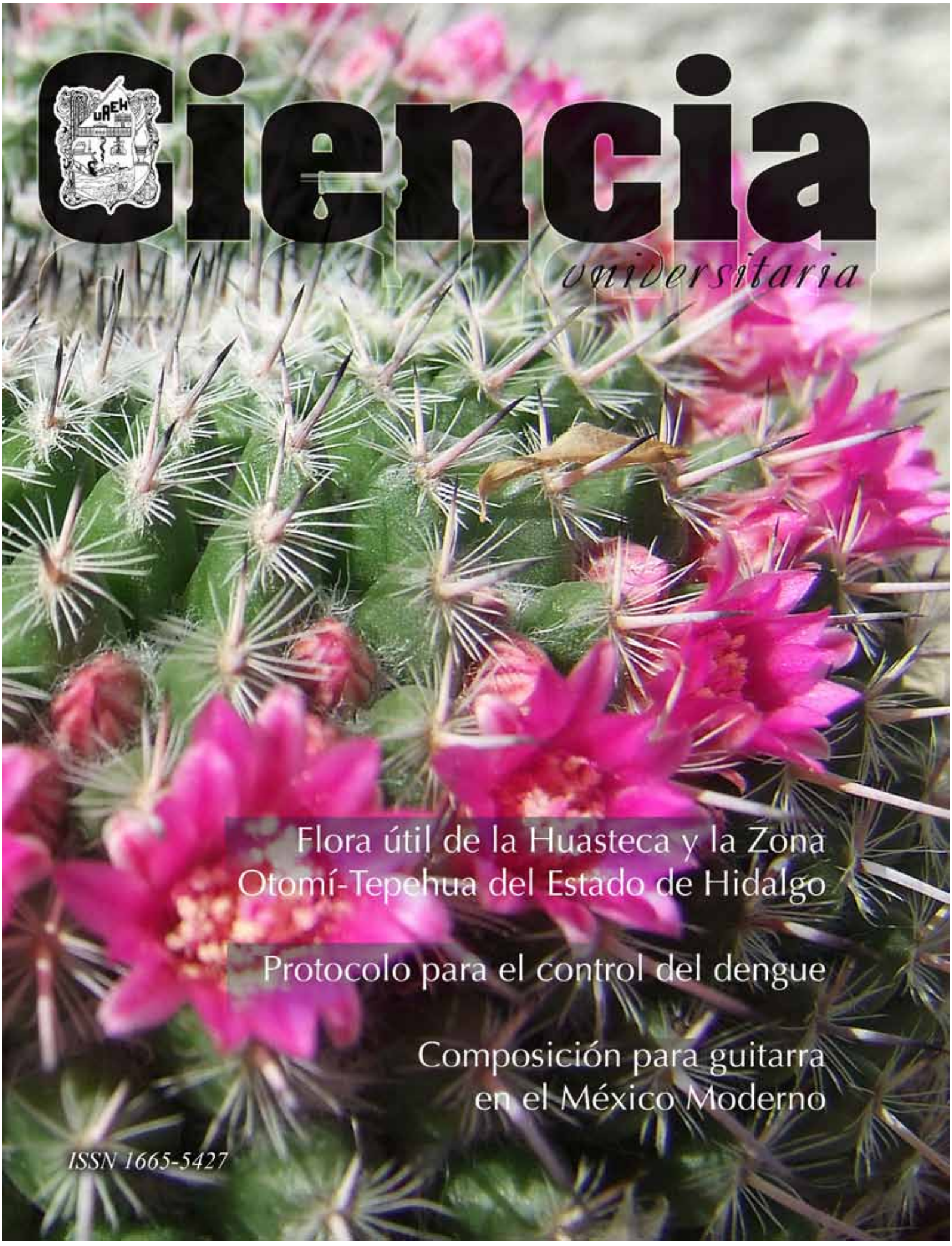


Ciencia universitaria

Flora útil de la Huasteca y la Zona Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo

Protocolo para el control del dengue

Composición para guitarra en el México Moderno

ISSN 1665-5427

José Roberto Villagómez Ibarra
Director editorial

Rosario Osti Castillo
Coordinadora editorial

Consejo Editorial para este Número

Otilio Arturo Acevedo Sandoval
Presidente

José Roberto Villagómez Ibarra
Secretario técnico

Alberto José Gordillo Martínez
Director de Estudios de Posgrado

R. Carlos César Maycotte Morales
Director del Instituto de Ciencias Agropecuarias

Eliezer Zamarripa Calderón
Coordinador de Investigación y Posgrado del Instituto de Ciencias de la Salud

Lydia Josefa Raesfeld Pieper
Coordinador de Investigación y Posgrado del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

Juan Homero Roldán Rojas
Coordinador de Investigación y Posgrado del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Tomás Roberto Herrera González
Coordinador de Investigación y Posgrado del Instituto de Artes

Heriberto Moreno Uribe
Coordinador de Investigación y Posgrado del Instituto de Ciencias Económico Administrativas

Mario Vigueras Melo
Responsable de Programa de Mejoramiento del Profesorado

Edición
Horacio Romero
Director de Ediciones y Publicaciones de la UAEH
J. Marcial Guerrero Rosado

Ciencia universitaria es una publicación científica multidisciplinaria semestral editada y distribuida por la División de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, órgano de comunicación y difusión científica. Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio sin la autorización expresa de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Los artículos presentados son responsabilidad del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, a menos que se especifique lo contrario. ISSN 1665-5427. Impresa en los talleres de Litho Offset Aresa, SA de CV, Javier Martínez 218, Col. Escuadrón 201, México, DF, con un tiraje de 1000 ejemplares. El diseño de portada se realizó en la Dirección de Comunicación Social de la Dirección General de Comunicación Social y Relaciones Públicas de la UAEH. Año 1. Periodo enero/junio 2010.

Para informes y envío de artículos:
jrvi@uaeh.edu.mx, rosticastillo@yahoo.com.mx, Tel. (771) 7172000, Ext. 6063.
Ciudad Universitaria, Edificio CEVIDE P/B, carretera Pachuca–Tulancingo, km 4.5, Mineral de la Reforma, Hgo, México CP 42184.

índice

4 *Sobre la universidad: una perspectiva antropológica*
David Lagunas Arias

14 *Análisis de la factibilidad del empleo de un consorcio microbiano en el tratamiento de vertidos*
Jorge Del Real Olvera, Francisco Prieto García, Eva María Santos López, Alma Delia Román Gutiérrez y Alberto José Gordillo Martínez

23 *Vegetación e inventario de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo*
Miguel Ángel Villavicencio Nieto, Blanca Estela Pérez Escandón

34 *Bases mínimas para la elaboración de un protocolo para la prevención, detección y el control de la fiebre roja (dengue) en Hidalgo*
Luis Mauricio Figueroa Gutiérrez, José Luis Imbert Palafox, Ana Hilda Figueroa , Gutiérrez, Iris Cristina López Santiago, Tomás Serrano Avilés, Juan Francisco Martínez Campos

43 *El papel del conocimiento en la construcción endógena del desarrollo*
Roberto Morales Estrella

55 *Resumen de la composición para guitarra en el México moderno*
Raúl Cortés Cervantes, Mauricio Hernández Monterrubio, Carlos Edwin Jiménez Hernández

63 *Stochastic linear programming to optimize some stochastic systems*
Gilberto Pérez Lechuga, L. M. Pla-Aragones

73 *Desarrollo de biosensores miniaturizados de bajo costo en configuración plana*
Carlos Andrés Galán Vidal, María de Lourdes Pacheco Hernández, Giann Arturo Álvarez Romero, María Elena Páez Hernández, Luis Humberto Mendoza Huizar, Araceli Sierra Zenteno.

82 *Influencia del tratamiento térmico (TT) con $CdCl_2$ en las propiedades estructurales y ópticas de películas semiconductoras de CdTe crecidas por erosión magnetoplanar (SPUTTERING)*
H. Hernández Contreras, J. A. Aguilar Hernández, G. Contreras Puente, R. Juárez Del Toro, O. Montaño Arango, J. R. Corona Armenta, J. Garnica González

86 *A Simulator for Active Database Systems*
Joselito Medina Marín, Marco A. Montufar Benítez, Aurora Pérez Rojas, Oscar Montaño Arango, José Ramón Corona Armenta, Jaime Garnica González

92 *Composicición del desarrollo en el Estado de Hidalgo. Demografía, etnicidad y pobreza,* **de Assael Ortíz Lazcano por Israel Cruz Badillo**

93 *Graffitis novohispanos de Tepeapulco. Siglo XVI,* **de Pascual Tinoco Quesnel y Elías Rodríguez Vásquez por Jorge Peña Zepeda**

94 *Políticas y bases de Ciencia Universitaria*

Sobre la universidad: una perspectiva antropológica

David Lagunas Arias
Área Académica de Historia y Antropología, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
km 4 carr. Pachuca-Actopan, Pachuca, Hgo., México
e-mail: davlagunas@hotmail.com

PALABRAS CLAVE

- Universidad
- Antropología
- Poder
- Investigación
- Humanidades

Resumen

Las universidades son instituciones sociales dentro de las cuales los antropólogos trabajan, pero a las cuales raramente les dedican atención etnográfica. La Universidad genera diversos tipos de personas, entre ellas, la figura del profesor, quien concentra significativos ejercicios de poder. Sin embargo, las universidades se enfrentan a los dilemas propios que están en sintonía con la crisis de gobernabilidad del Estado neoliberal y las políticas públicas respecto al futuro y la planeación de la educación superior. La etnografía y la descripción de algunas estructuras de reproducción social e influencias hegemónicas en la Universidad y en el campo de la educación superior en general se construyen a partir de las experiencias de campo del autor.

Abstract

The universities are social institutions within which the anthropologists work but to which rarely dedicate ethnographic attention to him. The University generates diverse types of people, among them, the figure of the professor who concentrates significant exercises of power. Nevertheless, the universities face the own dilemmas that are in syntony with the crisis of governability of the neoliberal State and public policies with respect to the future and the planning of the superior education. The ethnography and the hegemonic description of some structures of social reproduction and influences in the University and the field of the superior education in general are constructed from the fieldwork experiences of the author.

Etimológicamente *universidad* se refiere a una totalidad, una totalidad de estudiantes y funcionarios pertenecientes a un tipo de comunidad académica. En la actualidad, en nombre del crecimiento y el desarrollo, las universidades occidentales se están reformando para ser más competitivas en el mercado global del conocimiento.

Es probable que la edad de oro de la universidad, plena de optimismo y democratización sobre el rol que jugaba en relación con la producción de conocimiento, fuera el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, el surgimiento de la economía post-industrial y neoliberal erosionaron el prestigio de las universidades. Las universidades históricamente han sido percibidas como el ámbito donde se entrecruzan y expresan diversas fuerzas sociales, políticas y económicas. Lo que representa una novedad es el creciente grado de volatilidad que presentan estas fuerzas. Como instituciones, las universidades experimentan fuertes presiones externas como las limitaciones en el presupuesto de los estados y la consiguiente necesidad de recabar fondos privados para el financiamiento de sus operaciones, las demandas cambiantes de la sociedad (i. e. mayor flexibilidad y fuerza de trabajo barata) y la noción cada vez más persistente de la "elección del consumidor" (léase "estudiante"). Estas fuerzas aparecen en el marco de una tradición universitaria que históricamente veneraba y ensalzaba una serie de ideales acerca de la propia institución, los cuales hoy en día son símbolos que pueden producir trabas para los estudiantes, maestros y empleados, pero en el marco de los cuales todos ellos deben trabajar y no pueden permitirse ignorar. No olvidemos, en este sentido, que la institución universitaria es —al igual que toda nación—, una comunidad social y discursiva imaginada (Anderson, 1993), basada en una ideología que se apoya en el parentesco simbólico entre todos sus miembros ("todos somos UNAM" o "soy de la UAM") y una afinidad de propósitos y objetivos.

Las universidades deben enfrentar profundos cambios internos en relación con sus estructuras burocráticas, la importación de modelos de *management* empresariales, y la mercantilización de los conocimientos y las habilidades, en oposición a su papel tradicional como institución orientada a la adquisición del conocimiento y el saber (ver Freitag, 1995). Estos cambios internos se han traducido en mayor control y vigilancia, un trabajo burocrático absorbente, la continua evaluación al desempeño (*accountability*) y la presión estatal sobre la autonomía universitaria. Como consecuencia, se ha producido la pérdida de poder de decisión de los mandos intermedios y superiores, y de las antiguas coaliciones. De forma simultánea, la política educativa de la SEP, más atenta a las coyunturas del momento que a una planeación a medio y largo plazo, ha creado contradicciones que afectan su credibilidad y su autoridad sobre la sociedad mexicana.

Algunos autores como Bonvecchio (1998:21 y ss.) plantean que la universidad ya se ha disuelto en un presente defraudante y sólo queda el recuerdo de un pasado prestigioso y glorioso: por un lado, la imagen de la institución se identifica crecientemente con la maquinaria ideológica que produce metáforas para conjurar el vacío;[1] por otro, la universidad se dirige a producir saber, que es absorbido por el mercado o bien almacenado sin mayor trascendencia. Para Luhmann (1998:251), en cambio, con independencia de lo que se opine, las instituciones educativas

son indispensables para complementar el proceso del socialización y transformación de personas, siempre y cuando preparen al individuo para vivir fuera del sistema educativo, lo cual exige mayor grado de diferenciación externa de las instituciones educativas en paralelo a la complejidad creciente de la sociedad y la participación móvil del individuo en una pluralidad de sistemas sociales.

Al profesor universitario ya no le queda más remedio que escapar de su torre de marfil y disputar su territorio de caza y las audiencias a los periodistas o intelectuales mediáticos —tipo Monsiváis—, si es que su discurso pretende tener relevancia en la sociedad, más allá de la academia. Aunque, como bien señala Bourdieu (2000:73-82), el papel del científico no es luchar contra los periodistas, sometidos ellos mismos a su propia censura propia del oficio de producción cultural, a pesar de que "una parte enorme de lo que digamos o hagamos quedará filtrada, es decir, anulada, en muchas ocasiones, por la manera como lo cuenten los periodistas". El verdadero papel del científico, señala Bourdieu, es el de aportar razones, argumentos, refutaciones, demostraciones contra el vapuleo mediático —especialmente de la televisión— y la deformación periodística o de intérpretes hostiles (se oye hablar de "aldea mediática", "mundialización", "medio ambiente", "desarrollo sustentable"), inventando "una nueva manera de organizar el trabajo de contestación y de organizar la contestación".

[1] Un ejemplo de este vacío puede ser la situación de la universidad en Francia, en la cual casi la mitad de los estudiantes fracasan, y los que consiguen titularse no cuentan con la promesa de un trabajo digno, por lo cual, algunos plantean que la universidad sigue siendo "un señuelo bien pensado".

Ejercicios de poder

En México el sistema universitario se encuentra muy fragmentado. Gabriela Vargas (2006:11-12) traza una división de la academia mexicana en dos polos: centros de investigación y departamentos de docencia. En relación con la Antropología destaca en el primer sector al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y al Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), cuyo principal foco es la investigación, además de las universidades que cuentan con centros de investigación, y los profesores investigadores de tiempo completo que tienen la opción de involucrarse en las tareas propias de la docencia. Del otro sector del espectro, identifica los departamentos docentes ubicados principalmente en universidades regionales, cuya orientación principal es graduar a los estudiantes en detrimento de la investigación. Enmedio de estos dos polos aparecen los "Colegios", en los cuales se combinan la docencia y la investigación, como es el caso de El Colegio de Michoacán o El Colegio de Jalisco. Vargas concluye que la especialización de las instituciones mexicanas ha creado una oposición entre los profesores que "apenas realizan investigación" y los investigadores que "apenas imparten docencia", situación que desde los 90 se ha intentado revertir con la creación de la figura del profesor-investigador. Esto, sin embargo, no resultó ser la mejor solución, como se creía, para conectar la investigación y la docencia debido a que, por un lado, lo apretado de los calendarios de los cursos escolares dejan poco espacio para la investigación, y por otro, los proyectos de investigación de CONACyT demandan trabajo de campo a tiempo completo, lo cual supone para el profesor-investigador un obstáculo

para impartir cursos docentes con regularidad.

Bourdieu (1984), en su estudio —ya clásico— sobre los académicos franceses, demuestra que los profesores se involucran en prácticas de producción y diseminación de conocimiento que definen la estructura objetiva del campo intelectual de la educación universitaria, el cual está a su vez relacionado con el orden social, político y económico. Este espacio no es neutro, sino que es el escenario donde se dirimen luchas para determinar las condiciones y los criterios de la pertenencia y de la jerarquía legítimas, estableciéndose distinciones sociales, la más obvia de éstas, la distinción entre el profesor titular y el profesor por horas (en la UNAM, por ejemplo, 68% del profesorado es por horas), y en lo fundamental rivalizando con los demás maestros para obtener los mejores horarios de clase, los mejores cubículos, citas de amigos, el financiamiento para investigación y publicaciones, prestigio social, invitaciones, computadoras, etcétera, entrecruzadas con ejercicios de poder y mecanismos de legitimación (Anta, 2002).

Probablemente uno de los problemas estructurales crecientes de las grandes universidades mexicanas en el campo de la investigación sean las "canonjías", los cotos cerrados de reproducción social (González–Alcantud, 2000:182), todavía más imponentes en las universidades europeas (Francia, Italia, España) afectadas por la endogamia, el mobbing y las luchas intestinas, síntoma y consecuencia a la vez de la rigidez y la cerrazón ante la creciente conciencia de la fragilidad y la inseguridad de la universidad para dar respuesta a las demandas de la sociedad.

