana metropolitana, pues demandó de las ciudades la dotación de mayores extensiones de territorio, usos de suelo y el desarrollo de más infraestructura y equipamiento para la nueva

estructuración de las necesidades de la ciudad (Sobrino, 2003).

CONCLUSIONES

Estas tres realidades urbanas de escala planetaria y regional, respectivamente, pueden ejemplificar perfectamente todo el discurso teórico anterior. Estas grandes ciudades han sido objeto de múltiples estudios que buscan entender la forma en la que ha operado su proceso de crecimiento, metropolización, metapolización y consecuente transformación socioespacial; ciudades cuyas realidades permiten ver los grandes retos que la ciudad posmoderna impone a la práctica urbanística y arquitectónica. En los ejemplos de Nueva York, Los Ángeles y la Ciudad de México observamos realidades que en principio pueden parecer distantes o ajenas pero que ahora comparten similitudes incluso culturales.

Por todo lo expuesto y que representa una pequeña muestra de la realidad urbana actual, nos sumamos a la necesidad de un nuevo urbanismo -aunque no pueda negar a totalidad el proyecto moderno dado que se cimienta en él- que busque nuevas formas de entender, diseñar y construir el espacio urbano contemporáneo en el que también se crea y transforma continuamente la identidad de los ciudadanos y de los espacios urbanos mismos, en toda su extensión y complejidad implícita. Por ello, el nuevo urbanismo necesita nuevas formas de pensar y ejecutar las decisiones públicas que permitan consultar con los habitantes, usuarios, vecinos, actores y expertos de todo tipo el proceso de toma de decisiones y vinculados a él (Ascher, 2004: 84).

Más allá de una mera propuesta teórica, el nuevo urbanismo debe emerger como un verdadero puente entre las necesidades de la ciudad, sus usuarios y los tomadores de decisiones (técnicas y políticas) pues la realidad actual de nuestras ciudades encara con nuevos desafíos a la práctica urbano-arquitectónica, que, más allá de modas, profesionales estrella y proyectos *ad hoc* sobre el tablero de dibujo, debe tomar en consideración las necesidades reales de la sociedad. El reto no es menor e implica un cambio en la forma de entender, conceptualizar y diseñar los espacios de la ciudad.

La ciudad es un producto cultural y por ello los espacios urbanos adquieren importancia al incorporar características y significados precisos (históricos, sociales, económicos, políticos,

culturales) para la colectividad que finalmente es quien los habita y socializa, quedando marcados en el imaginario popular como lugares con significados, historia y recuerdos (personales o colectivos) que tradicionalmente se transmiten de generación en generación. Ello conforma parte de su identidad, sin olvidar que el momento que vivimos genera un *mundo múltiple, complejo y en veloz movimiento y, por lo tanto, "ambiguo", "enmarañado" y "plástico", incierto, paradójico y hasta "caótico"* (Bauman, 2007: 34).

Por ello es pertinente decir -parafraseando a Bauman-, que todo este conjunto de fenómenos y cambios que hemos abordado se convierten a su vez en procesos múltiples, complejos y plásticos; que merecen atención no sólo de las disciplinas técnicas tradicionales encargadas del funcionamiento y diseño de la ciudad, sino de las Ciencias Sociales

para comprender de mejor manera los cambios políticos, económicos, tecnológicos, sociales y culturales que de manera planetaria vivimos en la actualidad y dar propuestas viables de solución a los mismos retos que presentan.

Hay que recordar que los espacios de la ciudad representan no sólo el soporte físico de las actividades de los usuarios sobre el territorio sino el soporte sociocultural de los habitantes, de la comunidad, de sus expresiones socioculturales (Alva y Aldrete, 2011) y de su imaginario colectivo, lo cual en conjunto constituye los elementos que permitirán definir la ciudad que como sociedad queremos construir para este siglo XXI, una urbe que ofrezca mejores condiciones de vida y desarrollo para todos sus habitantes.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, M. Antropología urbana y lugar. Recorridos conceptuales. En A. Giglia, y A. Signorelli (Coords.), *Nuevas topografías de la cultura*. México: UAM-Iztapalapa-Juan Pablos Editor, 2012.
 - ASCHER, F. *Los nuevos principios del urbanismo, el fin de las ciudades no está a la orden del día*. Madrid: Alianza, 2004.
 - BAUMAN, Z. *Los Retos de la educación en la Modernidad Líquida*. Argentina: Gedisa, 2007.
 - CASTELLS, M. La Ciudad de la nueva Economía. *Papeles de Población*, 27: 2001.
 - CENTENO, M. *La Tensión Global-Local y el Auge de una Visión Territorial*. Italia: Universidad de Bologna, 2009.
 - CICOLELLA, P. Globalización y Dualización en la Región Metropolitana de Buenos Aires: Grandes Inversores y Reestructuración Socioterritorial en los Años Noventa. *Eure*, 25: 076, 1999.
 - DAVIS, M. *Urbanismo Mágico, los latinos reinventan la ciudad norteamericana*. España: Lengua de Trapo, 2012.
 - GIGLIA, A. *El habitar y la cultura, perspectivas teóricas y de investigación*. México: UAM-Iztapalapa-Anthropos Editorial, 2012.
 - GÓMEZ, G. *Elitización y Segregación Socioespacial de la Población en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Un Escenario: Metepec*. Tesis de Maestría. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2011.
 - MONTANER, J. M. y MUXÍ, Z. *Arquitectura y Política*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.
 - PACIONE, M. *Urban geography, a global perspective*. USA: Routledge, 2009.
 - SOBRINO, J. *Competitividad de las ciudades en México*. México: El Colegio de México, 2003.
- De páginas electrónicas**
- ALVA, B. y ALDRETE, L. Identidad Urbana en San Luís Potosí a través de la Percepción social en el año 2011. En H. Ruiz et. al. (Coords.), *Diversidad Cultural, Identidades y Territorio: adscripción, apropiación y recreación*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros/2012a/1149/indice.htm>, consultado el 11 de abril de 2012.
 - SEDESOL-CONAPO-INEGI. *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005*. México: SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2007. Recuperado de http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/delimex05/DZMM_2005_0.pdf, consultado el 13 de marzo de 2012.