La carrera del profesor universitario se beneficia del mayor de los privilegios: el prestigio social, como depositario de una sabiduría fuera de toda duda, lo que lo convierte en un tipo de canónigo secular o mandarín, que enmascara el ejercicio de su violencia simbólica, a lo Bourdieu, a través de la pedagogía (*op. cit.* p. 181). Evidentemente me refiero a una categoría específica de profesor universitario, el titular de tiempo completo a diferencia del profesor por horas (el 68% en la UNAM, por ejemplo), puesto que el campo universitario, como los demás sectores de la sociedad, se encuentra jerarquizado. El profesor universitario invierte su tiempo en escribir libros y artículos, tarea que inició a finales de sus veinte y a lo largo de sus treinta, presentar ponencias en congresos, y debe seguir escribiendo libros y artículos para "hacerse un nombre" y ser conocido. Ser profesor de tiempo completo no ocurre en un día, sino que exige invertir mucho tiempo; es más, su carrera puede observarse como una profesión que se mide contra el tiempo, el cual no puede malgastar (Delaney, 2004:103).

Una de las últimas estrategias aplicadas en las universidades para elevar la calidad de la investigación, siguiendo las recomendaciones de la SEP, es el trabajo colegiado. Éste se conceptúa como el trabajo colaborativo entre los miembros de los cuerpos académicos bajo. Pero la colegialidad no es una novedad. De hecho, la colegialidad, la asociación de estudios y no de individuos es la raíz del nacimiento de la universidad, desde su separación de la organización eclesial en la época bajomedieval y en el Renacimiento. (González-Alcantud, 2000:183). La puesta en común de la organización de los estudios se encuentra en una relación contradictoria con la estructura jerárquica de la universidad. Solo cabe apreciar la distancia abismal en la que se encuentran el profesor titular de tiempo completo del profesor por horas o del estudiante, siendo parte de las di-

visiones y distinciones de estatus, remuneración y prestigio, que no permiten imaginar la colegialidad y la igualdad en su sentido ideal (*op. cit.*, p. 185).

En este proceso actual de cambios en los modelos educativos y organizacionales de las universidades resultará interesante observar si, con el aumento de trabajo colegiado como política de trabajo al interior de las áreas y departamentos de investigación, se generará una disminución del poder de los rectores y otras autoridades académicas, y mayor poder de decisión de los departamentos, tal como ya ocurrió en otros países (*op. cit.*, p. 183).

Tampoco cabe obviar que la colegialidad conlleva la participación del profesorado en la arena política, el campo de las luchas reales por adquirir más recursos y más poder (*op. cit.*, p. 184), inclusive más allá de la cátedra o paralelamente a la universidad en otras instituciones o puestos de asesoría.

Otro elemento que explica las luchas departamentales es el hecho de que el profesor titular obedece a una lógica segmentaria y faccionalista y, sin duda, clientelista. Esta lógica se expresa despiadadamente a través de esas extrañas alianzas que unen a individuos y a unos segmentos con otros, evitando una suerte de guerra hobbesiana de todos contra todos, lo cual genera que el profesor universitario lleve a cabo estrategias de supervivencia tanto para su proyecto individual como para su promoción profesional, serpenteando hasta alcanzar su consciente objetivo estratégico: llegar a intocable (González-Alcantud, 2000:185). Pocos son los elegidos. Llegar a ser un intocable depende no sólo del propio talento, la astucia y la habilidad del profesor, sino de las condiciones estructurales que lo rodean. El intocable puede formar parte también de esa casta de investigadores que se legitima por el manejo privilegiado de las redes nacionales e internacionales: es el profesor visitante, el conferencista magistral que viaja en primera clase, el honoris causa. Esta casta tiene el privilegio de practicar nuevas formas de empleo, reservadas a las élites profesionales, a la manera de las estrellas de Hollywood. Brad Pitt o Julia Roberts, por ejemplo, pueden trabajar con cualquier productora cinematográfica, sin necesariamente generar un compromiso permanente con ella. Del mismo modo, el profesor de élite puede trabajar en diversas instituciones, sin necesidad de adquirir un compromiso más allá de un proyecto específico.

Y es esta lógica clientelar y faccionalista la que permite responder, en parte, a la pregunta que cualquiera se habrá hecho alguna vez en los departamentos universitarios: ¿por qué algo pequeño se convierte en algo grande? Existen numerosos ejemplos cotidianos en cualquier instituto, departamento o área de nuestras universidades en los cuales las diferencias entre individuos llegan a extremos ridículos y absurdos. A diferencia de la idea de que se comparten intereses, las facciones entran en conflicto y provocan una hostilidad paralizante, lo cual a veces es desproporcionada en relación con la magnitud del desacuerdo generado de inicio. Este faccionalismo, teñido de resentimiento, tensión y sospecha entre institutos, áreas y departamentos, se produce la mayoría de las veces debido a una simple y llana discrepancia en las formas y perspectivas de enfrentar los problemas.

Estos patrones mencionados explican cómo los catedráticos de distintas áreas y departamentos muestran (re)celos unos con respecto a otros, por el hecho ya mencionado anteriormente de

adoptar una perspectiva particular o defender distintos intereses. Esto último tiene que ver también con una cuestión cultural: México es uno de los países con los índices más bajos de confiabilidad en el otro, lo cual inhibe el trabajo en equipo y los grupos auto-dirigidos.

¿Pero cuál es la fuente última de estas tensiones? Con frecuencia los conflictos se generan por el compromiso fuerte con la autonomía personal y la libertad de cátedra o académica, así como por una tradición de agencia individual en el mundo académico (McDowell, 2006). Estos son los dos patrones de identidad básicos que alimentan la hostilidad y la tensión. Estos patrones también legitiman el ejercicio del poder, una violencia simbólica a lo Bourdieu, sobre algunos estudiantes por parte de profesores inseguros y fracasados, los que escribirán algún artículo u obtendrán algún recurso para investigación, pero no realizarán una aportación genuina al conocimiento y al saber, y que encuentran en la pedagogía una forma de afirmar su poder arbitrariamente.

Cabe señalar que la universidad también produce diferentes tipos de personas, entre ellas, los estudiantes. Sin duda, la universidad crea ciudadanos trasnacionales a través de la educación y por medio del control de poblaciones, según Foucault. El control se aplica por medio de la tecnología regularizadora característica de las sociedades de normalización como la nuestra. Esta tecnología aspira al equilibrio global, a una homeostasis: la seguridad del conjunto, de la masa de población, frente a sus peligros internos. Foucault (2002:231) plantea que se trata de actuar contra "los peligros, externos o internos, con respecto a la población y para la población (...) la eliminación del peligro biológico y al fortalecimiento, directamente ligado a esa eliminación, de la especie misma o la raza. La raza, el racismo, son la condición que hace aceptable dar muerte en una sociedad de normalización". Este segundo punto es trascendental. Foucault señala que el Estado funciona por medio del bio-poder, asegurado por el racismo, para dar muerte al otro: "cuando hablo de dar muerte no me refiero simplemente al asesinato directo, sino también a todo lo que puede ser asesinato indirecto: el hecho de exponer a la muerte, multiplicar el riesgo de muerte de algunos o, sencillamente, la muerte política, la expulsión, el rechazo, etc." (*ídem*). En este sentido, en el aparato universitario los mejores estudiantes son estimulados a seguir adelante mientras los peores estudiantes son excluidos y marginados, todo a través de una serie de rituales burocráticos en el aula: fetichismo de los textos, preguntas, exposiciones, exámenes. Los mecanismos del discurso, prácticas, exámenes, currícula, formación docente y otras medidas para evaluar el desempeño crean el "éxito" en una sociedad meritocrática. Sin embargo, las universidades se han convertido también en espacios de contestación entre los mecanismos formales de gobierno y los estudiantes. Algunos síntomas que aparecen en el panorama actual son el descenso de graduados capacitados para asegurarse un empleo estable y regular, o los cambios en los roles de género, porque cada vez más mujeres trabajan y buscan un empleo mejor pagado.

En definitiva, las luchas departamentales se basan en tres pilares: la colegialidad como ideal mítico, la arena política estructural y la segmentariedad en los comportamientos (González–Alcantud, 2000:186). Esto, dejando de lado Sobre la universidad: una perspectiva antropo-

lógica otras condiciones objetivas y estructurales, obstaculiza el desarrollo de planes propios de fomento a la investigación y promoción de la investigación multidisciplinaria de calidad en la universidad, al igual que la formación interdisciplinaria de profesionales, investigadores, profesores universitarios y técnicos capaces de generar progreso y conocimiento al servicio del Estado y la nación.

De *Club Mediterranée* a observatorio crítico

Las universidades constituyen sistemas culturales que expresan un bricolaje continuo, pero a la vez frágil y volátil, observable en los ideales y las estrategias que cotidianamente producen los estudiantes, maestros, administrativos y funcionarios. La educación superior se sitúa en el punto de confluencia de la investigación, la educación y la innovación, aspectos claves de la competitividad y, sobre todo, de una aportación genuina a una sociedad basada en el conocimiento. Sin embargo, con frecuencia se olvidan otros aspectos trascendentes del quehacer universitario, los cuales suponen un compromiso social por parte de profesores, estudiantes, funcionarios y personal administrativo.

Adoptar una actitud científica, asumir nuevos paradigmas, acreditar que se puede modificar el entorno y tener coraje para cambiar e innovar, son parte de las políticas estratégicas de la investigación en las instituciones de educación superior. La vinculación con el entorno social (educativo, étnico, científico), el sector de la administración pública y el sector productivo, son parte del nuevo "contrato social" con la sociedad que se dibuja para las universidades a corto y mediano plazo. Sin embargo, esto genera ansiedades y resistencias entre la comunidad académica, especialmente en relación con la vinculación de la universidad con el sector empresarial y productivo, pues un sector de los científicos sociales alerta acerca del riesgo de *Club Mediterranée* a observatorio crítico de someterse a un mercado que sólo busca resultado financiero y se olvida de la política social y humanista.

Lo más recomendable es huir de estas visiones maniqueístas e instalarnos en posiciones más realistas. Existe un consenso en la academia de científicos e investigadores en relación con que la universidad debe superar la lentitud y la ineficacia, o al menos reducirlas al máximo. La universidad ideal es aquella en la que hay buenos profesionales y que combate el inmovilismo. Una universidad que desarrolle trabajo para sobrevivir no tiene demasiado futuro. Si no innova, sin necesidad de copiar modelos sino de aprovechar lo bueno con realismo, el rezago puede pagarse muy caro. Sin ir más lejos, la teoría de la complejidad sostiene que los sistemas se autoorganizan, es decir, contra más se desorganiza un sistema éste busca soluciones más originales.

Quisiera detenerme por un momento en el campo de las Ciencias Sociales y Humanidades (CSyH), que es el que conozco mejor. Las insuficiencias y debilidades de este campo del saber en México son evidentes: falta de reconocimiento académico de las tareas de transferencia de conocimientos; dispersión y falta de conexión de las distintas líneas de investigación; financiamiento insuficiente; ausencia de vinculación con las empresas y los sectores gubernamentales, entre otras. Es más: Las humanidades, en concreto, han sido afectadas más que otros campos disciplinares por la corriente cultural tal como De Certeau (1994:107-108) ya advertía a me-

diados de los setenta: gente —adolescentes pero especialmente adultos, madres liberadas de sus hijos— que llegan a la Universidad por curiosidad y a explorar regiones que les interesan (la sensibilidad estética y artística, la historia de un país, la filosofía como práctica de vida), sabiendo que los estudios no van a ser rentables, poniendo "a la universidad del lado de los ocios culturales, para convertirla en una especie de casa de la cultura mejor organizada, y en algo así como un *Club Mediterranée* superior". Es decir, cultura para todos.

Probablemente las humanidades se encuentren en una encrucijada: o bien siguen este modelo tradicional de "el arte por el arte" y la adquisición de cultura[2] *per se*, incrementando la marginación de la universidad en el conjunto sociocultural de la nación, como profetizaba De Certeau; o bien, llegar a un punto de bifurcación, dedicándose a atender los problemas y demandas sociales, adquiriendo un nuevo protagonismo como motor principal de innovación que contribuya decisivamente al progreso y la mejora de la calidad de vida de la sociedad.

Pero a pesar de las inercias y las limitaciones estructurales, nada indica que las humanidades y, por extensión, las universidades, institutos y centros de investigación tradicionales, con sus campus y laboratorios, estén en posición de desventaja. Al contrario, dada su importancia estratégica han mostrado capacidad para adaptarse a las necesidades de la sociedad. En el nuevo paradigma que se avecina en relación con las políticas científicas en el país (ver *Foro Consultivo Científico y Tecnológico*, 2006), se privilegian ciertos sectores emergentes de la ciencia y la tecnología: nanotecnología, biotecnología, biodiversidad, ciencia de los materiales, energía. Y aunque pudiera parecer que las CSyH están olvidadas, en el documento aparece un rubro que se perfila como interesante: la potencialidad de la cultura y la diversidad local. Sin duda, existen campos por explorar y nuevos nichos de ocupación en relación con estos componentes: patrimonio para el desarrollo social y comunitario, gestión cultural, turismo, etc.

Pero, sin duda, el papel fundamental que deberían jugar las CSyH es el de un espacio privilegiado para la reflexión crítica en relación con los cambios políticos, sociales y económicos del entorno. Es decir, las CSyH no deben permanecer subordinadas a las ideologías y políticas de la educación superior sino constituirse como un observatorio donde se reflexione acerca de esas transformaciones, sus impactos y las estructuras de poder subyacentes a las mismas. Sin duda, cabe trabajar en proyectos aplicados, pero también son importantes las ciencias básicas y, en específico, las humanidades, pues además forman parte de la tradición de nuestro país.

La investigación debe seguir siendo el foco fundamental en las universidades: una investigación rigurosa, original e innovadora. La investigación genera progreso y conocimiento, contribuye a mejorar la calidad de vida y constituye, hoy en día, un instrumento de consolidación económica para el Estado y el país. Las CSyH requieren de una nueva forma de actuación en este escenario, que exige un liderazgo más fuerte y eficiente, capaz de introducir cambios en sus áreas de acción, extenderse hacia las nuevas necesidades y demandas sociales, y reorientar continuamente sus acciones. En este contexto, el dilema para las CSyH es buscar los mecanismos para desarrollar una investigación innovadora, de calidad, y un espectro muy amplio de áreas

de conocimiento, para que los beneficios derivados de esta investigación se transfieran a la sociedad.

A modo de conclusión

Se dice fácil, pero cuesta hacer la innovación. Por un lado, la comunidad científica del país es de calidad, pero es pequeña. La investigación no es de suficiente volumen, lo cual es un índice del desarrollo económico diferencial del país, según los sociólogos. Existen focos identificables, pero no existe equilibrio pues el grueso de la investigación se genera en el área metropolitana de la ciudad de México. Por otro, la llamada "sociedad del conocimiento" es todavía hoy una utopía en México como bien planteaba Rosaura Ruiz, secretaria de Desarrollo Institucional de la UNAM, en el Foro Parlamentario de Consulta Sobre Educación Superior y Media Superior en Colima (2006): el saber no se transmite a gran velocidad, no hay diversidad de formas y momentos para el conocimiento, faltan personas críticas y creativas, y no existen especialistas que realicen tareas de prevención y solución de problemas de prioridad nacional.

Lo positivo es que la comunidad científica del país está más o menos de acuerdo con el carácter estratégico del conocimiento para mejorar la calidad de vida, con el qué: la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación son indispensables para la creación de valor, riqueza, bienestar social y empleo, como si fuera ley. Pero no existe coincidencia en el cómo: la vinculación del conocimiento con el entorno social (educativo, étnico, científico), el sector de la administración pública y el sector productivo no deja de generar miedos y ansiedades. Una de ellas, por ejemplo, es el papel de liderazgo que debe asumir la industria a partir de ahora para crear riqueza. Se insiste en que el futuro de las universidades se dirige hacia la transferencia de conocimientos y tecnología desde la universidad hacia el sector privado y el mundo empresarial, los contratos con administraciones públicas, así como la creación y comercialización de patentes y registros de propiedad intelectual, soporte a la creación de empresas de base tecnológica. En relación con esto, Juan Pedro Laclette, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, planteaba en el mencionado Foro de Colima que uno de los pilares de toda ciencia es la impersonalidad del conocimiento y alertaba acerca de si, con este nuevo paradigma, pareciera que el conocimiento ahora pertenecerá a la empresas cuando no debiera pertenecer a nadie; otro de los fundamentos, la "comunicabilidad del conocimiento", también pudiera estar amenazado por las restricciones que la propiedad intelectual incorporaría a la comunicación del conocimiento. Por otro lado, no puede hacerse responsable exclusivamente a la universidad de las fallas y deficiencias en la vinculación con el sector productivo y asignarle una misión "salvadora" del país. Se olvida que el Gobierno tiene la obligación de establecer políticas, como la presión fiscal o la apertura a la competencia frente a las empresas para que desarrollen tecnología. La evidencia muestra que el Estado ha ido a menos en esta fase del neoliberalismo; ha apoyado a las oligarquías y los monopolios. Por ejemplo, Telmex no desarrolla tecnología, sino que la compra, es vendedora de servicios —y caros— y poco o nada le interesan proyectos desarrollados en el país.

En conclusión, tras la fachada de aparente

[2] Cultura que no es neutra, sino que está profundamente ideologizada, cargada de valores, al igual que la ciencia como tal.

normalidad con la que debe lidiarse en el trabajo cotidiano en el seno de la universidad, se intuyen algunos procesos y actitudes de una gran complejidad que he intentado bosquejar. Las preguntas de inicio acerca de cuáles son los dilemas de la universidad, en qué se fundamenta y cómo se ejerce el poder del catedrático, el recelo entre departamentos así como la fragmentación y la especialización del conocimiento, cuál es el papel de las CSyH, o hacia donde se dirige la política científica del país, en última instancia, forman parte de nuestra cotidianidad, sin que haya una respuesta convincente.

Esto supone un problema para comprender que mi pensamiento no es más que un reflejo del objeto de estudio, un objeto complicado, un objeto-muelle que en ocasiones es difícil de delimitar. Tal vez porque, finalmente, todo acaba formando parte de la complejidad de nuestra sociedad. Por lo tanto, no debe extrañar que el lector aprecie que mis planteamientos se muestren esquivos en algunos casos o sean demasiado rotundos en otros, lo que permite sospechar que existen otras interpretaciones que, sin duda, escapan a mi comprensión.

Bibliografía

• Anderson, Benedict (1993). *Comunidades imaginadas. Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo.* Fondo de Cultura Económica. México, D.F., p. 320.

• Anta, José Luis (2002). *El sexo de los ángeles. Cultura, modernidad e historia en la Antropología Social.* Jabalcuz, Jaén, p. 224.

• BID (2006). *Educación, ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe. Compendio estadístico de indicadores.* BID, Washington.

• Bonvecchio, Claudio (1998) "Introducción", en Bonvecchio, Claudio (introducción, selección y notas de), *El mito de la Universidad* (pp. 21-63). Siglo XXI, México, D.F.

• Bourdieu, Pierre (1984). *Homo Academicus.* Les Editions de Minuit. Paris. p. 304.

• Bourdieu, Pierre (2000). *Contrafuegos. Reflexiones para servir a la resistencia contra la invasión neoliberal.* Anagrama, Barcelona. pp. 156.

• De Certeau, Michel (1994). *La cultura en plural.* Nueva Visión, Buenos Aires. p. 207.

• Delaney, Carol (2004). *Investigating Culture. An Experiental Introduction to Anthropology.* Blackwell, Oxford. p. 441.

• Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006). *Proyecto: bases para una política de Estado en ciencia, tecnología e innovación en México.* FCCT. México, D. F.

• Freitag, Michel (1995). *Le naufrage de l'Université et autres essais d'epistemologie politique.* Editions de la Decouverte. París.

• González- Alcantud, José Antonio (2000). *Políticas del sentido. Los combates por la significación en la posmodernidad.* Anthropos, Barcelona. p. 287.

• McDowell, Nancy (2006). *Contested Faculty Identity: Locals and Cosmopolitans in a Small Liberal Arts College.* Paper presented at the 105th Annual Meeting of the American Anthropological Association.San Jose.

• Loyola, Rafael; Paredes, Octavio (2006). "Política y voluntad para el conocimiento y la innovación en México". Artículo publicado en la revista *Este País*, n. 187. pp. 56-62.

• Luhmann, Niklas (1998). *Complejidad y modernidad. De la unidad a la diferencia.* Edición y traducción de Josetxo Beriain y José María García Blanco. Trotta, Madrid. p. 257.

• OCDE (2006) *OCDE Factbook 2006: Economic, Environmental and Social Statistics, Sciencie and Technology Researchers.* [en línea] www.oecd.org. Consulta 8 de diciembre de 2006.

• Vargas, Gabriela (2006). "Mexico: Anthropology and the Social Fabric", en *Anthropology News*, vol. 47, n. 4. pp. 11-12.

Análisis de la factibilidad del empleo de un consorcio microbiano en el tratamiento de vertidos

Jorge Del Real Olvera,[1] Francisco Prieto García,[2] * Eva María Santos López,[1]
Alma Delia Román Gutiérrez [1] y Alberto José Gordillo Martínez [2]

[1]*Facultad de Ingeniería Química y Ambiental*,
Universidad Veracruzana.
*Para correspondencia.
[2]*Área Académica de Química, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Ciudad Universitaria, km 4.5 carretera Pachuca–Tulancingo, Mineral de la Reforma Hgo.,
México, CP 42184, Tel. (771) 7172000, ext. 6501, e-mail: prietogmx@yahoo.com.mx

PALABRAS CLAVE

- Aguas residuales
- Digestión anaerobia
- Vinazas
- Bacterias metanogénicas
- Biogás

Resumen

El proceso digestivo anaerobio es un proceso biológico natural en el que una comunidad entrelazada de bacterias cooperan para lograr una fermentación estable y autorregulada, transformando la materia orgánica residual en biogás. En el proceso coexisten cuatro grupos principales de bacterias, siendo las más relevantes las metanogénicas, las cuales tienen como un medio habitual el estómago de los herbívoros. En este estudio se empleó un consorcio microbiano proveniente del fluido ruminal vacuno para investigar la factibilidad de su empleo en la depuración de vinazas provenientes de una destilería, mediante la degradación de la materia orgánica expresada como DQO y la generación de biogás. Los resultados muestran una alta capacidad de degradación del sustrato, disminuyendo en más de la mitad el contenido orgánico inicial (56.7%). Por otro lado, el volumen de biogás generado por el sistema sugiere que las primeras horas de reacción son cruciales para el proceso digestivo. Finalmente, la relación entre el biogás y la DQO indica que por cada gramo de DQO disminuido se generan 971.2 ml de biogás, lo cual representa una muy aceptable degradación del vertido contaminante.

Abstract

The anaerobic digestive process is a natural biological process in which an interlaced community of bacteria cooperates to obtain stable and auto-regulated fermentation, transforming the residual organic matter into biogas. In the process four main groups of bacteria coexist, being the most important methanogenics, which have like habitual means the stomach of the ruminant. In this study was used an originating microbial partnership of rumen of cow to investigate the feasibility of its use in the depuration of vinasses originating of a distillery, by means of the degradation of organic matter expressed like COD and with the generation of biogas. The results demonstrate a high capacity of degradation of the substrate, diminishing in more than half the initial organic content (56.7%). On the other hand, the volume of biogas generated by the system suggests them first hours of reaction are crucial in digestive process. Finally, the relation between biogas and COD indicate that by each gram of diminished COD 971.2 ml of biogas are generated, which represents a very acceptable degradation of the pollution.

Introducción

La depuración de las aguas residuales industriales es sin duda alguna, el segmento de la tecnología del agua que ofrece mayor dificultad y riesgo cuando se intenta definir el sistema de reacción para su tratamiento y asegurar los objetivos de calidad programados.

Esta dificultad se inicia cuando se intentan establecer las características originales del vertido residual, ya que muchas veces éstas cambian con el tiempo y con las propiedades de la materia prima en proceso. Por esto, se recurre a análisis representativos y mediciones suficientemente válidas como para fijar una base de partida sólida que permita dar fiabilidad a los cálculos de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) (Petruccioli *et al.*, 2004).

Habitualmente la depuración de las aguas residuales representa una carga económica para la industria, sin que aparentemente genere beneficio alguno. Ello provoca una fuerte (e incluso excesiva) presión por tratar de minimizar la inversión necesaria para la construcción de un sistema de recuperación. Sin embargo, con la aparición de las normas ISO la gestión del medio ambiente ha pasado a ser actualmente un activo en la gestión empresarial y de imagen corporativa.

La depuración de las aguas residuales en la industria alimenticia se puede llevar a cabo mediante el empleo de varios sistemas biológicos tanto de manera aerobia como anaerobia (Gavrilescu y Macoveanu, 2000). Los residuos generados por la destilación en la industria alcohólica caen dentro de esta categoría (Gavala *et al.*, 2003), dichos residuos llamados "vinazas", frecuentemente presentan alta carga orgánica (expresada como DQO y con un rango de 20-200 g/l), altas temperaturas de vertido y bajo pH (Romero *et al.*, 1990).

La digestión biológica anaerobia es el método especialmente preferido para su tratamiento ya que ofrece varias ventajas adicionales a los métodos convencionales aerobios, por ejemplo: bajos consumos de energía y nutrientes, pequeñas cantidades de biomasa, además de la capacidad de ésta para transformar parte de la polución en metano, el cual puede ser empleado como recurso energético en el mismo proceso de destilación (Pérez *et al.*, 1997; Rodríguez *et al.*, 2001; Beltrán *et al.*, 1999).

Por otro lado, debido a su operación estacional muchas de estas industrias carecen de consorcios microbianos propios que sean capaces de realizar la digestión anaerobia de manera inmediata, por lo que frecuentemente se requieren de largos periodos de tiempo de incubación y adaptación para el arranque de la EDAR (Mace y Mata-Álvarez, 2002; Chang *et al.*, 2004).

Para evitar los problemas operacionales de las estaciones depuradoras, se ha propuesto el empleo de varias clases de microorganismos no nativos, para llevar a cabo la digestión de este tipo de residuos. Así, existen reportados en la literatura diversos tipos de consorcios microbianos analizados con diferente éxito en el proceso; éstos van desde los lodos activados de estaciones municipales (Aivasidis y Diamantis, 2005) y de la industria papelera (Skiadas *et al.*, 2003) hasta los provenientes de la industria textil (Molga *et al.*, 2006) entre algunos otros.

En este mismo contexto, se tiene que los consorcios microbianos provenientes de varios animales domésticos como la vaca, el cerdo, la cabra e incluso el pollo, han sido empleados en los países en desarrollo para tratar de resolver los problemas energéticos (Khalil y Ezeldin, 2001) ya que al fermentar de manera anaerobia estos

generan biogás, compuesto principalmente por metano. No obstante lo anterior, la literatura no reporta el empleo de dichos consorcios microbianos en el tratamiento de aguas residuales aun a pesar de reconocer que en muchos de los casos anteriores la digestión se lleva a cabo completa y eficientemente.

Por todo lo anterior, en este estudio se analiza el desempeño de un reactor biológico por lotes en el rango mesofílico de temperatura, el cual emplea un consorcio microbiano metanogénico proveniente del fluido ruminal vacuno para la degradación de las vinazas producidas por la industria alcoholera del ron.

Materiales y métodos

El desarrollo experimental fue diseñado específicamente para examinar la viabilidad de emplear dicho consorcio microbiano en la depuración de aguas residuales de la industria alcoholera, así como los efectos cinéticos que este efluente genera sobre la colonia microbiana. A continuación, se describen brevemente los materiales y métodos empleados en el proyecto.

Vertido contaminante

Las vinazas de ron, utilizadas en este estudio fueron recolectadas en una destiladora ubicada en el municipio de Actopan en el estado de Veracruz, la cual utiliza jugo natural de caña como materia prima para producir alcohol. El vertido contaminante se caracterizó como lo proponen la literatura (Beltrán *et al.*, 1999); determinándose pH, temperatura, demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO y DBO5), sólidos totales y volátiles, entre otros. El intervalo presentado por la caracterización de siete muestras de vinazas y los valores de la muestra digerida en este estudio se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características de las vinazas, entre paréntesis las desviaciones estándar.

Parámetro	Intervalo	Digerida
pH	4.00 – 5.5	4.00 (0.02)
Temperatura (ºC)	82.5 – 86.5	86.30 (0.10)
DQO (g/l)	12.2 – 63.5	59.20 (0.12)
DBO5 (g/l) 1	21 –12.8	8.43 (0.04)
Sólidos Totales (g/l)	15.54 – 42.3	25.87 (0.09)
Sólidos Volátiles (g/l)	1.234 – 3.82	2.33 (0.02)
Fósforo Total (mg/l)	16.6 – 65.7	52.35 (0.11)
Nitrógeno (mg/l)	21.3 – 64.0	35.00 (0.09)
Fenoles	2.80 – 20.0	9.87 (0.05)
Materia Orgánica (%)	94.9 – 95.9	----

Inóculo

El cultivo primario de bacterias empleadas en este estudio se obtuvo del fluido ruminal proveniente del estómago vacuno. Ya que éste tiene un hábitat primordialmente anaerobio, donde las bacterias metanogénicas son el paso controlante en la cinética de crecimiento microbiano del consorcio, en este estudio se dejó fermentar al fluido sólo y de manera natural durante un lapso de 63 días para identificar las diversas etapas anaerobias. Uno de los reportes más completos de las especies bacteriales metanogénicas fue proporcionado por McHugh y colaboradores en el 2004, muchas de las cuales se lograron identificar en los análisis microbiológicos realizados a la colonia aquí empleada (Figura 1).

Reactor anaerobio

La oxidación anaerobia se llevo acabo en un digestor de vidrio de 4 litros con agitación, el cual fue operado por lotes a una temperatura de 35 ± 2 oC y 150 rpm tal y como se muestra en la figura 2. Para iniciar la digestión con células libres,

se colocaron 2.5 litros de vinaza neutralizada y diluida al 30% en vol. junto con 0.5 litros de inóculo metanogénico para iniciar la adaptación. Posteriormente se incrementó paulatinamente la concentración de vinaza hasta llegar a las características de operación de la destiladora en el mismo lapso de tiempo que le tomó al inóculo llegar a las condiciones metanogénicas. Los parámetros analizados en el sistema de reacción fueron: a) La cantidad de biogás generado por el medio, el cual fue medido en un gasómetro por desplazamiento de líquido, b) La demanda química de oxígeno (DQO) mediante la digestión de la muestra de acuerdo con la norma NMX-AA-030-SCFI-2001 y c) el pH del efluente como lo establece la norma NMX-AA-008-SCFI-2000 para asegurar que se trabaja en condiciones metanogénicas.

Resultados y discusión

En la literatura (Gavala *et al.*, 2003) se resumen

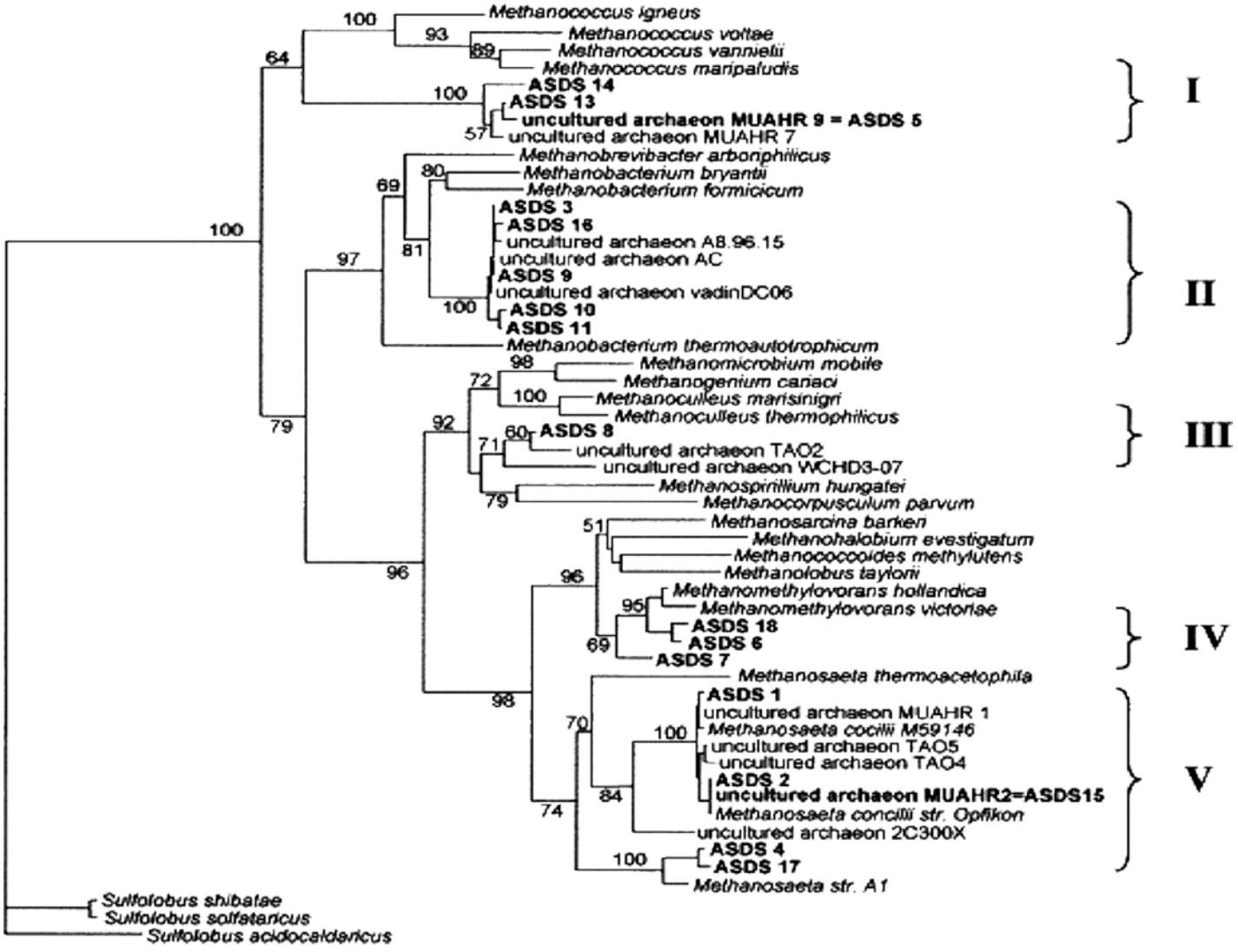


Figura 1. Resultado del análisis filogenético del fluido ruminal vacuno.

varios de los mecanismos cinéticos, a través de los cuales se puede describir correctamente la oxidación de la materia orgánica empleando un consocio microbiano. La mayoría de los autores coinciden en que existen por lo menos cuatro etapas bien definidas de reacción de acuerdo con los microorganismos presentes en el sistema, los cuales son: 1) hidrólisis, 2) acidogénesis, 3) acetogénesis y 4) metanogénesis. Dándole a esta última etapa Figura 1. Resultado del análisis filogenético del fluido ruminal vacuno. Figura. 2. Diagrama del equipo experimental (a) Digestor anaerobio (b) Parrilla (c) Fluido ruminal (d) Vertido residual (e) Bomba (f) Gasómetro Análisis de la factibilidad del empleo de un consorcio microbiano en el tratamiento de vertidos la mayor relevancia por ser la más prolongada en el tiempo y donde ocurren los cambios más significativos de transformación.

En el presente proyecto se propuso como primer punto, analizar el comportamiento digestivo natural del fluido ruminal sin sustrato, siguiendo el desarrollo microbiano mediante la cuantificación del volumen de biogás generado para identificar así la fase metanogénica del inóculo.

Los resultados que se pueden observar en la figura 3, sugieren la presencia de las distintas etapas reportadas para el transcurso de toda digestión metanogénica. Aquí el volumen de biogás generado se ve incrementado notablemente en la fase acetogénica (aproximadamente de 5-15 días); sin embargo es en la etapa metanogénica (aproximadamente de 20-40 días) es donde la cantidad de volumen generado llegó a incrementarse hasta en un 48.38% más que la fase anterior. Lo anterior concuerda con lo reportado en la literatura (Gavala, 2003).