La ilustración científica y su aplicación como herramienta visual en la cartografía novohispana

Scientific illustration and its application as a visual tool in the New Spain cartography

María Eugenia Sánchez Ramos^{1*}, Carmen Dolores Barroso García²

Sánchez Ramos, M. E., Barroso García, C. D. La ilustración científica y su aplicación como herramienta visual en la cartografía novohispana. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 80-87, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

La ilustración científica representa un medio para conocer nuestro entorno y desde la Edad Media ha sido utilizada como una alternativa didáctica que explica el funcionamiento o la composición de algo. El arte y la ciencia se vinculan en la ilustración científica, por tanto, las técnicas para su desarrollo son variadas: desde las tradicionales como la acuarela, hasta el más avanzado software de simulación 3D. Sin embargo, su finalidad sigue siendo la misma de los bestiarios y pergaminos medievales, en donde se promueve la divulgación del conocimiento. En este trabajo se resaltan las contribuciones de algunos de los ilustradores más notables como Da Vinci y Durero, quienes desempeñaron con sus trabajos el impulso de la representación minuciosa y énfasis en los detalles, y la aplicación de estos principios en la cartografía, específicamente la que se utilizó durante el siglo XVI en la Nueva España. Actualmente, la ilustración científica tiene características y parámetros formales definidos, lo cual permite que el dibujo sea objetivo y sirva como herramienta de aprendizaje visual, al traspasar así las barreras del lenguaje.

Palabras clave: ilustración, ciencia, divulgación científica, comunicación, arte, cartografía.

Keywords: illustration, science, scientific divulgation, communication, art, cartography.

Recibido: 20 de junio de 2013, **aceptado:** 23 de octubre de 2013

¹ Departamento de Estudios Organizacionales, División de Ciencias Económicas Administrativas, Universidad de Guanajuato campus Guanajuato.

² Departamento de Diseño, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad de Guanajuato campus Guanajuato.

* Autor para correspondencia: maru_sanchez@hotmail.com

ABSTRACT

The scientific illustration represents a way to know our environment that has been used since the Middle Ages as an educational alternative that explains the composition or operation of things. Art and science are linked in scientific illustration; therefore techniques for their development are varied: from traditional watercolor, to the most advanced 3D simulation software. However, its purpose remains the same as in the medieval bestiary, where it promotes the dissemination of knowledge. This paper highlights the work of some of the most notable illustrators, such as Da Vinci and Dürer, who developed their job boosting thorough representation and emphasis on details, and the application of these principles in cartography, specifically the one which was used during the sixteenth century in the New Spain. At the present time, scientific illustration has formal parameters, defined features and allowing the picture to be objective and serve as a visual learning tool going beyond the barriers of language.

INTRODUCCIÓN

La ilustración y la ilustración científica

La ilustración, más que un dibujo como usualmente se describe en la literatura, es la interpretación de una idea o propósito definido. Implica, por tanto, el conocimiento de la proporción, efectos de la luz, perspectiva y forma; requiere además de una metodología que integra investigación, interpretación, bocetaje y propuesta. Sin embargo, de acuerdo al área de conocimiento, la ilustración tiene diversas significaciones: en el diseño y la publicidad la imagen visual está orientada a reforzar el texto y describir gráficamente un título; en el arte

la ilustración contiene la historia ya que no existe tipografía; en la ciencia es la alternativa visual para representar la realidad objetiva en proporción y forma; por último, en la divulgación se ha convertido en una herramienta para transmitir el conocimiento.

Sin embargo, hay que destacar la contribución que el arte ha hecho a la ciencia, y es aquí donde la ilustración científica cobra significado como el soporte que nos permite visualizar lo que sólo conocíamos a través de la teoría y de representar lo que pocos podían presenciar. Por tanto, nos referimos a un tipo de dibujo muy detallado que tiene como finalidad el representar visualmente los textos que los investigadores presentan en disciplinas como la Astronomía, Arqueología, Medicina, Química, Microbiología, Cartografía, entre otras. En la actualidad la ciencia ha tenido un gran apoyo en la fotografía, pero al igual que en el caso del texto, ésta no puede reemplazar el valor de la ilustración científica. Por tanto, en este trabajo presentamos una reflexión sobre los orígenes de la cartografía vista como ilustración científica, su influencia en la divulgación del conocimiento y su permanencia intemporal como herramienta educativa hasta nuestros días.

Antecedentes históricos de la ilustración científica

De acuerdo con Ariel Búmbalo (2001) el dibujo es y ha sido un medio para conocer el mundo; el autor considera que desde la Edad Media su utilización fue clave en los pergaminos y bestiarios, aunque era tradición de la época representar la comunicación oral dando origen a ilustraciones con cierto grado de subjetividad y misticismo.

Búmbalo (2001) menciona a Leonardo Da Vinci y Alberto Durero como los grandes precursores de la ilustración científica. En el caso del primero, su inspiración es la naturaleza, como se refleja en su obra. Para Da Vinci, la observación es el secreto de su dibujo preciso y minucioso, como lo refieren sus ilustraciones sobre el sistema alado de los pájaros y las anatomías. En el libro de la anatomía humana *De humana corporis fabrica* publicado por Andrés Versalius en 1543, Da Vinci crea ilustraciones científicas a partir de disecciones sistemáticas que aportaron conocimiento acerca del funcionamiento del cuerpo humano a la medicina y al arte la representación exacta de los músculos y órganos internos. En cuanto a Durero, su trabajo más relevante referente a la ilustración científica se refiere al rinoceronte; en esta imagen se evidencia el manejo

perfecto de la proporción y exactitud en el dibujo, lo cual es asombroso considerando que para realizarlo utilizó la observación y dibujó el ejemplar empleando su memoria y no recurriendo a un modelo viviente o conservado (Búmbalo, 2001).

En el Renacimiento aparecen tres tipos de ilustradores: los que dibujan a partir de modelos griegos, los que dibujan formas a partir de la observación de la naturaleza y, por último, los maestros que pueden realizar dibujos de memoria dada su experiencia. Virginia Thiébaud (2007: 27) considera que durante el siglo XV el descubrimiento del Nuevo Mundo impulsó a los naturalistas y artistas a participar en las exploraciones y documentar la flora y fauna desconocidas hasta ese momento, así como a desarrollar un sistema cartográfico que permitiera consolidar las nuevas rutas comerciales con el viejo continente. Con esta finalidad aparecen entonces los primeros mapas que representan América, realizados durante los inicios del siglo XVI por Juan de la Cosa (Figura 1), Cantino (Figura 2), Caverio (Figura 3) y el revolucionario mapa realizado por el muy reconocido cartógrafo alemán Martín Waldseemüller en 1507 (Figura 4).