Con estos resultados, se propone iniciar la reacción fermentativa del vertido contaminante después del día 21 ya que de acuerdo con el análisis anterior, se estima que es ahí donde se inicia el crecimiento de los metanogénicos, con los cuales se trabajó en este proyecto.

Una vez localizada la fase de interés del inóculo, se procede a iniciar la digestión de la vinaza.

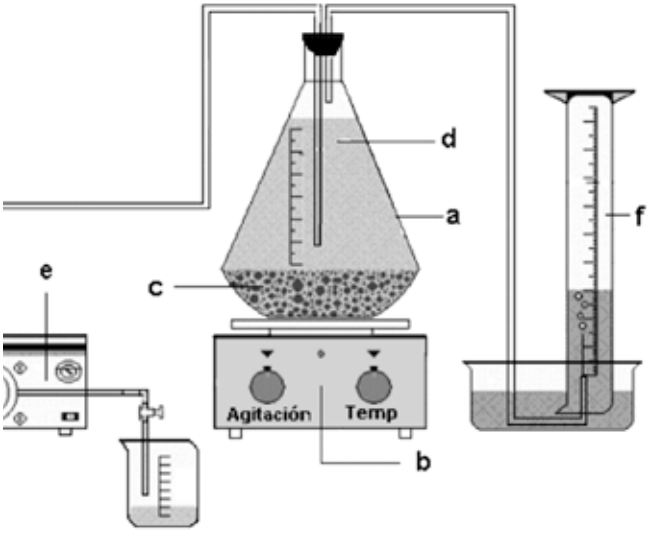


Figura 2. Diagrama del equipo experimental (a) Digestor anaerobio (b) Parrilla (c) Fluido ruminal (d) Vertido residual (e) Bomba (f(Gasómetro).

Para esto se inócula nuevamente el sistema de reacción y se adaptan a los microbios a las características del vertido, iniciando el proceso con una concentración del 20% de efluente residual, diluido en agua destilada e incrementan su concentración en proporciones semejantes cada 4 días, con lo que se alcanzan las propiedades originales del contaminante en el mismo lapso de tiempo que le toma a la metanogénesis aparecer.

Ya que en este estudio se pretende analizar la factibilidad del fluido ruminal en los procesos de depuración de vertidos, la degradación del efluente se efectúa una vez obtenidas las condiciones adecuadas del inóculo. Posteriormente se

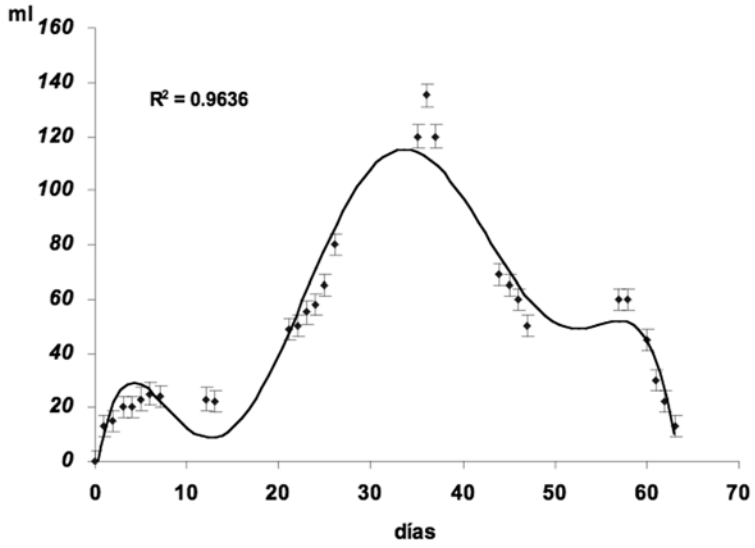


Figura 3. Volumen de biogás producido naturalmente por el fluido ruminal.

realiza la cuantificación de la biodegradación de la materia orgánica mediante la variación de la demanda química de oxígeno (DQO) y el volumen de biogás generado como productos de la digestión. En estas condiciones la variación del pH no resulto ser significativa (aproximadamente entre 6.5-7.5) lo que sugiere una buena estabilidad del proceso. Los resultados obtenidos figura 3. Volumen de biogás producido naturalmente por el fluido ruminal para el cambio de la DQO se pueden observar en la figura 4.

El cambio total en la demanda química de oxígeno fue del 56.77% en 21 días. Es interesante observar en esta gráfica, que el sistema presentó un periodo entre los días 8-11 donde los cambios en la DQO fueron importantes, destacando que el mayor de ellos se obtuvo en el día 11 (7.45%). Dicha disminución tan pronunciada se obtuvo también en las primeras 24 hrs. de iniciada la digestión (6.6%), lo cual sugiere una buena afinidad del inóculo por el sustrato.

Por otro lado, el comportamiento en la generación de biogás se muestra en la figura 5. Para evitar la presurización del sistema el gas generado fue extraído y medido diariamente. Aquí no debe sorprender el hecho de que la mayor cantidad de gas generado se presentó exactamente los mismos días importantes que en los cambios de la DQO, es decir los días 1 y 11.

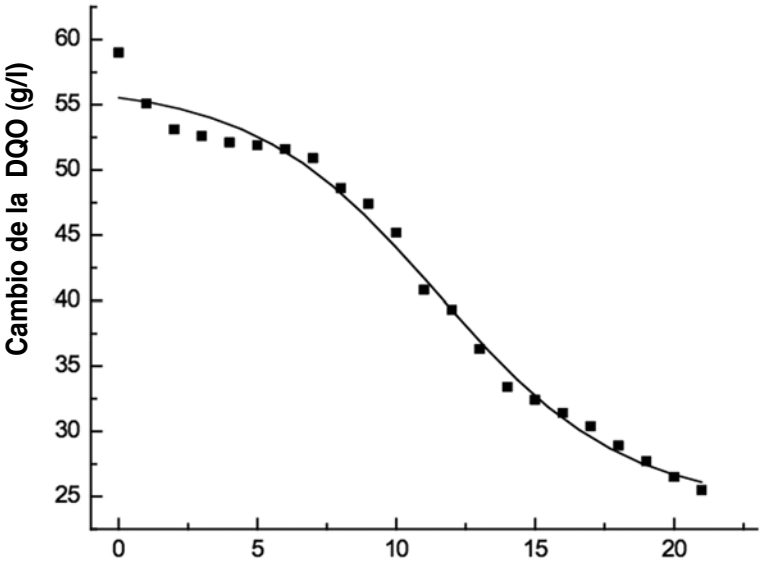


Figura 4. Cambio de la demanda química de oxígeno (DQO) a través del tiempo.

Por otro lado, al contrastar la cantidad de DQO disminuida contra el volumen de biogás generado por el sistema, se pudo obtener una relación lineal entre ambos parámetros. El ajuste de los datos a esta función lineal dio como resultado que por cada gramo de DQO disminuido se generen aproximadamente 971.2 ± 1.4 ml de biogás. Mas aun, la biodegradación mostró una cinética química de primer orden con un ajuste de R2 = 0.9656 y una

constante de velocidad de reacción k=0.3636 seg-1 para ambos casos. Estos resultados respaldan favorablemente bien el hecho de emplear el consorcio microbiano existente en el fluido ruminal para el tratamiento metanogénico de vinazas de ron.

Finalmente, se compararon los datos obtenidos en la experimentación con los reportados en la literatura (Pérez, 1995). Dicho reporte manifiesta que las condiciones de operación fueron orientadas para un sistema de digestión anaerobio termofílico (55º C) en el cual se trataron vinazas de vino, mediante un consorcio microbial previamente adaptado por un tiempo prolongado (12 meses). Como se puede observar en la figura 6, ambos perfiles de remoción tienen aproximadamente las mismas características de desarrollo. Y aun cuando los datos reportados presentan un mejor porcentaje de remoción, el sistema de fermentación requirió de un tiempo superior de adaptación de la ecología microbiana, lo cual confirma que las propiedades del fluido ruminal son adecuadas para ser empleado como una comunidad no nativa, ya que la respuesta biológica es inmediata al sustrato seleccionado.

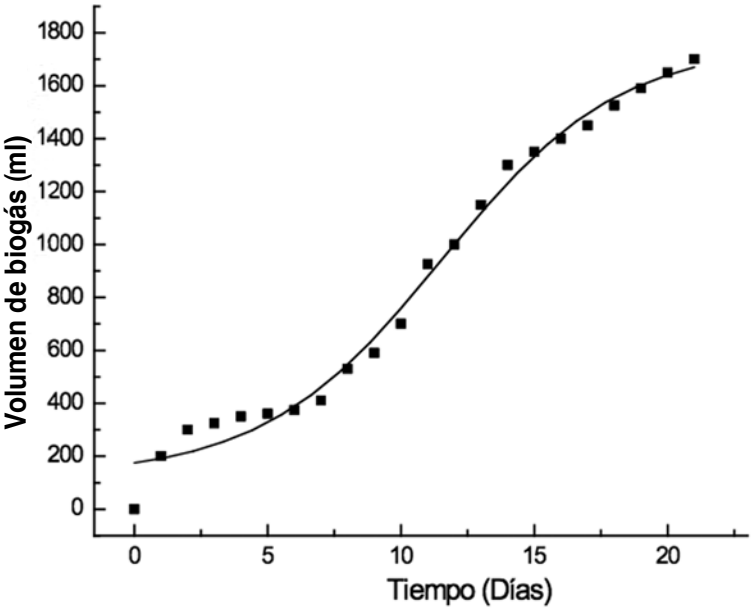


Figura 5. Generación de biogás en el sistema a través del tiempo.

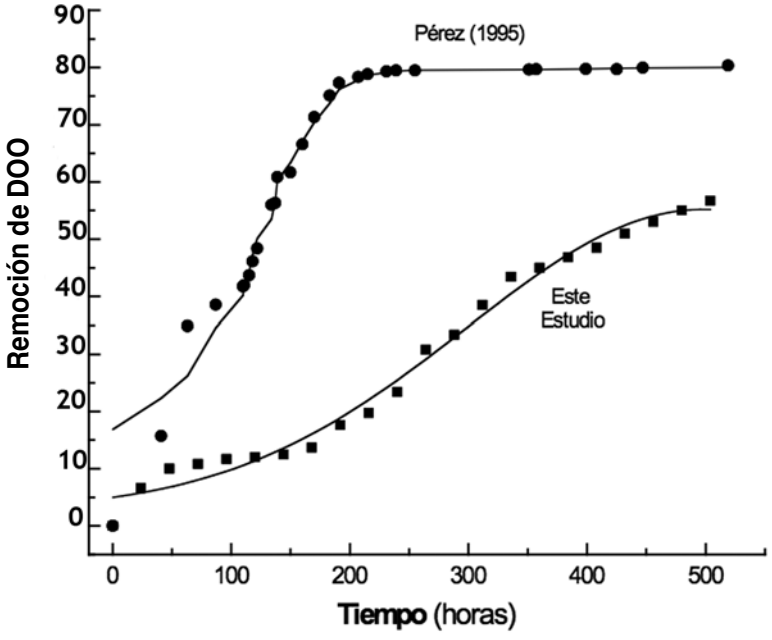


Figura 6. Comparación del porcentaje de remoción de la DQO.

Conclusiones

Desde hace tiempo se han venido empleando los consorcios microbianos de diversos animales en la generación de metano, para tratar de resolver los problemas energéticos de los países en vías

de desarrollo. Sin embargo, muy pocos son los reportes que incluyen este tipo de sistemas microbiales para la depuración de vertidos contaminantes. Los resultados aquí obtenidos, confirman que para llegar a la fase metanogénica, el fluido ruminal vacuno requiere de por lo menos 21 días previos de reacción. Una vez alcanzado dicho estado, los microorganismos son capaces de degradar los contaminantes de las vinazas en más de la mitad de su carga orgánica inicial, llegando a ser de hasta en un 56.77 ± 1.4 % de la DQO en tan sólo 21 días de digestión.

Las primeras 24 horas de digestión influyen considerablemente en el proceso global de reacción, ya que es ahí donde los cambios son más drásticos y se requiere de por lo menos 10 días más de digestión para que se presenten influencias igualmente de significativas.

El volumen de biogás generado en la fermentación, confirma nuevamente la importancia que tienen en el proceso los días 1 y 11. Gracias a que la curva generada por el comportamiento del gas se asemeja a la curva típica del crecimiento microbiano, se puede sugerir que en el día 11 se inicia con la fase exponencial del crecimiento, siendo esta razón por la cual impacta tanto en el proceso.

Finalmente al comparar el porcentaje de DQO disminuido y el volumen de biogás generado se obtiene una relación lineal bastante estable del proceso, teniendo que por cada gramo de DQO disminuido se generan aproximadamente 971.2 ml de gas; todo lo anterior con una cinética de reacción de primer orden. Por otro lado, la comparación de los datos aquí obtenidos con los reportados en la literatura concuerdan favorablemente, presentando una misma tendencia de biodegradación. Por lo anterior, el proceso sustenta convenientemente la manipulación del consorcio con fines ambientales, más allá de sólo energéticos. Además el tiempo empleado para la adaptación y respuesta del sistema es relativamente corto, lo que proporciona muy buenas perspectivas para ser empleado en las estaciones depuradoras de aguas residuales como consorcios no nativos.

Bibliografía

•Aivasidis, A. y Diamantis, V. (2005), *Biochemical reaction engineering and process development in anaerobic wastewater treatment.* Adv. Bioch. Eng. Biotech. 92, 49–76.

•Beltrán, F. J.; García-Araya, J. F. y Álvarez, P. M. (1999), *Wine distillery wastewater degradation 2: Improvement of aerobic biodegradation by means of an integrated chemical (ozono)-biological treatment*, J. Agric. Food. Chem. 47, 3919.

•Chang, H.T., Parulekar S.J., y Ahmed M. (2004), *A dual-growth kinetic model for biological wastewater reactors.* Am. Chem. Soc. 45, 234-240.

•Gavala, H. N; Angelidaki, I. y Birgitte K. (2003), *Kinetics and modeling of anaerobic digestion process.* Adv. Bioch. Eng. and Biotech., 81, 58-93.

•Gavrilescu M. y Macoveanu M. (2000), *Attached-growth process engineering in wastewater treatment.* Bioproc. Eng. 23, 95-106.

•Khalil, E. M. y Ezeldin, B. E. (2001), *Seasonal variation of biogas from three types of animal dung.* Tesis Ahfad University for Women, Omdurman, Sudan.

•Mace S. y Mata-Álvarez J. (2002). *Utilization of SBR technology for wastewater treatment: An overview*, Ind. Eng. Chem. Res., 41, 5539-5553.

•McHugh S., Carton, M., Collins, G., y O'Flaherty, V., (2004), *Reactor performance and microbial community dynamics during anaerobic biological treatment of wastewaters at 16–37 ºC,* FEMS Microbiol. Ecol. 48, 369–378.

•Molga, E.; Cherbanski, R. y Szpyrkowicz, L., (2006), *Modeling of an industrial full-scale plant for biological treatment of textile wastewaters: Application of neural networks.* Ind. Eng. Chem. Res. 45; 1039-1046

•Pérez García M., (1995). *Utilización de bioreactores avanzados en la depuración anaerobia de vertidos de alta carga orgánica,* Tesis Doctoral, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Cádiz, Pag. 255.

•Pérez M., Romero L. I. y Sales D. (1997). *Thermophilic anaerobic degradation of distillery wastewater in continuous-flow fluidized bed bioreactors,* Biotec. Prog. 13, 33-38.

•Petruccioli E., Eusébio A., Lageiro M., Federico F. y Cardoso J. (2004). *Microbial characterization of activated sludge in jet-loop bioreactors treating winery wastewaters,* J. Ind. Micr. Biotech. 31, 29–34.

•Rodríguez E. M., Beltrán F. J., Álvarez P. A., García J. F. y Rivas J. (2001). *Treatment of high strength distillery wastewater (cherry stillage) by integrated aerobic biological oxidation and ozonation,* Biotech. Prog. 17, 462-467.

•Romero L.I., Martínez de la Ossa E. y Sales D. (1990), *Microbial purification kinetics of wine distillery wastewaters,* J. Chem. Tech. Biotech. 58, 141-149.

•Skiadas I.V. Gavala, H. N. Schmidt, J.E. y Ahring B. K (2003) *Anaerobic Granular Sludge and Biofilm Reactors.* Adv Biochem. Engin. and Biotechnol. 82, 35-67.

Vegetación e inventario de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo

Miguel Ángel Villavicencio Nieto*
y Blanca Estela Pérez Escandón

Área Académica de Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Ciudad Universitaria km 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma Hgo.,
México, CP 42184, Tel. (771) 7172000, e-mail: mavn3@hotmail.com.
(*) para correspondencia.

PALABRAS CLAVE

- Hidalgo
- Huasteca
- Zona Otomí-Tepehua
- Etnobotánica
- Bioactividad

Resumen

En la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo hay seis tipos de vegetación: Bosque tropical perennifolio (Selva), Bosque mesófilo de montaña, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Pastizal, Vegetación acuática y subacuática. En la zona se registraron 274 especies de plantas útiles, distribuidas en 222 géneros y 96 familias. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae, con 22 especies y Fabaceae con 19 especies. Los principales usos en orden decreciente de importancia fueron medicinal (con 216 especies), comestible (99), ornamental (94) y plaguicida (43). Las plantas medicinales son usadas principalmente para tratar enfermedades digestivas. De las plantas comestibles las partes más frecuentemente consumidas son los frutos (51 especies) y las flores (19). Los extractos de *Bursera simarouba* fueron citotóxicos en células HeLa. Los extractos de *Hamelia patens* fueron los más tóxicos en *Artemia salina* y mostraron la más alta actividad antibacteriana al igual que los de *Crescentia cujete*. Los extractos de *Erythrina americana* y *Liquidambar styraciflua* mostraron mayor actividad en insectos. Se impartieron trece cursos con la asistencia de 330 personas.