Ya en el siglo XIX surgieron notables ilustradores como Siegfried Albinus con su importante trabajo sobre la anatomía; así como John J. Audubon y John Gould, mismos que crearon libros sobre aves en 1827 y 1841, respectivamente, los cuales se convirtieron en libros de consulta para la Ornitología. A partir de este momento como lo menciona Búmbalo (2001), la preocupación principal fue la de separar la objetividad de la subjetividad en la representación de las ciencias naturales.

John Simmons y Julianne Snider (2009: 39) consideran a Charles Darwin como otro notable ilustrador. Sus primeros trabajos se enfocan en cuestiones geológicas y a partir de la expedición del Beagle su trabajo consistió en representar cartografías de las costas, flora y fauna de lugares remotos. El libro *El Origen de las Especies* en 1859 revolucionó el ámbito de la biología y generó una percepción distinta de la naturaleza: ilustraciones más exactas y menos artísticas.

Otro descubrimiento que ha contribuido a la divulgación es la invención de la fotografía, en el siglo XIX. Sin embargo, es menor su calidad ilustrativa, limitado en cuanto al resalte de los planos con respecto a la ilustración tradicional. El uso de la

fotografía en la ciencia comenzó con la adaptación de lentes en microscopios y telescopios, con la finalidad de conocer mundos invisibles hasta ese momento, como la fotografía de la luna realizada por John Draper en 1840. Katiushka Higuera Cooke (2012: 35) refiere que la imprenta hacia 1843 comenzó a reproducir libros que contenían fotografías pegadas en las páginas de los libros, como el libro de Anna Atkins *Fotografías de Algas botánicas*, ya que aún no

se descubría la forma de reproducirlas, por lo que se utilizaba como base de las ilustraciones litográficas.

En este recorrido histórico encontramos dos momentos cúlpe que cambiarían la forma de observar la ciencia: la captura del movimiento: el trabajo de Eadweard Muybridge y su serie de *galope de caballo*, donde se admira la proeza científica y la belleza artística (Higuera Cooke, 2012: 35), y la



Figura 1. Juan de la Cosa, mapa que muestra la primera representación del Nuevo Mundo, 1500. Museo Naval de Madrid.



Figura 2. Planisferio de Cantino, 1502, el documento muestra los conocimientos territoriales europeos y la titularidad de las expansiones coloniales españolas y portuguesas desde la perspectiva de Portugal para la época de su elaboración. Biblioteca Estense, Módena, Italia.



Figura 3. Mapa de Caverio, 1505, en el lado izquierdo del mapa destaca la representación de la costa oriental de los Estados Unidos. Apparently también aparece dibujado el Golfo de México, cuando éste aún no había sido oficialmente descubierto por los españoles. Biblioteca Nacional de París.



Figura 4. Martín Waldseemüller, Certificado del nacimiento de América, 1507. Librería del Congreso de Estados Unidos.

observación de los rayos X por Wilhem Röntgen que contribuiría a una mejor observación en la anatomía y medicina. Hacia 1880 Santiago Ramón y Cajal realizaba pruebas con colores para iluminar partes del cerebro, pero no fue hasta 1850 que se editaron las primeras publicaciones con fotografías. A partir de las publicaciones científicas como *Popular Science* (1872), *National Geographic* (1888), y *Le Radium* (1904), el uso de las fotografías en la ciencia fue cada vez más notable y considerada como herramienta para la observación.

Ciencia y arte: La cartografía en el Nuevo Mundo

Un claro ejemplo de la relevancia que la ilustración

científica y el arte representaron para la comprensión de la tierra es a partir de las expediciones de Cristóbal Colón. La representación cartográfica revolucionó el conocimiento del mundo conocido hasta ese momento. Virginie Thiébaud (2007: 26-27) establece que a partir de los nuevos descubrimientos, las informaciones circularon y comenzó un enorme interés por parte de los cartógrafos europeos por representar este nuevo continente en un lugar en el que para ellos, hasta ese momento, sólo existía el Océano Atlántico. Es evidente que los conocimientos de estas nuevas tierras se actualizaron conforme avanzaban las expediciones, lo que permitió una representación cada vez más fiel y detallada de los territorios descubiertos.

A partir del siglo XVI la cartografía holandesa se impuso con un fin menos empírico y obedeció a la necesidad de divulgar los nuevos conocimientos, cuidando además los aspectos estéticos de estas representaciones. La integración de estos nuevos elementos hizo que se editaran los primeros mapas bajo el formato de atlas mundiales. Thiébaud (2007: 28) menciona a Gerard Mercator, Abraham Ortelius y Willem Blaeu como algunos de los cartógrafos holandeses que compitieron por dar a conocer la mejor y más actualizada representación de la tierra conocida hasta ese momento.



Figura 5. Mapa de Acámbaro, Gto., 1594, muestra al Pueblo de Acámbaro, Gto., y sus colindancias, en las que se destacan las mojoneras que delimitan el territorio. Archivo General de la Nación.

Todos estos avances cartográficos cambiaron de manera definitiva el conocimiento y el pensamiento europeo con respecto al mundo en que vivían: permitieron afirmar definitivamente la esfericidad de la tierra y tener una percepción más cercana a la realidad sobre la repartición de agua y tierra en la superficie terrestre, así como una representación de los continentes gracias a las expediciones que se hicieron sin parar a partir de 1492. De la misma manera percibimos estos avances en la cartografía desarrollada a principios de la época colonial, basada principalmente en planos locales. Ésta refleja la confrontación de dos culturas que tenían una visión muy diferente del mundo; la europea y la indígena (Figura 5).

El valor de estos documentos pictográficos radica en la precisión y el detalle de los mismos, ya que al contrastar las pinturas del siglo XVI con imágenes satelitales recientes podemos comprender su importancia para quienes durante este siglo encontraron, a través de la cartografía, un medio de informar a la Corona Española del estado general y la geografía de sus nuevas conquistas.