Summary

In the Huasteca and the Otomí-Tepehua zone in the state of Hidalgo, there are six types of vegetation: tropical evergreen forest, cloud forest, oak forest, pine oak forest, grassland and aquatic vegetation. In the zone 274 species of useful plants were registered, distributed in 222 genera and 96 families. The families better represented were Asteraceae with 22 species and Fabaceae with 19 species. The main uses in decreasing order of importance were medicine (with 216 species), food (99), ornamental (94) and plaguicide (43). The complete plants are the most used. Medicinal plants are used mainly to treat digestive diseases. Of the edible species the most frequently consumed parts are fruits (51 species) and the flowers (19). The Bursera simarouba *extracts were cytotoxic in HeLa cells. The* Hamelia patens *extracts were most toxic in* Artemia salina *and showed the highest antibacterial activity like those of* Crescentia cujete. *The extracts of* Erythrina americana *and* Liquidambar styraciflua *showed greater activity in insects. Thirteen courses with 330 people were carried out.*

Introducción

La Huasteca y la zona Otomí-Tepehua son áreas indígenas. El 72.0 % de los habitantes pertenece a alguno de los tres grupos étnicos de la región: nahuas, otomíes de la Sierra o tepehuas (INEGI, 2004; Sámano y Jiménez, 1998; Vázquez Valdivia y Saldaña Fernández, 1994; Cuatepotzo Durán *et al.*, 2002). Los rasgos culturales más evidentes de esta característica poblacional son las lenguas y la vestimenta tradicional. En la región se habla náhuatl (Valle Esquivel, 2003), otomí de la sierra o yuhú, y tepehua. Los actuales habitantes indígenas de la región son herederos del patrimonio cultural de los antiguos pobladores del área. Parte de ese legado es el conocimiento tradicional (Gómez-Pompa, 1993). En lo que se refiere a la flora, se observa una estrecha relación entre las plantas y la gente. Estas regiones tienen comunidades vegetales con elevada biodiversidad como el bosque de coníferas y encinos, mesófilo de montaña y tropical perennifolio o selva (Farnsworth and Soejarto, 1991; Rzedowski, 1998). Varias civilizaciones antiguas, culturalmente ricas, y muchos pueblos indígenas se asientan en regiones de alta biodiversidad (Sarukhán, 1995; Toledo, 2003). Un ejemplo sería la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua. Sin embargo, en la región grandes extensiones de terreno han perdido la vegetación original. Ésta es una de las causas de la pérdida de habitat y de la reducción de la biodiversidad, lo que repercute en la erosión del conocimiento tradicional asociado a ésta última.

El 84.6% de la población es rural y el 15.4% es urbana; el 33.9% es analfabeta, la media estatal es del 15%, y el 83.4% no es derechohabiente. El 55.4% de la Población Económicamente Activa no tiene ocupación y el 73.8% de la población ocupada se dedica a labores agrícolas; el 30.3 % de este sector son jornaleros y peones y el 37.9% trabaja por su cuenta. Por esto a esta región se le clasifica como pobre. Sin embargo, el 85.3% de las viviendas del área cuenta con energía eléctrica, pero sólo el 41.8% con agua entubada y el 31.7% con drenaje (INEGI, 2004).

Hamann (1991) considera que la pobreza es uno de los factores que contribuyen a ejercer presión sobre los recursos naturales en donde la degradación ambiental y la pobreza impiden el desarrollo, y que existe una relación directa entre conservación y desarrollo, cuando éste último es mínimo, las posibilidades de conservación también son escasas. Esto parece describir la situación de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua: pobreza, sobreexplotación de los recursos naturales, degradación ambiental, falta de desarrollo, conservación mínima.

Sin embargo, hay una paradoja: una región clasificada como pobre, situada en un área rica en recursos naturales. Entonces el escenario es más complejo y se requieren explicaciones alternas para entender la situación actual. Una posible explicación es que tal vez la visión y los objetivos gubernamentales no van en el mismo sentido que los de los habitantes de la región. Por ejemplo, se planea impulsar el desarrollo económico del área con monocultivos de importancia comercial, en una zona en donde la agricultura tiene como base a la milpa que es un policultivo y cuyo fin es el autoconsumo. La idea de desarrollo debería tomar en cuenta la idiosincrasia de los habitantes del área, lenguas, costumbres, creencias, mitos, tradiciones, estructura social y cultura, considerando a la biodiversidad y al conocimiento tradicional asociado.

Ante este problema, es necesario contar con información en la que se basen los diagnósticos,

la planeación y la toma de decisiones, por lo que es prioritario realizar inventarios bióticos, incluyendo el de la flora útil. En lo que corresponde a la flora, distintos autores están de acuerdo con estos puntos de vista (Toledo, 1993; Chiang, 1993; Plotkin, 1997). En esta región los estudios que se han realizado al respecto son escasos (Acuña, 1985; Puig, 1976; Espinosa Salas et al., 1995; Alcántara y Luna, 1997; Romero Lazcano et al., 1999). No hay antecedentes de estudios que hayan tenido como objetivo investigar en conjunto a las plantas útiles de la región.

Ante lo interesante del área y la escasez de información, se decidió realizar este estudio con el objetivo de determinar cuáles son los tipos de vegetación de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo, conocer a las especies de plantas que se usan como medicinales, comestibles y otras más, evaluar la actividad biológica de especies de plantas seleccionadas y difundir los resultados del estudio en comunidades de la región.

Figura 1. Área de estudio.

Descripción del área de estudio

Hidalgo se ubica en la región centro sur del país. La Huasteca y la zona Otomí–Tepehua están ubicadas al NE del estado. La Huasteca cuenta con ocho municipios: Atlapexco, Huautla, Huazalingo, Huejutla, Jaltocan, Orizatlán, Xochiatipán y Yahualica. La zona Otomí- Tepehua incluye los municipios de Tenango, San Bartolo Tutotepec y Huehuetla (Figura 1). Estos once municipios ocupan el 10.96% del estadol y tienen 307 149 habitantes, que representan el 13.7 % de la población estatal (INEGI, 1992); su topografía es escarpada (altitudes de 196 a 2500 m); con tres zonas climáticas: climas cálidos A, Aw_2 y semicálidos (A)C, (A)C(fm), (A)C(m)(w) con temperatura media anual de 22°C y rango de precipitación anual de 1500 a 2500 mm; climas templados C, C(fm), C(m), con rango de temperatura media anual de 12 a 18°C y rango de precipitación anual de 1200 a 2000 mm.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de mayo del año 2003 a septiembre del 2005.

Salidas de campo. Se hicieron 36 salidas de campo para ubicar puntos de verificación de la vegetación, hacer entrevistas, colectar ejemplares y muestras, tomar fotografías e impartir cursos de plantas medicinales.

Tipos de vegetación. La definición de los tipos de vegetación se efectuó en base a la cartografía de INEGI (1992), a la información de la SEMARNAT 2002 y de Rzedowski (1983). Se eligieron puntos de verificación

y se georeferenciaron. Los datos se capturaron en Excel, se elaboró una base de datos en la Base IV para ubicar los puntos en los mapas. Se elaboraron los mapas de vegetación con el programa ArcView GIS 3.2. Para la elaboración de mapas se contó con el apoyo del COEDE.

Entrevistas. Se hicieron entrevistas semiestructuradas a 40 informantes locales y se hicieron preguntas abiertas a los asistentes a los cursos impartidos.

Colectas. La colecta se hizo en compañía de informantes. Los ejemplares se prensaron, herborizaron (Lot y Chiang 1985, Alexiadaes 1996a,b) e identificaron con ayuda de claves (Standley 1920-1926, Calderón de Rzedowski y Rzedowski 2001, McVaugh 1984, 1987; distintos fascículos de la Flora de Veracruz y de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes). Se colectaron 1138 ejemplares que está depositados en el Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH.

Lista de las plantas útiles. Con la información obtenida en las entrevistas y con los datos de la identificación, se elaboró la lista de las plantas útiles del área estudiada.

Actividad biológica. Se efectuaron una serie de pruebas para evaluar la actividad biológica de especies de plantas seleccionadas.

Citotoxicidad. Se probaron los extractos de *Bursera simaruba*, *Hamelia patens* y *Justicia spicigera* en un cultivo de células de cáncer cérvico uterino HeLa. Se determinó la citotoxicidad mediante la estimación de la viabilidad celular con la técnica de cristal violeta (López *et al.*, 2002).

Actividad en *Artemia salina*. Los extractos de estas plantas se probaron en *Artemia salina* para ver si existía correlación con la actividad en células HeLa y determinar si este bioensayo puede ser útil para la búsqueda de anticancerígenos en plantas.

Actividad antimicrobiana. Se evalúo la actividad antimicrobiana de extractos de 16 especies de plantas usadas para tratar infecciones. Se utilizó la técnica de difusión en disco en placa de agar de Kirby-Bauer con *E. coli, S. aureus* y *S. typhimurium*.

Actividad insecticida. Los extractos de 9 especies de plantas usadas para combatir plagas se ensayaron en *Sitophilus zeamais* y en *Drosophila melanogaster;* en este último caso se obtuvo la LC_{50} con el método Probit con el programa SPSS 12.0.

Resultados y discusión

Tipos de vegetación. Se encontró que en la región existen seis tipos de vegetación: Bosque tropical perennifolio (Selva), Bosque mesófilo de montaña, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Pastizal, Vegetación acuática y subacuática. A continuación se describen estos tipos de vegetación.

Bosque tropical perennifolio (Selva). Se presenta en altitudes que van de los 200 a los 1000 msnm. En la Huasteca se observó principalmente en Yahualica y Huautla. En Orizatlán, Huejutla, Jaltocan y Xochiatipa la selva prácticamente ha desaparecido. En la zona Otomí-Tepehua la selva se localiza principalmente en San Bartolo Tutotepec y Huehuetla. La selva se caracteriza por la presencia de árboles como el ojite, *Brosimum alicastrum;* copal, *Protium copal;* chaca, *Bursera simaruba* y cedro, *Cedrela odorata* (Puig 1976,

Rzedowski 1983, INEGI 1992, Challenger 1998) (Figuras 2 y 3).

Bosque mesófilo de montaña. En la región se observaron porciones de bosque mesófilo principalmente en la zona Otomí-Tepehua en particular en Tenango; y en San Bartolo Tutotepec. En la Huasteca el bosque mesófilo ha quedando reducido a manchones muy pequeños en Huejutla, Huazalingo y Yahualica. Este bosque presenta árboles como copal o suchiate, *Liquidambar styraciflua;* encinos; zapotillo, *Clethra mexicana* y el corriosillo, *Carpinus caroliniana*. Se registra la presencia de helechos arborescentes del género *Cyathea*. Abundan las plantas trepadoras como zarzaparrilla, *Smilax* sp.; mecate de uva, *Vitis tilifolia*, así como orquídeas y epifitas como las bromelias (Puig 1976, Rzedowski 1983, INEGI 1992).

Bosque de encino. El encinar se presenta en zonas francamente tropicales como es parte de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua. Los bosque de encino en zonas de clima caliente constituyen una condición relictual y se correlaciona con los avances de los glaciares del Pleistoceno (Rzedowski 1983), así este bosque puede considerarse como un refugio de especies de ese período. El bosque de encinos se observó principalmente en la Huasteca en Huautla, Atlapexco y Yahualica.

Bosque de pino-encino. Esta comunidad vegetal sólo se observó en la parte SO del municipio de Tenango en la zona Otomí-Tepehua, en áreas con un buen grado de

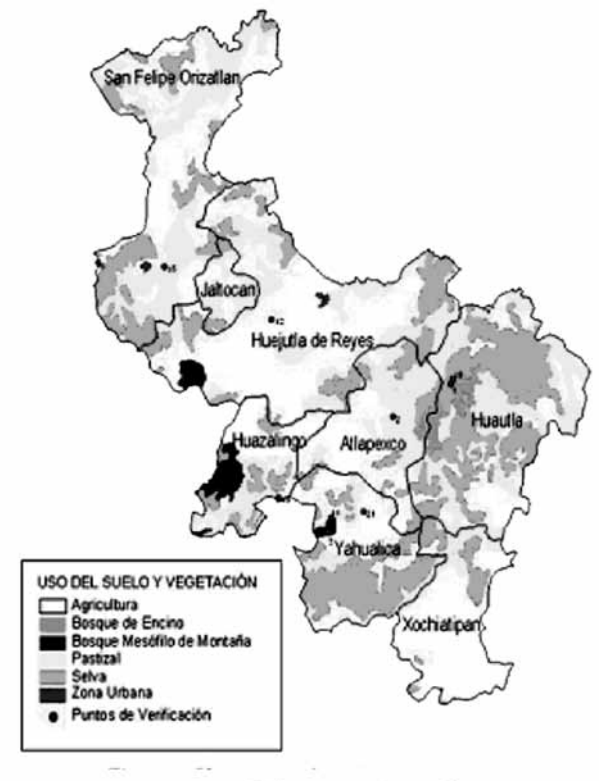


Figura 2. Vegetación de la Huasteca

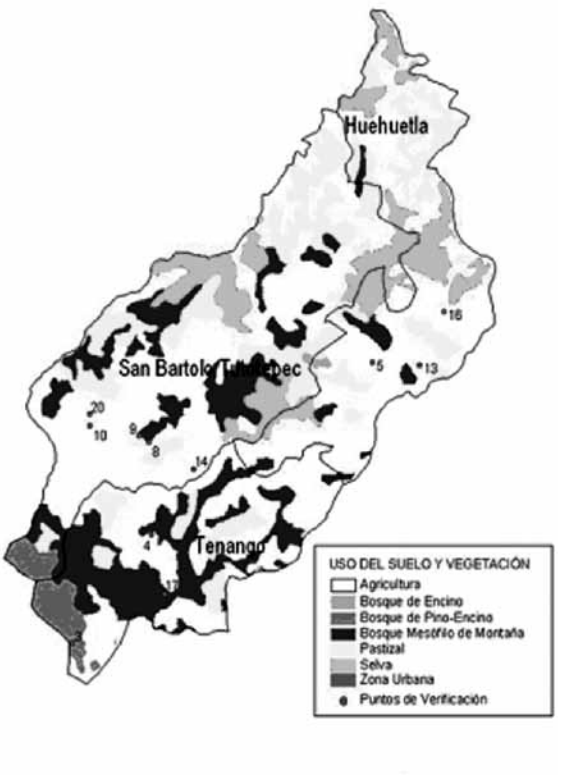


Figura 3. Vegetación de la zona Otomí–Tepehua.

conservación, en las zonas escarpadas. En el bosque dominan especies como *Pinus patula* y *Quercus* sp. Otras especies del estrato arbóreo son *Pinus greggii* y *Alnus* sp. Se observan arbustos como *Senecio salignus*. El bosque de pino-encino se encontró a altitudes de 1950 m como en la cabecera municipal y a 1490 como en la comunidad de Cruz de Tenango.

Pastizal. Son comunidades de origen antropogénico dominadas por gramíneas como *Paspalum* y *Andropogon*. Otras especies presentes son de los géneros *Rubus* y *Acacia*. En algunos sitios abundan *Kalanchoe pinnata y Bidens pilosa*.

Vegetación acuática y subacuática. Este tipo de vegetación presenta especies como *Platanus mexicana* y *Salix humboldtiana*. En algunos sitios en islotes se localiza *Tecoma stans*. Otras especies características son *Costus mexicanus* y *Equisetum* sp.

Agricultura. Los terrenos dedicados a la agricultura de temporal cubren la mayor parte de la superficie de la Huasteca zona Otomí-Tepehua. Se cultiva maíz, fríjol, cítricos, jícama, cacahuate, café, caña de azúcar y ajonjolí, entre otros (INEGI 1992).

Tabla 1. Familias de plantas útiles mejor representadas.

Familia	N° especies	Familia	N° especies
Asteraceae	22	Caesalpiniaceae	7
Fabaceae	19	Verbenaceae	7
Euphorbiaceae	9	Bignoniaceae	6
Lamiaceae	9	Bromeliaceae	6
Mimosaceae	8	Orchidiaceae	6
Solanaceae	8	Rutaceae	6
Apocynaceae	7		

Plantas útiles. Se encontró que en la Huasteca y la zona Otomí–Tepehua de Hidalgo se utilizan 274 especies de plantas, distribuidas en 222 géneros y 96 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron Asteraceae, con 22 especies y Fabaceae con 19 especies (Tabla 1). Se encontraron 25 categorías de uso de las plantas. La categoría mejor representada es la de las plantas medicinales

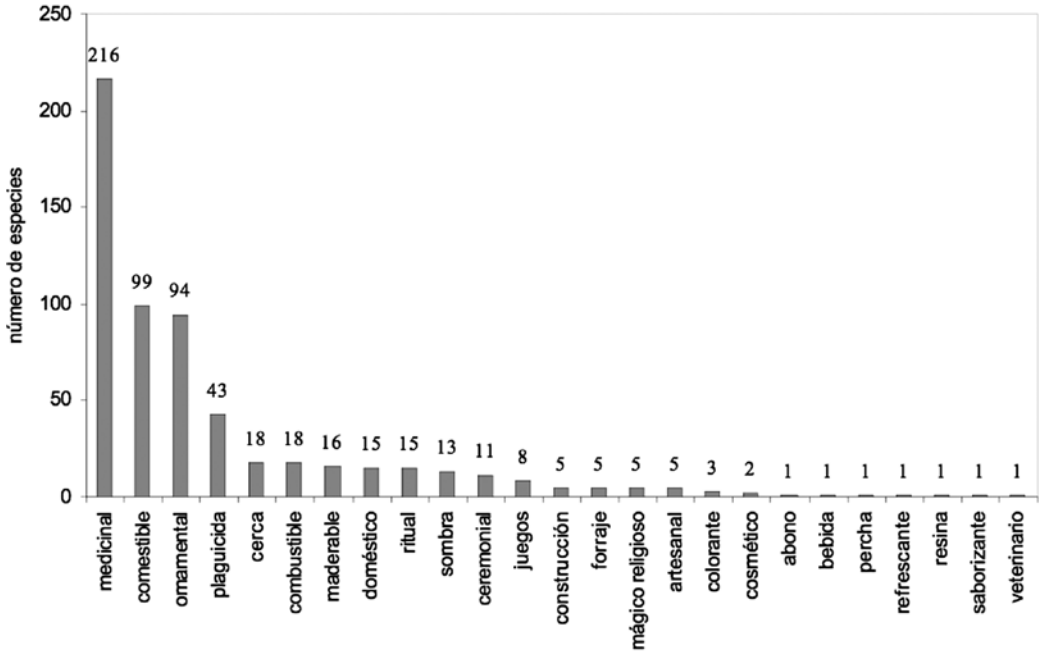


Figura 4. Categorías de uso por número de especies de plantas.

con 216 especies, luego la de las plantas comestibles con 99 especies, las ornamentales con 94 y en cuarto sitio las plantas usadas como plaguicidas con 43 especies (Figura 4).

Se encontró que de 119 especies se emplea la planta completa, de 107 especies se ocupan las ramas, de 62 especies se usan los frutos, en último sitio se encuentra la raíz con ocho especies (Figura 5).

Al clasificar a las plantas medicinales de acuerdo a los sistemas o padecimientos tratados, se encontró que las plantas usadas para tratar problemas de sistema digestivo ocupan el primer lugar con 58 especies de plantas (Figura 6).

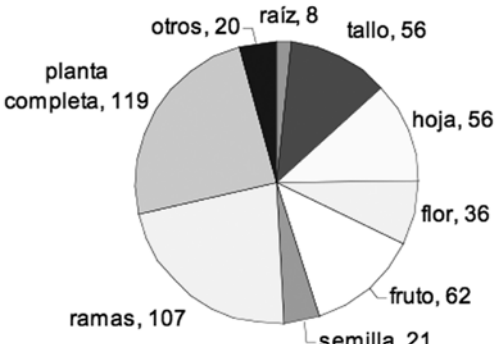


Figura 5. Frecuencia de uso de las partes de las plantas.

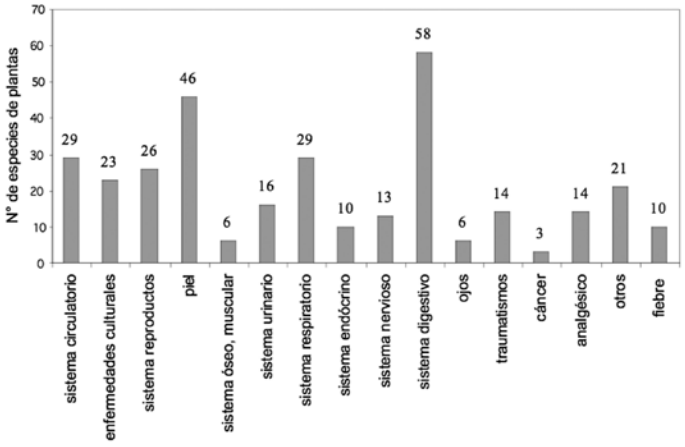


Figura 6. Padecimiento por sistemas y número de especies de plantas medicinales usadas en su tratamiento.

De las plantas comestibles, de 51 especies se consumen los frutos y de 19 se consumen las flores, sólo en un caso se consume la planta completa (Figura 7).

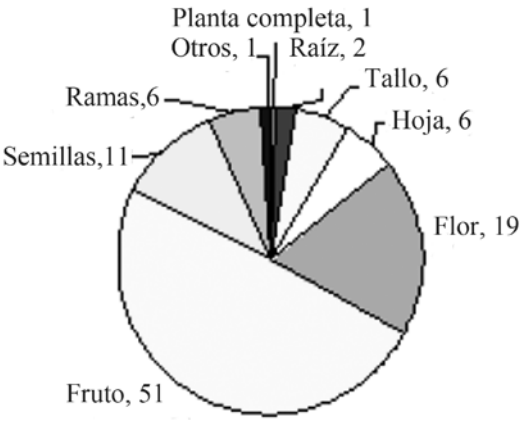


Figura 7. Plantas comestibles, partes consumidas.

Se detectaron especies de plantas útiles incluidas en la Norma Oficial Mexicana 059, que se encuentran en el bosque mesófilo de montaña de Medio Monte, San Bartolo Tutotepec. Las especies son *Carpinus caroliniana* Walt., *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch., *Nopalxochia phyllantoides* (DC.) Britton y Rose, *Cyathea mexicana* Schlecht. et Cham., *Junglans pyriformis* Liebm., *Magnolia schiedeana* Schldl., *Encyclia vitellina* Dressler, *Isochilus unilaterale* Robinson, *Laelia anceps* Lindl. *Fagus grandifolia* Ehrh. var. *mexicana (*Martínez*) Lile* forma un bosque que no ha sido reportado. Este sitio puede ser considerado para establecer un área natural protegida.

Citotoxicidad. Con los datos de DO_{570} se calculó el % de viabilidad, con los valores se elaboraron gráficas concentración-efecto, sobre las curvas se estimó la CI_{50}, la viabilidad ce-

lular se redujo hasta 20% con el extracto de *B. simarouba* (Figura 8). Los extractos de *H. patens* y *J. spicigera* fueron inactivos.

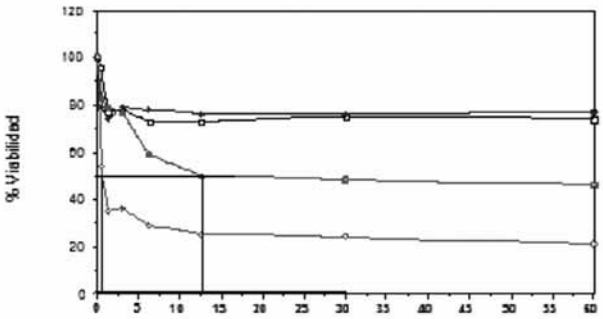


Figura 8. Reducción de viabilidad de células HeLa con extractos de *Bursera simarouba*.

Actividad en *Artemia salina*. En la Tabla 2 se presentan las especies ensayadas y el % de mortalidad producida. No hubo correlación entre la actividad en A. *salina* y en células HeLa ya que *B. simaruba* mostró citotoxicidad y ocupó el cuarto lugar en la actividad en *A. salina*.

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad en Artemia salina producida por extractos etanólicos de especies de plantas usadas como anticancerígenas en la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua.

Especie	Mortalidad %		
	1000 µg/ml	100 µg/ml	10 µg/ml
Hamelia patens	96	18	0
Tabebuia rosea	86	42	34
Mucuna pruriens var. *utilis*	72	32	3
Bursera simaruba	68	6	0
Guazuma ulmifolia	56	0	0

Actividad antimicrobiana. En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en estas pruebas.

Actividad insecticida. En la Tabla 4 y la 5 se presentan los resultados.

Tabla 3. Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de plantas de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo.
– inactivo, + activo, ++ medianamente activo, +++ muy activo.

Especie vegetal	Bacterias		
	E. coli	*S. aureus*	*S. tyhimurium*
Hamelia patens	+++	++	+
Tabebuia rosea	-	-	-
Mucuna pruriens var. *utilis*	-	-	-
Bursera simaruba	+++	+	-
Guazuma ulmifolia	+	+	-
Tecoma stans	-	-	-
Crescentia cujete	+++	++	+
Justicia spicigera	+	-	-
Tagetes erecta	++	+++	-
Cestrum dumertorum	-	-	-
Cedrela odorata	++	++	-
Erigeron karvinskianus	++	-	-
Calea urticifolia	+	+	-
Senecio confusus	-	+	+
Moussonia deppeana	-	-	-
Allium glandulosum	-	-	-

Conclusiones. Este es el primer estudio de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua. Las 274 especies de plantas útiles encontradas indican que los habitantes de la región poseen un amplio conocimiento tradicional acerca de las plantas. Los resultados de los bioensayos muestran que la flora local es una fuente de productos bioactivos.

Tabla 4. Índice de Actividad Antialimentaria y Mortalidad en Sitophilus zeamais de extractos de plantas usadas para combatir insectos.

Especie	IAA	MC
Erythrina americana	85.2	82.0
Persea schiedeana	82.0	49.0
Tournefortia hirsutissima	78.7	43.0
Citrus sinensis	75.4	16.0
Thryallis glauca	74.8	21.3
Lepidium virginicum	57.4	40.0
Callicarpa acuminata	38.5	11.4
Justicia spicigera	36.1	16.0
Xanthosoma robustum	31.1	30.0

Tabla 5. LC_{50} en *Drosophila melanogaster* de aceites esenciales de plantas usadas en la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua de Hidalgo para combatir insectos.

Especie vegetal	LC_{50} mg/ml	Límites de confianza 95%	
Liquidambar styraciflua	0.0483	0.0	0.0946
Tagetes erecta	0.0976	0.0402	0.1079
Persea americana	0.0742	0.0473	0.0935
Psidium guajava	0.0511	0.0206	0.0681
Artemisia ludoviciana ssp. *mexicana*	0.1543	0.1418	0.3575
Cupressus lusitanica	-	-	-
Hyptis verticillata	-	-	-
Mentha rotundifolia	0.208	-	-
Parthenium hysterophorus	0.31244	-	-
Pinus greggii	-	-	-

Bibliografía

• Acuña, R. 1985. *Relaciones geográficas del siglo XVI.* México. Tomo 1. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 400 pp.

• Alcántara-Ayala, O. e I. Luna. 1997. *Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo*, México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 68(2): 57-106.

• Alexiades , M.N. (Ed.). 1996 a. *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. The New York Botanical Garden. New York. 306 pp.

• Alexiades, M.N. 1996 b. "Standard techniques for collecting and preparing herbarium specimens". In: Alexiades , M.N. (Ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. The New York Botanical Garden. New York. p. 99-126.

• Calderón de Rzedowski y J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología. CONABIO. Pátzcuaro. 1406 pp.

• Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. pasado, presente y futuro*. CONABIO, UNAM, Agrupación Sierra Madre A.C. México, D.F. 847 pp.

• Chiang, F. 1993. Plantas vasculares. En: Guevara, S., P. Moreno-Casasola y J. Rzedowski (Eds.). *Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI*. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Botánica de México, A.C. Xalapa. p. 75-84.

• Cuatepotzo Durán, M.A., I. Mendoza Higuera y A. Miranda Munive (Coords.). 2002. *Enciclopedia de los municipios de México*. Hidalgo. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Hidalgo.

• Espinosa Salas, J., C. Castellanos, E. Estrada Lugo. 1995. *Plantas medicinales de la Huasteca Hidalguense*. En: Estrada Lugo, E. (Ed.). Plantas medicinales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. p. 141-203.

• Farnsworth, N.R. and D.D. Soejarto, 1991. "Global importance of medicinal plants". In: Akerele, O., V.H. Heywood and H. Synge (Eds.). *The conservation of medicinal plants*. Cambridge University Press. New York. p. 25-50.

• Gómez-Pompa, A. 1993. "Las raíces de la etnobotánica mexicana". En: Guevara, S., P. Moreno-Casasola y J. Rzedowski (Eds.). *Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI*. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Botánica de México, A.C. Xalapa. p. 23-37.

• Hamann, O. 1991. "The joint IUCN-WWF plants conservation programme and its interest in medicinal plants". In: Akerele, O., V.H. Heywood and H. Synge (Eds.). *The conservation of medicinal plants*. Cambridge University Press. New York. p. 13-22.

• INEGI. 1992. *Síntesis geográfica del estado de Hidalgo*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía E Informática. Aguascalientes. 134 pp.

• INEGI 2004. *Anuario estadístico. Hidalgo. I, II*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes. 899 pp.

• López, L., M.A. Villavicencio, A. Albores, M. Martínez, J. de la Garza, J.Meléndez-Zajgla y V. Maldonado. 2002. *Cupressus lusitanica* (Cupressaceae) leaf extract induces apoptosis in cancer cells. J. Ethnopharmacol. 80:115-120.

• Lot, A. y F. Chiang. 1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México A.C. México D.F. 142 pp.

• Mc Vaugh R. 1984. Flora Novo-Galiciana. "A descriptive account of the vascular plants of western México". Vol. 12 *Compositae*. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 1157 pp.

• Mc Vaugh, R. 1987. Flora Novo-Galiciana. "A descriptive account of the vascular plants of western México". Vol. 5 *Leguminosae*. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 786 pp.

• Plotkin, M.J. 1997. "The importante of ethnobotany for tropical forest conservation". In: Schultes, R.E. and S. von Reis (Eds.). *Ethnobotany. Evolution of a discipline*. Dioscorides Press. Pórtland. p. 147-156.

• Puig, H. 1976. *Végétation de la Huasteca*, Mexique. Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique. CNRS. México. 531 pp.

• Romero Lazcano, E., A. Santiago Altamirano y C. Basilio García. 1999. *Plantas medicinales y de otros usos de San Antonio el Grande, Huehuetla, Hidalgo*, en yuhu (otomí de la Sierra). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 174 pp.

•Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. Limusa. México D.F. 432 p.

• Rzedowski, J. 1998. "Diversidad y orígenes de la flora Fanerogámica de México". En: Ramamoorthy,

T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. p. 129-145.

• Sámano Rentería, M.A. y R. Jiménez Juárez. 1998. "Situación actual de la población indígena de la Huasteca Hidalguense". En: Ruvalcaba Mercado, J. (coord.). *Nuevos aportes al conocimiento de la Huasteca*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México, D.F. p. 341-353.

• Sarukhán, J. 1995. "Diversidad biológica". *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México* 535-537: 3-10.

• Standley, P. 1920-1923. *Trees and shrubs of Mexico*. Smithsonian Institution. Washington. 1721 pp.

• Toledo, V.M. 1993. "La riqueza florística de México: un análisis para conservacionistas". En: Guevara, S., P. Moreno-Casasola y J. Rzedowski (Eds.). *Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI*. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Botánica de México, A.C. Xalapa. p. 109-123.

• Toledo, V.M. 2003. Los pueblos indígenas, actores estratégicos para el corredor biológico mesoamericano. Biodiversitas 47: 8-15.

• Vázquez Valdivia, H. y M.C. Saldaña Fernández. 1994. Otomíes del Valle del Mezquital. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. 24 pp.Valle Esquivel, J. 2003. Nahuas de la Huasteca. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 31 pp.

Bases mínimas para la elaboración de un protocolo para la prevención, detección y el control de la fiebre roja (dengue) en Hidalgo

Luis Mauricio Figueroa Gutiérrez[1*], José Luis Imbert Palafox[2], Ana Hilda Figueroa Gutiérrez[2], Iris Cristina López Santillán[2], Tomás Serrano Avilés[2] y Juan Francisco Martínez Campos[2]

[1] *Área Académica de Derecho y Jurisprudencia, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades*
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
e-mail: luis22mauricio@yahoo.com.mx
[2] *Área Académica de Medicina, Instituto de Ciencias de la Salud*
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Carretera Pachuca-Actopan, camino a Tilcuautla,
San Agustín Tlaxiaca, Hgo, México, Tel. (771) 7172000 Ext. 5107, fax 5111.
(*) para correspondencia.

Resumen

El dengue clásico y el hemorrágico son enfermedades virales transmitidas por vectores; desde 1990 se está incrementando su incidencia a nivel mundial. Si no controlamos estas enfermedades en el Estado de Hidalgo y en el país, pueden convertirse en problemas muy graves de salud pública. Un equipo multidisciplinario está realizando investigación con el fin de establecer las bases mínimas para elaborar un protocolo de prevención, detección y control viable. Aquí se discuten algunas de éstas bases mínimas.

Abstract

Classic and haemorrhagic fever dengue are viral diseases transmitted by vectors; since 1990 they are growing their incidence in the world. If we don't control this disease in Hidalgo State and in the country, they can be major public health problems. A multidisciplinary team is working and researching to get a viable protocol to prevent, to detect and to control the dengue. This paper discusses the minimal basis of the protocol. Key words: dengue, haemorrhagic fever, fièvre rouge, Aedes, dengue epidemy.

PALABRAS CLAVE

- Dengue
- Fiebre hemorrágica
- Fiebre roja
- *Aedes*
- Epidemia de dengue

Introducción

Cada año hay entre 30 y 60 millones de nuevas infecciones de dengue en el mundo. Aproximadamente, 500 mil de ellas son de dengue hemorrágico. Antes de 1970 se reportaban epidemias en una decena de países y para 1995 se había cuadruplicado el número. Lo importante es que, en este momento, 2/5 partes de la población mundial están en riesgo de contraer dengue. En el Continente americano hay alrededor de 250 mil casos: en México se reportan oficialmente unos 500 casos (cifra blanca) y en los Estados unidos de Norteamérica (en el área de Texas y Florida) se reportan 100.

En consecuencia el Estado de Hidalgo y el país en su totalidad puede estar en riesgo epidemiológico. De allí surge la necesidad de sentar las bases de un protocolo para la prevención, la detección y el control del dengue clásico y hemorrágico.

Actualmente existen algunos manuales y protocolos a nivel nacional, pero no existe un protocolo de carácter estatal. Estos manuales y protocolos por lo demás se han enfocado preferentemente al combate coyuntural del vector y han sido por lo tanto insuficientes e inadecuados. Además no se les ha dado un seguimiento y su difusión se constriñe a un grupo de especialistas o a ciertas áreas de las oficinas públicas responsables de su aplicación.

El problema del dengue ha sido subestimado por las autoridades sanitarias, tanto en lo relativo al diagnóstico certero como en su control estructural efectivo, pasando por la implementación de un tratamiento apropiado y el desarrollo de mecanismos de prevención eficaces.

De allí la necesidad de abordar este complejo problema partiendo de la constitución de un equipo multidisciplinario y de la elaboración de bases mínimas, que dé como resultado un trabajo de investigación integral que abarque: la recolección de vectores, taxonomía y ubicación geográfica del mosco en el estado; investigación básica mediante estudios moleculares para una identificación sero-genotípica de las cepas virales que circulan, un estudio epidemiológico complementado con datos serológicos y clínicos que favorezca las actividades de control de la enfermedad incluido un tratamiento adecuado, y un trabajo antropológico de campo en las comunidades afectadas y de alto riesgo con el fin de que coadyuve a incrementar la prevención mediante aspectos educativos, sociales, culturales, etc.