Para el caso de México, un ejemplo relevante en este rubro lo encontramos en las pinturas contenidas en las *Relaciones geográficas del Siglo XVI* para la Nueva España (Figura 6), así como algunas encontradas bajo resguardo del Archivo General de la Nación y el Archivo de Indias de Sevilla; las cuales evidencian además la evolución, mezcla y contexto cultural de dichos registros documentales respecto a la sociedad hispana de los siglos XVI y XVII (Barroso, 2012: 157).

El grabado en México en el siglo XVIII

El grabado en el México prehispánico fue la alternativa para registrar las expresiones culturales, científicas, políticas e históricas; como lo menciona López Luján (2010: 204). De acuerdo con el autor, existen dos tipos de imágenes: las más antiguas datan de mediados del siglo XVIII, las cuales fueron realizadas con propósitos religiosos como los tres mapas de San Francisco Mazapa que representan los principales monumentos arqueológicos de Teotihuacán. Los grabados hechos después de las imágenes únicas referidas anteriormente utilizaron la técnica de caligrafía, cuyo propósito era científico con la finalidad de divulgar las publicaciones científicas novohispanas. Un ejemplo es el frontispicio de las *Leccio-*



Figura 6. Pintura de San Miguel y San Felipe, c. 1580, muestra ambos pueblos, en donde se destaca la representación de cerros, cuevas y ríos; así como de españoles, chichimecas y estancias de ganado.
Relaciones geográficas del Siglo XVI: Michoacán.

nes matemáticas de José Ignacio Bartolache, publicado en 1769. El grabado en cobre, aunque fue implementando desde finales del siglo XVI en la Nueva España para crear imágenes religiosas, dio un giro en el siglo XVIII, ya que representó la posibilidad de generar representaciones en serie, y el conocimiento podía llegar a más personas (López Lujan, 2010: 210). Finalmente, la xilografía se convertiría durante la ilustración en el arte idóneo para la ciencia y la tecnología, ya que las reproducciones eran de formato mayor y tenían mejor precisión en el trazo.

Otro aspecto a resaltar es el impulso del dibujo científico realizado en la Real Academia de las Tres Nobles Artes de San Carlos, fundada en 1781. Los egresados de la Academia como Vicente de la Cerda y Atanasio Echeverría (López Luján, 2010: 224) se sumaban a las expediciones científicas de la corona española, como la que comandó el médico Martín Sessé (1781-1803) para el registro de minerales, plantas y animales desde Guatemala hasta California, Columbia Británica y Puerto Rico. Entre los dibujos de corte científico realizados en esta época resaltan imágenes botánicas, dispositivos tecnológicos y dibujos con temas arqueológicos.

Características de la ilustración científica en la actualidad

Antes de profundizar en este ámbito es necesario resaltar que el término ilustración científica se refiere

a un dibujo detallado que reafirma visualmente textos científicos y cuya función es comunicar una información concreta. En el área de Biología, las ilustraciones complementan el aprendizaje y se vuelven un factor determinante en los campos de la investigación y la educación. El dibujo en sí evoluciona en la ilustración científica al incorporar cortes, secciones y capas que permiten conocer el interior, composición, funcionamiento de las cosas (como en el caso de las ilustraciones en biología). El cambio de escala también evoluciona con la finalidad de puntualizar los detalles de la imagen representada.

En la actualidad, los parámetros considerados en la elaboración de representaciones científicas se encuentran estrechamente ligados a las teorías del diseño y la semiótica, relevantes para la ilustración de imágenes en los textos de esta área. Algunas de estas observaciones, las cuales son aplicables en la cartografía presente, se mencionan a continuación.

La ilustración científica tiene tres funciones:

- a) Divulgación: transmisión de información
- b) Didáctica: refuerzo en las áreas de educación de las ciencias
- c) Documental: registro histórico

La imagen, de acuerdo a Donis Dondis (1998), está determinada por el nivel de representación. En este sentido establece tres categorías: representativa, abstracta y simbólica. En la ilustración científica, y por ende en la cartografía, el nivel establecido es el representacional dado su alto grado de iconicidad (realidad).

En cuanto a las técnicas, la ilustración tiene dos vertientes:

- 1) Tradicionales, entre las que se encuentran las técnicas húmedas y secas (gouache, acuarela, tinta china, lápices de color, aerógrafo, etc.)
- 2) Digitales (ilustración vectorial, pintura digital y retoque fotográfico)

Elke Köppen (2007) considera los siguientes factores a tomar en cuenta para el uso de ilustraciones en textos científicos:

- Tecnología disponible
- Fenómenos o datos que se desea representar
- Disciplinas y lógica
- Vanguardias de representación

Los puntos anteriores son directrices de congruencia entre la imagen y contenido, las cuales deben atenderse puntualmente. La cartografía representa un claro ejemplo de ello, ya que en muchas ocasiones se presentan dificultades de legibilidad y comprensión al tratar de ser interpretados por el público en general.

CONCLUSIONES

El estudio de la imagen es muy diverso, ya que varias disciplinas confluyen en este punto. Al respecto Köppen (2007) resalta las siguientes: la Filosofía se ocupa de la representación; la Historia del arte de la iconología y estética; la Psicología de la cognición; el diseño y la publicidad del mensaje y composición; la Semiótica de los contenidos; la Pedagogía

del aprendizaje; la Arqueología, Antropología y Etnografía del aspecto cultural. Es por esto que la imagen requiere, como lo comenta Hans Belting (en Köppen, 2007), de una apreciación interdisciplinaria, y su comprensión requiere de la consideración de aspectos como su producción, uso y recepción de acuerdo al contexto donde se presenta.

Hablar de ilustración científica significa hablar para el cerebro y el corazón (Köppen, 2007), ya que es un vínculo entre el rigor y la objetividad de la ciencia, la estética y emotividad del arte. Lo que es primordial para la ilustración es la transmisión de conocimientos y refuerzo del texto científico, esta es la diferencia principal con el dibujo artístico.

Otra cuestión a resaltar es la implicación de la ilustración científica como recurso didáctico. Es una alternativa para explicar fenómenos microscópicos que nuestro órgano principal de captación del mundo visual, el ojo, no puede percibir. Si bien como se ha revisado este recurso representativo es y ha sido empleado desde la antigüedad; la ciencia hasta hace poco ha reconocido el poder de divulgación de la imagen, así como su impacto visual a través del color.