Antecedentes

Dengue es una palabra africana que literalmente significa "rompe huesos". El dengue llegó a América desde África por el comercio de esclavos en el siglo XVI. En 1779 fue descrito como gripe tropical. En 1780 Benjamin Rush lo describió como "fiebre quiebrahuesos". En 1943 se aisló el virus del dengue. Fue identificado en Asia y en el Pacífico por Albert Sabin, miembro del ejército de los Estados Unidos de Norteamérica. La fiebre hemorrágica por dengue se reconoció por primera vez en Filipinas en 1953. En Centroamérica entre 1950 y 1960 se combatió exitosamente; sin embargo, de 1970 a 1980 el mosco proliferó. En 1981 ocurrió la primera epidemia por fiebre hemorrágica en América, específicamente en Cuba y casi 10 años después en Venezuela.

El dengue ha sido designado de varias formas tales como "fiebre roja", "fiebre quebrantahuesos", "fiebre de O'nyon-nyong", "fiebre solar".

El dengue es una enfermedad viral, a veces grave que puede llegar a ser mortal. Es la enfermedad viral más grave transmitida por artrópodos. Se suele distinguir entre el dengue clásico y el dengue hemorrágico. Aproximadamente del 1 al 2% del dengue clásico deriva en hemorrágico.

El mosco vector

El *Aedes aegypti* tiene su origen en el continente africano; es probable que haya sido introducido a México con el comercio de esclavos. El *Aedes albopictus* es de origen asiático, y se introdujo en México en 1990 procedente de Texas.

El dengue es una enfermedad transmitida por uno o varios vectores. Un vector es un insecto o cualquier portador vivo que transporta un agente infeccioso de un individuo infectado o sus desechos, a un individuo susceptible (huésped), sus alimentos o su ambiente inmediato. En el caso del dengue el principal vector, aunque no el único, es un mosco el: *Aedes aegypti*. Se sospecha que algunas arañas también pueden ser vectores de la enfermedad.

Taxonomía

El mosco se clasifica taxonómicamente como sigue: Phyllum: *Artropoda*, Orden: *Diptera,* Suborden: *Nematócera,* Familia: *Culicidae,* Subfamilia: *Culicini,* Género: *Aedes,* Subgénero: *Stegomya.*

De los moscos existe un grupo A clasificado por Linneo en 1762 cuya especie es el *aegypti* y un grupo B denominado *scutellaris* cuya especie es el *albopictus* y que fue clasificado por Skuse en 1894. Cabe señalar que *Ae. aegypti* tiene tres variedades: *aegypti, formosus* y *queenslandensis.*

Hay otros vectores que transmiten el dengue, que se consideran vectores secundarios: 1) *Aedes albopictus;* 2) *Aedes polynesiensis* y otras especies del subgénero: Stegomyia *(scutellaris)*; 3) la chinche de cama y 4) algunos arácnidos. No se transmite de persona a persona y existe la duda si ciertos simios podrían transmitirlo. Se descartan, sin embargo, los mamíferos domésticos. El mosco es, entonces, una especie sinantrópica y, en consecuencia, se ha adaptado a las viviendas humanas, de las cuales no se aleja más de 100m en promedio. Sin embargo, la hembra puede alcanzar una distancia de casi un kilómetro en busca de alimento.

El *Aedes aegypti,* es un mosco blanquinegro con rayas en el dorso y en las patas, de unos 5 mm, que habita en regiones tropicales y subtropicales, en latitudes entre 35 grados norte y 35 grados sur, correspondiendo a la isoterma de invierno de 10 °C, en regiones cálidas y húmedas; usualmente no se localiza a altitudes mayores a 1000 m, pero se ha reportado su presencia a 2200 m en Colombia. Este es el mismo agente que causa la fiebre amarilla.

El mosco pone sus huevecillos en agua dulce, generalmente limpia y la larva que sale de estos, permanece viable largo tiempo hasta que las condiciones del ambiente permiten su desarrollo y, entonces, eclosiona.

El ciclo vital del mosco

a) La fase acuática que dura unos 7 días, con rangos de 3 a 12 en función de la temperatura. a-1) Los huevecillos resisten la desecación del agua hasta por más de un año. a-2) El periodo de larvas comprende cuatro estadios. a-3) El estado de pupa es el último grado de maduración de la fase acuática. b) Entonces surge el mosco para cumplir su fase aérea como mosco adulto o imago.

Se alimenta por vez primera dentro de las primeras 72 horas posteriores a la eclosión.

Se cría en climas cálidos, sobre todo, en áreas deprimidas y marginadas, en: 1) recipientes; 2) al sol pero, sobre todo, a la sombra; 3) en barriles; 4) frascos; 5) ollas; 6) baldes; 7) floreros; 8) tiestos; 9) tanques; 10) cisternas; 11) aljibes; 12) botellas; 13) latas; 14) bandejas de refrigeradores; 15) estanques; 16) esteros; 17) canales; 18) urnas funerarias; 19) axilas de hojas de plantas; 20) huecos en los troncos de los árboles; 21) cañas de bambú; 22) bebederos de gana-

do; 23) recipientes de plástico; 24) botellas pet rotas; 25) llantas, etc.

El mosco hembra es el transmisor (Instituto Pasteur:2005). Pone huevos en agua acumulada. *Aedes aegypti* prefiere ovipositar en agua limpia mientras que *Aedes albopictus* puede hacerlo en agua sucia. Las larvas que salen de los huevos viven en el agua una semana y luego se transforman en ninfas redondeadas. A los dos días son adultos y ya pueden picar. Las hembras son hematófagas. El mosco hembra adquiere el virus al ingerir sangre de una persona infectada y queda infectada de por vida y, una semana después, puede transmitirlo al picar a otra persona no infectada. El mosco hembra transmite el virus mediante su saliva. También el mosco hembra lo transmite a su descendencia, a las larvas, por transmisión transovárica. El hospedero amplificado del virus es el ser humano (Imbert/Polo:2005).

El mosco pica durante las primeras horas de la mañana y al caer la tarde; lo hace, principalmente, en las extremidades inferiores. El mosco inocula el virus con su saliva en el sistema circulatorio humano y, luego, el virus ataca nodos linfáticos y el timo. El mosco *Aedes aegypti* tiene un rango de vida de entre 15 y 30 días; las proteínas que tiene la sangre de mamífero son fundamentales para que maduren los huevecillos. El ciclo de oviposición es cada tres días (CNRA:2003).

En diciembre del 2006 el servicio meteorológico de Inglaterra anunció que la temperatura global promedio durante el 2007 ya no sería de 14 °C, sino de 14.6 °C, en consecuencia, el cambio climático global favorecerá la reproducción del mosco, debido a la alteración de ciertos microclimas.

El virus

El virus del dengue es un arbovirus del grupo B (togavirus), pertenece a la familia Flaviviridae (del latín: flavus, amarillo), cuya característica es poseer un genoma de RNA de cadena sencilla. Este grupo de virus se divide a su vez en 4 subgrupos de acuerdo a su serotipo: DEN1 (DENV-1), DEN2 (DENV-2), DEN3 (DENV-3) y DEN4 (DENV-4). Los cuatro serotipos se han identificado en México en distintas regiones y proporciones desde 1990. Las arbovirosas son enfermedades virales transmitidas por artrópodos (OMS:1999).

No se ha podido determinar con precisión si cada uno de los 4 serotipos produce o no inmunidad protectora cruzada hacia los restantes y, en consecuencia, si es posible la reinfección por otro serotipo. De allí que no exista vacuna contra la enfermedad complicando el desarrollo de la misma. Sin embargo en Tailandia, en Puerto Rico y Cuba se reportan avances sobre el particular. Se aplica una vacuna atenuada con los 4 serotipos o se aplican vacunas recombinantes con base en uno de los genes del virus y esa molécula del DNA recombinante produce la proteína viral provocando cierta inmunidad.

A. Estructura del virus: los viriones miden aproximadamente 50 nanómetros de diámetro y tienen una conformación estructural esférica. Las partículas virales poseen una nucleocápside icosaédrica compuesta por la proteína del núcleo (C) y el RNA genómico. Está a su vez está rodeada de una bicapa lipídica en la cual están insertadas la proteína de la premembrana (preM) y la proteína de la envoltura (E), ambas forman pequeñas proyecciones proteicas extramembranales.

El RNA tiene un marco de lectura abierto, con polaridad positiva que codifica para una poliproteína que es procesada proteolíticamente por las enzimas virales y celulares produciendo las tres proteínas estructurales del virión (C, preM y E) y 7 proteínas no estructurales (1, 2a, 2B, 3, 4a, 4B y 5).

Las proteínas denominadas no estructurales, intervienen en los procesos de replicación y posiblemente en los procesos de formación del virión entre las que se incluyen una enzima proteasa de serinas, una RNA helicasa y una RNA polimerasa dependiente de RNA codificadas en el extremo 3º del mismo.

A través de las membranas internas de la célula huésped, estas etapas se acompañan generalmente por una característica proliferación de las membranas intracelulares (Fields: 1996).

La maduración viral se efectúa en el retículo endoplásmico, formando una partícula viral inmadura que posee dos glicoproteínas de envoltura conocidas como preM y E. Durante la salida del virus se produce el rompimiento de preM a M, el cual quita mucho del dominio externo de preM, y deja a E como la principal estructura superficial del virus.

B. Fase infecciosa: la enfermedad en humanos está caracterizada principalmente por la infección del virus del dengue en células sanguíneas, especialmente en macrófagos y monocitos, de manera directa o mediante la participación de los anticuerpos. Dada la naturaleza de las células infectadas, éstas favorecen la activación de los mecanismos de la respuesta inmune humoral y celular que favorecen la secreción de citocinas y que probablemente estén implicadas en algunos de los procesos de sintomatología y patogenicidad.

Sólo un pequeño grupo de personas con infecciones secundarias, desarrollan episodios de hemorrágicos, en los cuales intervienen factores relacionados con el virus y el huésped.

La enfermedad

A. Diagnóstico: es serológico y se realiza mediante ELISA, dentro de los 6 o 7 días luego de haberse contraído la enfermedad. Clínicamente diagnosticada la enfermedad se parece a la fiebre amarilla, al paludismo y a la influenza. B. Signos y síntomas: tanto de la fiebre del dengue de la fiebre hemorrágica del dengue, son: *a)* fiebre alta bifásica (del tipo denominado: silla de montar) con una duración de 3 a 4 días; *b)* escalofríos; *c)* dolor de cabeza, espalda y extremidades (especialmente, cefalea frontal); *d)* dolor de garganta; *e)* postración; *f)* exantema (escarlatiforme, macropapular y petequial); *g)* hemorragia gastrointestinal; *h)* leucopenia; *i)* dolor retroocular; *j)* pérdida del sentido del gusto; *k)* náusea y vómito; *l)* inflamación del hígado; m) anorexia; *n)* debilidad generalizada; *o)* tos; *p)* dolor de garganta; *q)* rinitis; en el caso de la fiebre hemorrágica, además de los síntomas mencionados se reportan: *a)* dolor de estómago; *b)* piel pálida; *c)* hemorragias nasales y bucales; *c)* insomnio; *d)* llanto; e) pulso rápido; *f)* desvanecimiento; *g)* miocarditis; *h)* desórdenes neurológicos. De manera que el diagnóstico supone: fiebre o antecedentes recientes de fiebre.

Manifestación hemorrágica, evidenciada con por lo menos uno de los siguientes: *a)* prueba del torniquete positiva; *b)* petequias, equimosis o púrpura o *c)* hemorragia gingival, tracto gastrointestinal, hematemesis o melena. Trombocitopenia (< 100000/ mm^3). Extravasación de plasma por aumento de la permeabilidad capilar, manifestada al menos por uno de los siguientes: *a)* hematocrito disminuido en un 20% después del tratamiento rehidratante; *b)* hematocrito igual o superior a 20% por encima del promedio para la edad o signos asociados a la extravasación del plasma: derrame pleural, ascitis, o hipoproteinemia. El anticuerpo de IgM contra el virus del dengue se desarrolla rápidamente, de manera que hacia el quinto día de la enfermedad el 80% de los casos tienen ya anticuerpos detectables; hacia los días sexto a décimo de la enfermedad entre el 93 y el 99% de los pacientes poseen anticuerpos detectables.

Como promedio los anticuerpos descienden a niveles no detectables entre los 30 y 60 días después del inicio de la patología.*c)* Grados: se ha clasificado la enfermedad en cuatro grados: primero: fiebre, síntomas constitucionales, positivo a la prueba del torniquete; segundo: síntomas del primer grado más sangrado espontáneo; sangrado de encías; tercero: síntomas del segundo grado más: fallas en la circulación sanguínea y agitación; cuarto grado: los síntomas del tercer grado más estado de choque profundo y presión sanguínea no registrable. Puede llegarse al estado de choque y producirse la muerte. Los más expuestos son: los niños, los ancianos, la gente que ya padece alguna enfermedad y está debilitada por ella y los turistas. *d)* Terapia: si el paciente no tiene manifestaciones hemorrágicas y está bien hidratado, puede regresar a su casa con instrucciones de realizar una visita de seguimiento. Si hay manifestaciones hemorrágicas o el estado de hidratación es dudoso, el paciente debe permanecer bajo observación, ya sea en un centro de observación para pacientes ambulatorios o en el hospital.

Si hay señales de alerta presentes, incluso sin evidencia de choque, o si está presente el síndrome de choque por dengue, se debe hospitalizar al paciente. El aislar al paciente con mosquitero y la aplicación adecuada de repelente con DDT puede disminuir en mucho la posibilidad de nuevos casos. El manejo de pacientes en conservador con analgésicos, hidratación y observación. En caso del dengue hemorrágico (FDH) se contemplan las transfusiones sanguíneas y la conducta del tratamiento se adecuará según las complicaciones clínicas.

Proliferación del vector

El dengue se ha incrementado debido a varios factores: *a)* aumento de la población, especialmente urbana; *b)* abastecimiento deficiente de agua; *c)* agua de mala calidad para el consumo y el uso humano; *d)* prácticas tradicionales e insalubres de almacenamiento de agua; *e)* tiraderos clandestinos de basura; *f)* desplazamiento sin control de personas infectadas; *g)* desarrollo del mosco de resistencia a los insecticidas; *h)* la migración; *i)* el incremento de la temperatura global; *j)* políticas públicas insuficientes y *k)* la pobreza.

Entre los factores de riesgo específicamente del dengue hemorrágico se consideran: *a)* cepas del virus; *b)* anticuerpos anti-dengue preexistentes; *c)* infección previa (reinfección); *d)* anticuerpos maternos en personas menores de un año; *e)* factores genéticos del dengue; *f)* edad; *g)* infecciones secundarias; *h)* localidades con dos o más serotipos en circulación; *i)* transmisión hiperendémica.

Presencia del vector en Hidalgo

Luego del trabajo del equipo multidisciplinario se ha detectado la presencia del vector en el Estado de Hidalgo así como de otros vectores secundarios. Se ha localizado en la región Otomí-Tepehua y en la región náhuatl de Huejutla y en la zona de la Sierra del centro del Estado: Meztitlán. No se reporta en la capital del Estado ni en la zona de Alfajayucan, aunque aquí, al igual que en San Bartolo Tutotepec, se detectó Culex, el vector de la encefalitis. No se descarta su presencia en el Valle de Tulancingo.

Presencia del virus en Hidalgo

El serotipo DENV-1 aparece en 1995 en la entidad. el serotipo DENV-2 se reporta en el año 2002. el serotipo DENV-3 aparece en 1996, 1997, 1998, 1999 y reaparece en el 2002. el serotipo DENV-4 se reporta en 1996 y 1999, con lo cual se han presentado los cuatro serotipos en el Estado. No hay que olvidar que cuando existe más de un serotipo aumenta el riesgo de contraer la segunda infección y, por lo tanto, derivarse en fiebre hemorrágica.

Hasta ahora el gobierno estatal no reporta estadísticas de incidencia de dengue. No se han podido localizar estadísticas comparativas de la entidad a nivel federal. Sin embargo, la gente o la prensa han comunicado al equipo de investigación casos en: Meztitlán un centenar de casos (reportado por la gente al Dr. Serrano) el año antepasado; el miércoles 04 de octubre del 2006 se reportaron por *Milenio diario* 91 casos en Coacuilco, 2 de ellos hemorrágicos; el miércoles 11 de octubre del mismo año se reportaron por Milenio diario 120 casos en la Huasteca, de los cuales 7 fueron hemorrágicos, registrándose además 3 muertes por esa causa; el Sol de Hidalgo del domingo 8 de octubre del año pasado reporta 110 casos de dengue en la Huasteca de los cuales 6 son hemorrágicos; en Milenio diario de fecha 21 de octubre del mismo año reportó 133 casos de los cuales 7 son hemorrágicos y se declara que no ha habido ningún deceso por esa causa. Recientemente (2006) en Veracruz, Estado limítrofe con Hidalgo hubo un brote de más de 2,000 casos. Como puede verse existe incidencia, no hay reportes exactos y sí mucho riesgo.