Los avances de la tecnología también impactan significativamente nuestro entorno. Si bien la técnica digital está basada en los procesos tradicionales de la ilustración científica, no se puede sustituir el principio rector de la generación del conocimiento en el ser humano y su primer postulado positivista: la observación.

Como resultado de esta revisión se propone la cartografía como una línea de investigación específica, si se considera que históricamente se ha manifestado no sólo como uno de los medios relevantes con la que el hombre se ha apoyado para registrar lugares; sino también para representar acontecimientos, difundir sus experiencias religiosas, culturales, políticas, ideológicas, así como divulgar el conocimiento científico desarrollado a través del tiempo.

LITERATURA CITADA

- BARROSO, C. D. *Arquitectura Conventual Mexicana. Fundaciones Franciscanas del siglo XVI en el Estado de Guanajuato*. Tesis doctoral. Cuernavaca: UAEM, 215 pp., 2012.
- DONDIS, D. A. *La sintaxis de la Imagen*. Barcelona: GG diseño, 212 pp., 1998.
- DUGÈS, A. *Elementos de zoología*. México: Oficina de Tipografía de la Secretaría de Fomento, 2 ed., 479 pp., 11 pls., 1884.
- KÖPPEN, E. *Las ilustraciones en los artículos científicos: reflexiones acerca de la creciente importancia de lo visual en la comunicación científica*. *Investigación bibliotecológica*, 21 (42): 33-64. México: UNAM, enero/junio 2007.
- SIMMONS, J. y SNIDER, J. *Ciencia y arte en la ilustración científica*. Colombia: SPM. 40 pp., 2009.
- SMITH, H. M. y SMITH, R. B. *Early Foundations of Mexican Herpetology: An annotated and Indexed Bibliography of the Herpetological Publications of Alfredo Dugès, 1826-1910*. Urbana: University of Illinois Press, 85 pp., 1969.
- THIÉBAUT, V. Evoluciones cartográficas. Las consecuencias del encuentro de dos mundos. En M. Sánchez Rodríguez y H. H. Eling Jr. (Eds.), *Cartografía Hidráulica de Guanajuato* (418 pp.) Zamora: El Colegio de Michoacán-Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, 2007.

De páginas electrónicas

- BÚMBALO, A. La ilustración científica: arte y ciencia en el mismo dibujo. *Diario Los Andes*. Recuperado de <http://www.losandes.com.ar/notas/2001/7/11/sociedad-16934.asp>, consultado el 31 de mayo de 2013.
- HIGUERA COOKE, K. La fotografía en la divulgación científica. *Revista Fomix Campeche*. Recuperado de http://www.fomixcampeche.gob.mx/documentos/articulos_14/FOCARE%2014invitadafotografia2.pdf, consultado el 30 de agosto de 2013.
- LÓPEZ LUJÁN, L. Los primeros trazos de un largo trayecto: la ilustración de tema arqueológico en la Nueva España del siglo XVIII. Recuperado de <http://www.mesoweb.com/about/articles/Discurso-AMH.pdf>, consultado el 30 de agosto de 2013.

Samuel Gitler. *In memoriam*

Mayra Núñez López^{1*}

Núñez López, M. *In memoriam*. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 88-89, septiembre-diciembre 2014.

El Dr. Samuel Gitler murió el pasado 9 de septiembre de 2014 en la Ciudad de México, nació en la misma ciudad el 14 de julio de 1933. En 1952 entró a la Universidad Nacional Autónoma de México para estudiar simultáneamente las carreras de Ingeniero Civil y Matemático. Terminó ambas carreras en 1956. Recibió el título de Ingeniero ese mismo año. En 1956 inició sus estudios de Doctorado en Matemáticas en la Universidad de Princeton, EEUU, graduándose en el año de 1960 con especialidad en topología algebraica.

Su carrera docente data de 1953, cuando ocupó el cargo de profesor en matemáticas en la Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM, puesto que desempeñó hasta 1955. De 1957 a 1959 fue asistente de profesor en la Universidad de Princeton y de 1960 a 1961 ocupó el cargo de Investigador Asociado, en Waltham, Massachusetts, EEUU. En 1961 fue contratado como el primer profesor adjunto del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, cargo que ocupó hasta 1963; pues a partir de 1964 fue nombrado profesor titular del mismo, donde se desempeñó de 1963 a 1987 y de 2001 a 2005, año en que fue nombrado Profesor Emérito.

El interés de Samuel Gitler puede dividirse en dos grandes rubros: el papel de la topología algebraica y sus aplicaciones a la topología diferencial. Su trabajo más conocido es sobre el llamado *espectro de Brown-Gitler*. Este artículo dio origen a la resolución de tres problemas muy importantes en la teoría de homotopía y a un simposio organizado por la Socie-



En la imagen aparece el Dr. Samuel Gitler en una de sus últimas intervenciones en El Colegio Nacional. Fotografía perteneciente al Archivo AMC.

dad Matemática Americana, sobre *la tecnología de los espectros de Brown-Gitler*. Este trabajo fue considerado por el Prof. G. Whitehead en una publicación histórica en el *Bolletín of the American Mathematical Society*, como uno de los cien trabajos más importantes en la historia de la teoría de homotopía.

Anteriormente al problema de Yang-Mills y otros problemas de relatividad general, Samuel Gitler escribió un artículo sobre la *teoría de supervariedades* —objetos matemáticos que modelan situaciones físicas relacionadas con el campo unificado y la teoría de la supergravedad.

Samuel Gitler impartió conferencias en diversos auditorios de las instituciones académicas más prestigias del mundo. Entre ellas, las universidades de Oxford en Inglaterra, la Católica y Pontificia de Río

¹ Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas DMAS, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa.
* Autor para correspondencia: mnunez@correo.cua.uam.mx

de Janeiro, la de Montreal, la Hebrea de Jerusalén, la Aarhus en Dinamarca y la Estatal de Moscú. La Sociedad Real de Londres invitó al investigador mexicano para realizar estancias de un año como profesor visitante en la Universidad de Oxford, la primera en el All Souls College y la segunda en el New College, en esta última le otorgaron el grado de Maestro en Ciencias.

Sus aportaciones al conocimiento matemático se concretaron en libros, revistas y memorias de congresos. Fue autor de más de sesenta artículos publicados en revistas especializadas del más alto nivel, ya sea individualmente o en colaboración con algunos de sus colegas, entre ellos destacan los siguientes: "Immersion and embedding of real projective spaces", con J. Ádem y M. Mahowald en el *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, "On the first exotic class of BF ", y "Evaluación de operaciones de dimensiones bajas".

A lo largo de su carrera contó con una larga lista de distinciones y premios, entre los cuales sobresalen los siguientes: miembro de la Sociedad Matemática Mexicana (1953), miembro de la American Mathematical Society (1957), secretario (1965-1967) y presidente (1967-1969) de la Sociedad Matemática Mexicana, crítico de la revista *Mathematical Reviews* (1968-1990), editor del *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana* (1969-1981), miembro de la Academia de la Investigación Científica (1974), representante de México ante la Unión Matemática Internacional (1975), Premio Nacional de Ciencias (1976), y miembro en dos ocasiones (1964-1965 y 1985-1986) del Institute for Advanced Study, de Princeton, y miembro de El Colegio Nacional (1986). Fue distinguido con tres simposios en su honor por sus 60, 70 y 75 años con publicaciones en *Contemporary Mathematics*. Asimismo, en un simposio en honor a sus 80 años, que se celebró del 25 al 27 de septiembre de 2013 en la Ciudad de México.

Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto

Reguillo, R. *Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 2012, 187 pp., ISBN 978-987-629-202-3.

María Rebeca Padilla de la Torre^{1*}

Padilla de la Torre, M. R. *Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto*. Reseña. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 90-91, septiembre-diciembre 2014.

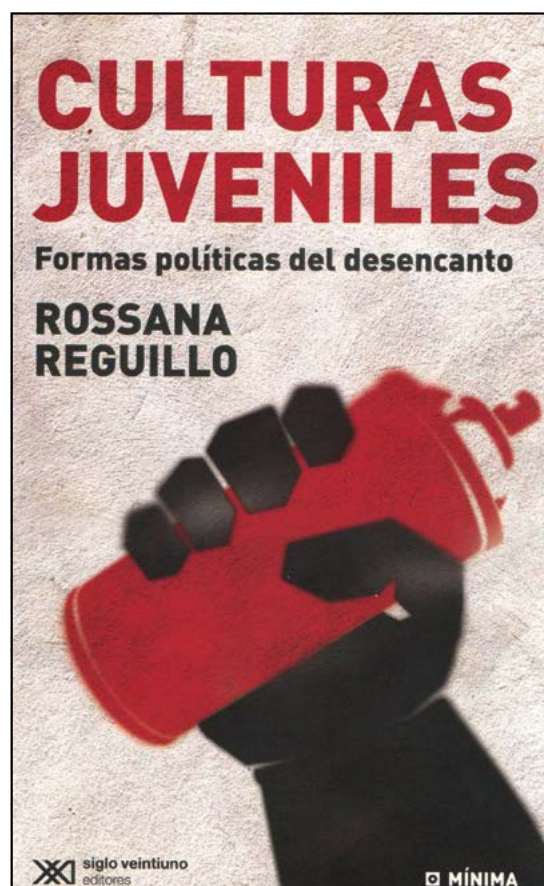
El presente libro es, esencialmente, un análisis comprensivo sobre los jóvenes. Una obra indispensable para quienes se relacionan con este sector de la población en el ámbito educativo, social, político, gubernamental, y como insumo para el diseño de políticas públicas sensibles ante la difícil y compleja situación que enfrentan las nuevas generaciones. En el marco de los recientes movimientos estudiantiles y los sucesos de violencia en contra de los jóvenes en nuestro país y en el mundo, la razón principal para leerlo es que ofrece información y una reflexión sólida que toma distancia de las narrativas que los discriminan o idealizan.

La estructura de esta obra es un ejemplo de cómo analizar socioculturalmente un objeto de estudio, en este caso las culturas juveniles; al situarlas en primer lugar desde una perspectiva histórica, describir cómo se han estudiado, argumentar cómo se ha elegido abordarlas, las implicaciones de la genealogía del pensamiento que se asume y cómo resolver el problema metodológico para articular la escala del contexto macrosocial y la dimensión subjetiva. Además, describe claramente los ejes que conducen el análisis de la condición juvenil: la socialización, el discurso jurídico y las industrias culturales.

El libro plantea cómo se ha construido históricamente el pensamiento académico sobre los jóvenes en América Latina. Argumenta que el *desconcierto* es la principal categoría que define a la juventud contemporánea y el objetivo de este estudio es precisamente *organizar el desconcierto*. Esta frase define el problema de investigación, sobre

cómo estudiar el desconcierto de los jóvenes y la descomposición del contexto relacional en el cual se insertan y lo ha provocado.

La investigación analiza la definición de joven más allá de un recorte sociodemográfico y revisa algunos casos clave de adscripciones identitarias definidas por los propios jóvenes. Propone el análisis



Portada del libro *Culturas juveniles. Formas políticas del desencanto*.

¹ Departamento de Comunicación, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

* Autor para correspondencia: mpadilla@correo.uaa.mx

de las dimensiones biopolíticas -lo racial, la pobreza, el consumo, la moral pública y el género- que no se limitan a los datos y significados, sino que integran el estudio del cuerpo, como la materialidad en la cual se anclan las identidades y prácticas juveniles y las maneras en las cuales opera el poder para ejercer un control sobre él, particularmente el de la mujer.

El texto responde a la pregunta: ¿Qué hacen los jóvenes? y propone una metodología etnográfica para el estudio de las prácticas juveniles. Además explica cuáles son los sentidos que adquieren. Encuentra que se encaminan a trascender el estigma, para integrarse y formar parte de un grupo incondicional que no los excluya o incluya desigualmente, para conciliar lo desarticulado y

mejorar su comunidad. Los jóvenes buscan su sentido fuera de las organizaciones y formas institucionales que para ellos (y para muchos ciudadanos) se han vaciado de sentido.

Rossana Reguillo es una reconocida investigadora que en este libro integra la experiencia de varios años de estudios sobre la juventud y un generoso activismo a favor de ellos. Concluye que del desencanto de la mayoría de los jóvenes emergen prácticas que exploran nuevas formas de organización política e institucional. El reto que confrontan no sólo los jóvenes, sino los adultos, es conducir ese desencanto hacia formas políticas de esperanza.

Política editorial de la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es una revista arbitrada, científica y multidisciplinaria; editada y distribuida cuatrimestralmente por el Departamento de Apoyo a la Investigación, de la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Esta revista contribuye con la difusión del conocimiento científico y tecnológico generado por investigadores de la región, nacionales y extranjeros mediante la publicación de artículos de investigación, revisiones científicas, notas científicas, reseñas de libros y obituarios. Su misión es fomentar la colaboración multidisciplinaria e interinstitucional que favorezca el desarrollo de la investigación, promueva la publicación de sus resultados y la formación de una cultura científica en la población lectora.

Tiene como objetivo principal: difundir, comunicar y divulgar el conocimiento científico y tecnológico, así como promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con estándares de calidad en el ámbito local, nacional e internacional a través de la publicación de artículos originales y de difusión.

Está dirigida a estudiantes de licenciatura, ingenierías y posgrados, profesionistas de las diversas disciplinas, profesores e investigadores y público interesado en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Se distribuye en instituciones de educación superior, centros de investigación, bibliotecas, y organismos del sector público. Cuenta con convenios de intercambio bibliotecario, como: México-USA, COMPAB, REBCO y REMBA. A nivel internacional la revista se difunde por medio de los índices en los que está citada: Índice de Revistas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, Actualidad Iberoamericana, IRESIE, LATINDEX, PERIÓDICA y REDALYC, y en las bases de datos: DIALNET, DOAJ, HELA, ULRICH'S *Periodicals Directory* e Informe Académico.

El primer número se publicó en el año de 1990 y hasta el momento se han editado más de 50. En su estructura considera tres secciones: 1) *Editorial*, que incluye el Directorio, un Consejo Editor y un Comité Editorial de distinguida trayectoria, y el grupo editor. 2)

Artículos científicos, inéditos y originales. 3) *Reseñas de libros y obituarios*, todos relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, así como con las Ciencias Económicas, Sociales y Humanidades.

La revista participa en la Declaración del Movimiento Internacional "Open Access" con el fin de contribuir al aumento de la visibilidad, el acceso y la difusión de la producción científica, por ello, los autores y colaboradores de los artículos ceden los derechos autorales a la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, de manera que la misma podrá publicarlos en formato impreso y/o electrónico, incluyendo internet.

Criterios para publicar

Los manuscritos propuestos a publicación, deberán ser textos científicos que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución inédita a la literatura científica. Solo se aceptan artículos escritos en idioma Español y deberán contener todas las secciones estipuladas en esta Guía, formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas de la lengua española. Todos los manuscritos serán evaluados por al menos dos especialistas o investigadores expertos de las diferentes áreas, pertenecientes a diversas instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional.

Tipos de publicaciones

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes acepta artículos originales: de investigación, revisiones científicas, y notas científicas; asimismo, reseñas de libros y obituarios; sin embargo, se da prioridad al primer género de tal manera que integrarán el 75% del contenido de cada número y el 25% corresponderá para el segundo género.

Artículo de investigación: informa los resultados de una investigación, cuyo tema queda comprendido en alguna de las áreas del conocimiento anteriormente indicadas y es de interés científico por su relevancia.

Artículo de revisión científica: resume y analiza un tema científico de importancia, es una revisión de la literatura y del estado actual de un campo de investigación, que ofrece una evaluación crítica del tema.

Nota científica: es un artículo corto de un tema relevante, novedoso y actual, de ciencia y tecnología que describe o explica un hallazgo y por su mérito científico amerita una rápida publicación. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso.

Reseña de libro: narra o describe de manera breve y clara la evaluación o crítica constructiva de una obra literaria o científica que se ha publicado en los tres años anteriores a la fecha de publicación de la reseña.

Obituario: describe la vida y obra de una persona fallecida con aportaciones relevantes a la ciencia.

Estructura del contenido

Artículo de investigación

No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. En algunos casos se podrá acordar con el editor una extensión mayor, no sin antes valorar la importancia de dicha ampliación. Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos (si de acuerdo a la temática no es posible cumplirlos se deberá justificar, en su caso podrán aceptarse ensayos con una aportación crítica, analítica y documentada):

Título. Deberá ser breve y claro, que refleje el contenido del trabajo. No exceder de 20 palabras, escrito en Español y en renglón aparte, la versión del título en Inglés.

Nombre(s) del/los autor(es). Presentar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores (sin grado académico), agregando al pie de página para cada uno su adscripción (departamento, dependencia e institución) y correo electrónico. Seleccionar un autor para correspondencia.

RESUMEN. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales

aportaciones del artículo en un máximo de 150 palabras, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra **Resumen** al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. Todo manuscrito debe incluir una versión en Inglés del resumen (*abstract*).

Palabras clave. Incluir seis palabras clave relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en Español y su versión en Inglés (*keywords*).

INTRODUCCIÓN. Señalar en qué consiste el trabajo completo, objetivos, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis.

MATERIALES Y MÉTODOS. Describir en forma precisa el procedimiento realizado para, en su caso, comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

RESULTADOS. Describir los resultados de la investigación. Se podrán presentar datos de medición o cuantificación.

DISCUSIÓN. Presentar la interpretación de los resultados de acuerdo con estudios similares, es decir, correlacionando el estudio con otros realizados, enunciando sus ventajas y aportaciones, evitando adjetivos de elogio.

CONCLUSIONES. Precisar los principales resultados que se obtuvieron y señalar si permitieron verificar la hipótesis; asimismo, plantear perspectivas del estudio y de su aplicación.

LITERATURA CITADA. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian, que hay espacios entre las iniciales y que se deben nombrar todos los autores. Se anotarán en orden alfabético utilizando el siguiente formato:

Publicación impresa

De libro:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título (en cursivas)*, volumen, edición, país: editorial, páginas, año.

De publicación periódica:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, título del artículo, *revista (en cursivas)*, volumen, número, páginas consultadas, fecha de publicación.

Publicación electrónica

De libro:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título* (en cursivas), volumen, edición, país: editorial, páginas, año. De: URL, fecha de consulta. doi: xx.xxxxxxxx

De publicación periódica:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título, revista* (en cursivas), volumen, número, páginas consultadas. De: URL de la versión digital, fecha de consulta. doi: xx.xxxxxxxx.

Sólo en caso de contar con el número DOI, será suficiente con colocar éste y omitir el URL.

Citas en texto

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000) o Aguilar (2000); (Aguilar y Camacho, 2001) o Aguilar y Camacho (2001); (Aguilar et al., 2002) o Aguilar et al. (2002). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954, 1960, 1960a, 1960b).

Tablas y Figuras. Deberán colocarse en el lugar que les corresponde a lo largo del artículo, serán numeradas consecutivamente utilizando números arábigos y estar referidas en el texto.

Las tablas deberán tener título breve en la parte superior utilizando mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 10 pts., tanto en letras como en números. Su orientación será vertical.

Además de las tablas, el artículo se debe acompañar de al menos una fotografía o ilustración con pie de foto explicativo breve, indicando si es de su autoría o citando la fuente. Los dibujos o esquemas deberán estar en original.

Las imágenes o ilustraciones deben tener una calidad mínima de 300 ppp. o al menos 5 megapíxeles con formato TIFF, EPS o JPG. En caso de que el artículo contenga varias ilustraciones, éstas se deberán presentar en otro archivo.

En las figuras —se consideran así tanto gráficas como fotografías y mapas—, utilizar mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 8-10 pts. El tamaño máximo de la figura incluyendo leyendas, será de 12 cm de longitud y 16 cm de ancho, el mínimo permitido será de 6 cm de longitud y 8 cm de ancho.

Se debe explicar claramente en la parte superior de cada tabla y al pie de cada figura el contenido de las mismas en *cursiva*.

Artículo de revisión científica

No deberá ser menor de cinco ni mayor a 15 cuartillas. Debe incluir título en Español y su versión en inglés, nombre de los autores y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en Español y en Inglés, texto del artículo considerando: introducción al tema (incluyendo por qué el problema es de interés), desarrollo del trabajo con una discusión académica, conclusión y un apartado de referencias. El contenido del artículo puede estar subdividido cuidando que exista una conexión entre los apartados. La literatura citada, fotografías, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación.

Nota científica

No deberá ser mayor a cinco cuartillas. Debe incluir título en Español y su versión en Inglés, nombre de los autores y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y su versión en Inglés. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre los párrafos. La literatura citada, fotografías, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación.

Reseña de libro

No deberá ser mayor a dos cuartillas. Debe incluir identificación del autor y su obra: nombre del autor, título de la obra, lugar de publicación, editorial, fecha de edición, número de páginas e ISBN; resumen o descripción del texto o contenido, señalando las partes en que está integrado, crítica y conclusión, literatura, fotografías, ilustraciones o gráficas y otros recursos o datos relevantes que lo particularizan como exponente y autoridad en la materia.

Obituario

No deberá ser mayor a dos cuartillas. Debe incluir nombre del autor y sus datos de adscripción incluyendo correo electrónico a pie de página, texto del artículo considerando una introducción que incluya nombre de la persona recordada, fecha y lugar de nacimiento y muerte, una breve biografía, aportaciones científicas y académicas relevantes en la ciencia y una reflexión.

Características de la revisión de artículos

1. El editor se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.
2. Todos los trabajos son sometidos a un arbitraje de doble ciego a cargo de la Cartera de Árbitros que integra la revista, la cual está compuesta por miembros del SNI o investigadores expertos en el área de los artículos, pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional. Cada trabajo es revisado por al menos dos evaluadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo intacto, con modificaciones o si definitivamente se rechaza. En caso de contar con resultados discrepantes, se enviará el trabajo a un tercer evaluador, cuyo resultado será definitivo e inapelable.
3. El editor dará a conocer al autor contacto el resultado del arbitraje a través del formato "Observaciones"; si el trabajo es aceptado con modificaciones, el autor deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles y enviará nuevamente al editor el original y el archivo electrónico del artículo junto con un **archivo de respuesta a dichas observaciones** en formato Word. El archivo consiste en una explicación detallada de las modificaciones realizadas tomando en cuenta todas y cada una de las observaciones señaladas por los evaluadores. Incluir el comentario del evaluador y su correspondiente acción o respuesta del autor. No es necesario incluir en este archivo las anotaciones realizadas por los evaluadores sobre el artículo.
4. Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, el artículo no será considerado para publicarse en el siguiente número de la revista.
5. El editor informará al autor contacto en su caso, el avance de su trabajo en el proceso de dictaminación, del rechazo, o la fecha de publicación del mismo.
6. La revista se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados con el fin de

dar una mejor estructura a cada número de acuerdo a la política editorial.

7. Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva. Se enviarán pruebas de impresión en formato PDF al autor contacto y serán devueltas al editor dos días después de haber sido recibidas. Si las pruebas no se entregan a tiempo, el artículo se publicará sin las correcciones correspondientes.
8. Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a menos que se especifique lo contrario.

Indicaciones para los autores

1. El escrito se enviará en formato Word 2003 o 2007 y en formato PDF. en hoja tamaño carta.
2. Tipografía: Arial en 12 pts.
3. Justificación: Completa, no utilizar sangría al inicio de párrafos.
4. Márgenes: Superior e inferior 2.5 cm.; izquierdo y derecho de 3 cm.
5. Espacio: Doble.
6. Abreviaturas: Escribir el término completo la primera vez que se usa y seguirlo con la abreviatura entre paréntesis.
7. Las expresiones matemáticas deben estar escritas claramente y se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades. Asimismo, los conceptos y términos científicos y técnicos deberán escribirse de forma clara y precisa.

Especificaciones de envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido que anteriormente se han especificado.

El envío del artículo puede realizarse mediante dos vías:

- a) **Mensajería o entrega personal** en la Dirección General de Investigación y Posgrado, en un sobre cerrado dirigido a Rosa del Carmen Zapata editora de la revista, el cual deberá

contener artículo impreso, archivos del artículo e ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

- b) **Correo electrónico** dirigido a la editora de la revista, a través de revistaiyc@correo.uaa.mx que contenga archivos adjuntos (*attachment*) con el artículo, las ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

Es importante que el autor conserve una copia de los archivos y de la impresión enviada.

Colaboración e informes

Revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*

Dirección General de Investigación y Posgrado
Departamento de Apoyo a la Investigación
Av. Universidad núm. 940, C.U.,
Edificio 1-B, segundo piso.
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.
Teléfono/Fax (449) 910-74-42

Correo electrónico: revistaiyc@correo.uaa.mx
www.uaa.mx/investigacion/revista