Discusión

Hasta ahora la vigilancia de la enfermedad es de carácter: *a)* entomológico; *b)* clínico; *c)* serológico; *d)* virológico y *e)* epidemiológico. El combate al mosco ha sido llevado a cabo hasta ahora por medios: físicos; químicos y biológicos. El control de epidemias ha consistido en una lucha antivectorial por medio de: insecticidas por nebulización o rociamiento; desecación del agua encharcada con cal; petrolización del agua acumulada; larvicidas y adulticidas químicos. Sin embargo, estas medidas no han sido del todo exitosas porque:

a) Se imponen por las autoridades y convierten en dependiente a la comunidad (Caballero:2006 y Arias:2001);

b) Son coyunturales debido a la rotación de las autoridades;

c) Son presupuestalmente insuficientes;

d) No se ha realizado una campaña nacional o estatal para combatir la enfermedad;

e) No se ha capacitado suficientemente a las comunidades;

f) No han comprendido a todas las zonas de alto riesgo;

g) No se ha realizado un mapeo minucioso del vector ni de las zonas de riesgo;

h) La ejecución de las políticas públicas no corresponde al avance en materia de investigación científica;

i) El dengue es una enfermedad asociada con la pobreza, si bien no es exclusiva de ella (como en el caso de la vasta epidemia que afectó a los Estados Unidos de América en 2002, en el que se presentaron 3893 casos y 254 muertes);

j) Existen fenómenos migratorios asociados con la pobreza que dificultan el control de la enfermedad; por ejemplo, en China se registraron en 1980 casi medio millón de casos y en México se ha incrementado en los últimos años la migración de chinos;

k) Las políticas públicas se han traducido hasta ahora en limpieza de patios, nebulización, petrolización, pero no son medidas estructurales que impacten en el nivel o la calidad de vida de las comunidades, como sería el mejoramiento de los servicios públicos: agua potable entubada, pisos de cemento, instalación de drenajes, manejo de desechos sólidos: botellas pet o llantas (GDF:2002);

l) No se ha tomado en consideración la diversidad cultural de las comunidades;

m) El cambio climático global está favoreciendo al desarrollo y proliferación del vector;

n) El impacto económico de la enfermedad es doble: por un lado, incrementa los costos de los servicios de salud pública y, por otro, se convierte en un factor de inhabilitación laboral permanente o a largo plazo; por lo demás, los impactos son directos e indirectos; en el primer caso, cuando la familia tiene un paciente entre sus miembros y, en el segundo, por su impacto psicológico negativo en el sector turismo;

ñ) El grupo de investigación está realizando un mapeo en el Estado de Hidalgo y en los Estados limítrofes tanto de los vectores como de los serotipos circulantes, aplicando nuevas metodologías en ambos casos;

o) No existe un protocolo adecuado para el control y prevención del vector;

p) No han supuesto la conformación de equipos interdisciplinarios.

A consecuencia de lo anterior, según un reporte de la Organización Mundial de la Salud de 1997, el dengue está incrementándose horizontal y verticalmente, porque ha aumentado tanto en incidencia como en distribución en los últimos cuarenta años (WHO:1997).

Originalmente sólo hubo casos de dengue en Latinoamérica. El brote de dengue hemorrágico y/o con choque, ocurrió en Cuba en 1981 marcando el inicio del dengue hemorrágico en América latina. Parece ser que el dengue hemorrágico con choque se va convirtiendo gradualmente en endémico en la región siguiendo la tendencia observada en Asia (WHO:1997).

La epidemiología es el estudio de los factores relacionados con la distribución de las enfermedades en una población y, en los últimos años, se ha ocupado de la ecología (distribución en la población) de cualquier enfermedad o desorden mental así como por el control de las enfermedades, descansando en el concepto de causa múltiple y, finalmente, en programas de educación sanitaria (Coe:1984).

Una enfermedad endémica es aquella que tiene el carácter de estar presente. Endemia viene del griego *en,* que quiere decir en el, y *demos,* pueblo, por lo tanto alude a una enfermedad particular de una región sea porque en ella haya estado constantemente o sea que resurja en épocas determinadas. Epidemia del griego *epi,* sobre, se refiere a una enfermedad infecciosa que afecta al mismo tiempo y lugar a un gran número de individuos sometidos a las mismas influencias (Garnier y Delamare, 1949).

Se observa la tendencia de la enfermedad a convertirse de endémica a epidémica cuando hay más de dos serotipos circulando y el incremento en el patrón de transmisión se eleva durante la estación de lluvias, convirtiendo a los menores de 15 años en la población más vulnerable.

Bibliografía

- Árias, Jorge y Prado, Mónica. (2001). *Taller sobre participación comunitaria en programas de prevención y control de dengue. Lecciones aprendidas y desafíos futuros.* Informe Post Mitch. Costa Rica.
- Balmaceda Hechavarría, Ángel. (2002). *Manual de procedimientos de técnicas para el diagnóstico del dengue.* Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud.
- Caballero Hollos, Ramiro, *et al.* (2006). *Concepciones culturales sobre el dengue en contextos urbanos de México.* Rev. Saúde Pública. Vol. 40. Núm 1.
- CNRA (Centre Nationaux de Réfénce des Arbovirus) et des Fièvres hémorragiques virales et Centre Collaborateur OMS pour les arbovirus et fièbres hémorragiques virales. Dossier. Zeller, Hervé. Junio, 2003. http://www.pasteur.fr/actu/presse/com/dossiers/oms/arbovirus.html
- CNRA (Centre Nationaux de Réfénce des Arbovirus) et virus influenzae danz la région Antilles-Guyane. Dossier. Zeller, Hervé. Junio, 2003. http://www.pasteur.fr/actu/presse/com/dossiers/cnr/guyan1.html
- Coe, Rodney M. (1984). *Sociología de la Medicina.* Madrid: Alianza Universidad.

• Fields, B.N.; Knipe, D.M.; Howley, P.M. (1996). Virology. Lippincott-Raven, 3rd. ed., USA. (pp.16-55 y 931-1034).

• Figueroa Gutiérrez, Luis Mauricio; Imbert Palafox, José Luis; Figueroa Gutiérrez, Ana Hilda; López Santillán, Iris Cristina y Serrano Avilés, Tomás. (2006). *El dengue, la pobreza y las políticas públicas*, ponencia presentada en el Segundo Congreso Nacional de Investigación Social, ICSHu, UAEH, Pachuca, Hidalgo, México. Edición en CD.

• Garnier, M. y Delamare, V. & J. (1949). *Dictionnaire des termes techniques de Médecine*. Maloine, Paris,

• GDF (Gobierno del Distrito Federal). (2002). *Llantas usadas. Diagnóstico de la situación actual en el Distrito Federal.* Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

• Gubler, Duane J. (1989). *Aedes Aegypti and Aedes Aegypti-borne disease control in the 1990s: Top Down or Bottom Up. 49th Franklin Craig Lecture*. Washington, USA. http://www.imss.gob.mx.

• Imbert Palafox, José Luis y Polo Ortiz, Araceli. (2005). "El Dengue o 'Fiebre quebranta huesos', una enfermedad viral re-emergente", en: Rocha-Gracis, Rosa del C., Lozano. Zarain, Patricia y Martínez-Laguna, Ygnacio. (Eds), *Modelos de la patogénesis de las enfermedades infecciosas*, (pp. 37-55). México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

• IMSS. *Manual para la Vigilancia Epidemiológica del Dengue.* IMSS, México, s/a

• Instituto Pasteur. La Dengue. (2005). http://www.pasteur.fr/actu/presse/documentation/dengue.htmlInstituto Pasteur. Flavivirus: dengue, West-Nile. (2006). http://www.pasteur.fr/actu/presse/com/dossiers/genomics/gendeng.html

• OMS.Dengue. (2002). DengueNet/OMS. Weekly epidemiological record. Relevé épidémiologique hebdomadaire. ANNÉE. No. 36, 77, 297-304. http://www.who.int/denguenet

• OMS. *Plan detallado de acción para la próxima generación: Prevención y control del dengue*. (1999). OPS. Organización Mundial de la Salud.

• OPS/OMS. (2004). *Estrategia de gestión Integrada de prevención y control del Dengue en Centroamérica y Republica Dominicana*, (EGI-CAD). OPS/OMS.

• Rothenberg, Robert E. (1962). *Medical dictionary and health manual*. Signet, New York,

• SSa. Dengue. (2007). http://www.cenave.gob.mx/dengue

• SSA. *Manual para la vigilancia, diagnóstico, prevención y control del dengue*. s/a. Secretaría de Salud. México.

• Touré, Yeya T. (2005). *Molecular Entomology*. UNICEF/UNDP/World Bank/WHO.

• Westaway, E.G, Khromykh, A.A, Mackenzie, J.M, (1999). "Nascent flavivirus RNA colocalized in situ with double-stranded RNA in stable replication complexes", en: *virology*, Vol. 258, pp.108-117.

• WHO. *Dengue Haemorrhagic fever. Diagnosis, treatment, prevention and control*. (1997). World Healt Organization. Geneva.

El papel del conocimiento en la construcción endógena del desarrollo

Roberto Morales Estrella

Área Académica de Economía, Instituto de Ciencias Económico Administrativas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Ciudad Universitaria km 4.5 carr. Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma
Hgo., México, C.P. 42184, tel. (771) 7172000
e-mail: restrell@yahoo.com

Por que en la esencia de la competitividad está el conocimiento y la vinculación.
Para hacer del capital la fuente de beneficios para todos.

RME

Resumen

El conocimiento está en el centro del debate sobre el crecimiento económico y el desarrollo, como el principal factor de valorización de los procesos de generación de riqueza y de desarrollo tecnológico industrial.

Aquí se propone buscar el desarrollo local endógeno, validando los instrumentos al alcance de quienes buscan abatir los rezagos económicos, tecnológicos y sociales sin perder de vista el contexto ambiental y de la biodiversidad.

Summary

Knowledge occupies a central role in the debate about the economical growth and development as the main component, in terms of its value with regard to the processes of generation of wealth and industrial technological development.

The proposal that is presented here is to look for the endogenous local development, validating the instruments of those who aim to leave behind economical, technological and social issues without neglecting the environment and biodiversity.

PALABRAS CLAVE

- Desarrollo endógeno
- Tecnología
- Conocimiento

Introducción

Dado el paradigma de cambio vertiginoso y continuo con alto impacto en todas las culturas y países, el conocimiento está en el centro de todo debate como factor valorizador de los procesos de generación de riqueza, y del desarrollo tecnológico industrial, sin dejar de darle la importancia a los espacios territoriales como contexto de actuación. Lo que implica asegurar la convergencia de la reproducción ampliada tanto del capital como de la vida de la sociedad en términos de bienestar y equidad social, tanto en lo económico como en lo político y en lo cultural.

El esquema prevaleciente es de estructurar procesos con altos contenidos de conocimiento y articulaciones estratégicas, entorno a las grandes empresas trasnacionales, las cuales han hecho del mercado el mecanismo idóneo para la asignación de los recursos, lo que se traduce en una reproducción del sistema de dominio en los términos de intercambio a favor de los grandes capitales internacionales y sus empresas operadoras, teniendo como resultado una mayor asimetría en la distribución de los benéficos de la actividad económica global, siendo el rezago tecnológico uno de los principales síntomas. La apropiación de los beneficios por unos pocos, frente a grandes masas de pobres, explican las presiones en las negociaciones, no solo son en los términos económicos de intercambio, si no en el terreno socio y geopolítico. Procurando dar una respuesta diferente a lo anterior, viendo en el desarrollo local-endógeno de la tecnología, un enfoque alternativo, se presenta en este trabajo un planteamiento viable, pero no por eso fácil en el corto plazo, merece una apreciación de mas fondo, aquí presentamos en dos partes, la validez de unos instrumentos al alcance de quienes buscan abatir los rezagos económicos, tecnológicos y sociales sin perder de vista el contexto ambiental y de la biodiversidad.

En el primer apartado se presenta brevemente el contexto nacional y del Estado de Hidalgo, a grosso modo un panorama de las condiciones que prevalecen dando una respuesta clara, las acciones de política económica, del todo no han sido las más adecuadas, dado que los niveles de pobreza no sólo no han disminuido si no que por el contrario se ha agudizado

En seguida se analiza brevemente los conceptos teorías y políticas relativas al desarrollo tecnológico desde una perspectiva local-endógena, vemos como han sido impactadas las naciones, a grado tal que hay una reconfiguración del Estado-nación, tanto hacia el exterior como hacia el interior, lo que obliga a ser revalorada la función pública, y el acceso a los puestos de toma de decisiones, las recurrentes bajas de participación en los eventos electorales es un gran indicador de la debilidad de la legitimidad de quienes ejercen la función pública. Se aborda de igual forma el tema ambiental desde la perspectiva del desarrollo local, y los diversos conceptos del desarrollo local–endógeno, lo que viene a evidenciar que existe toda una estructura y sustento teórico, bajo el cual se analiza al crecimiento económico y al desarrollo como dos categorías del desarrollo local–endógeno contemplándose también las políticas y la instrumentación de la competitividad de lo local.

Las preguntas a contestar son ¿el desarrollo local-endógeno tiene la solidez teórica para ser un instrumento serio como alternativa de desarrollo tecnológico e integral para nuestras regiones? Así como ¿el conocimiento es un factor de competitividad y un elemento necesario para

hacer de nuestras empresas unidades de base tecnológica? ¿Es útil al empresario la gestión del conocimiento empresarial competitivo?

El contexto

En la revista *Expansión* de diciembre del 2005 Jonathan Heat al criticar las propuestas de la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN), presentadas a los candidatos a la Presidencia de la República, de ese entonces, califica de falsa y demagógica a la tesis central de aumentar la productividad, la producción y la competitividad antes que controlar la inflación, mediante políticas monetaristas, las cuales según CONCAMIN, son paradigmas neoliberales, término que al parecer no le agrada a J. Heat, quien defiende las tesis monetaristas sosteniendo que el crecimiento económico se logra a través de la estabilidad de precios. Por lo tanto el control de la inflación siempre deberá tener prioridad frente al crecimiento económico.

En el octogésimo aniversario del Banco de México (Bco. de México 2005), al que asistieron representantes de Bancos Centrales y académicos de otros países, manifestaron su conformidad de que las políticas monetaria y cambiaria aplicadas actualmente por el Banco de México se han considerado correctas, según el esquema descrito, dado que coinciden en lo general con la practica establecida por la gran mayoría de los bancos centrales en el mundo. Ante esta postura cobra vigencia la frase de Julio Boltvinik (2004) "...el alza del precio del pan puede equilibrar la oferta y la demanda de pan, pero no resuelve el hambre de la gente".

Cómo es posible que mientras que la economía mexicana ocupa uno de los lugares mas bajos en su crecimiento (Gordon y Aguilar, 2005) en el periodo 2000-2005, al ser de 1.9% en promedio, lo que representa que de 150 países 120 tienen tasas más altas que México, por lo que toca a nuestra capacidad comercial estamos siendo desplazados, ya que hace cinco años Estados Unidos adquiría de México el 11.2% del total de sus importaciones cifra que se redujo a 10.2% en el 2005.

Nuestro PIB en 2005 alcanzó la cifra de 768 mil 437 millones de dólares pasando del décimo al 13° lugar en el periodo 2000-2005, en tanto que España en los 70s tenía una economía similar a la nuestra, pasó al 9° lugar al lograr un PIB de Mil 126 millones de dólares, con la mitad de la población que la nuestra.

Al observar con mayor detenimiento el comportamiento del PIB en el país, vemos que después de padecer tasas negativas del orden de (-5%) en el segundo cuatrimestre en 1995 y de (-2) en el tercer cuatrimestre del 2000, el crecimiento se recuperó en el 2005 ya que registró una tasa del 5.6% en el PIB, para luego caer a 2.7% en el 2007, y se estima que en el 2008 cerraremos a 2.0%, pero lo más impactante es que en el programa para impulsar el crecimiento y el empleo dado a conocer en el mes de octubre del 2008 la tasa de crecimiento del PIB se ajustó de 3% a 1.8% y en la declaración del Titular de la SHCP expresada en el seminario de Perspectivas Económicas para el 2009 se hizo patente que no creceremos en el 2009, debido a un crecimiento negativo del orden del (-6%) durante el primer semestre; es decir que todavía no estamos tocando fondo en esta crisis financiera y lo que se anuncia es un crecimiento negativo al registrado en el segundo cuatrimestre del 2005.

Ante esta evidencia de la inoperancia y de lo antisocial, de las teorías monetaristas y de libre mercado, todavía hay personas que ven como un

logro el que la estabilidad de precios nos conduzca a una mayor estabilidad del crecimiento económico, aunque es necesaria la estabilidad macroeconómica, resulta que al actual ritmo de crecimiento de nuestra economía, México tardaría varias generaciones para que se ubique en el nivel per cápita promedio de la OCDE (Alponte 2006). En el ritmo de creación de empleos en México, en el mercado laboral formal es totalmente insuficiente para absorber el acelerado crecimiento de la fuerza laboral. En el periodo 1993-2004 la población mexicana creció en 19 millones 87 mil personas, mientras que la población económicamente activa en 9 millones 71 mil personas, si consideramos que el sector formal generó solo 2 millones 787 mil empleos (según la OCDE), tenemos un déficit de 6 millones 284 mil empleos por generación.

Dada las condiciones de recesión que se registra en los inicios de este 2009, resulta muy cuestionados los programas anti crisis, si cuando teníamos tasas positivas en el PIB ¿qué nos esperamos ahora que vamos a decrecer?

En el informe del Foro Económico Mundial (2007/ 2008-2009), se destaca que México ocupaba el lugar 58 de 125 en materia de competitividad; el lugar 69 en materia de eficiencia institucional y el lugar 71 en cuanto a calidad de educación superior; en el ranking 2008-2009 descendimos al lugar 60 en competitividad, en materia de innovación estamos en lugar 70. Somos productores de petróleo pero importadores de productos petroleros, es decir seguimos en el paradigma de ser productores de materias primas e importadores de productos manufacturados, ¿Dónde se queda el valor agregado?

Además nuestra capacidad de producir nuestros propios alimentos es cada vez menor, pasamos de ser exportadores de maíz a importadores, quien nos asegura que también importemos tortillas, y no es que nuestros compatriotas no sepan hacerlas, pero sí las producimos más caras que en el exterior, por lo tanto sería más conveniente importarlas.

El planteamiento es que no estamos aprovechando el talento de los mexicanos, y el modelo económico aplicado a partir de los ochenta nos ha hecho más desiguales y menos competitivos; ya sabemos que nuestra economía creció a un ritmo del 6% anual entre 1950 y 1975, pero a fines de 1977 el 50% de las familias tuvo una participación en el ingreso nacional menor que en 1950, ya que el 20% mas pobre participó con el 6.1% del ingreso nacional y para 1977 su participación disminuyó a tan solo 2.9% y a 2.10% en 1992. (Alponte, 2007).

Si a todo esto le agregamos la reducción de los precios del petróleo, por lo que se prevé que no podremos nuevamente blindar el precio a 70 dólares como lo tenemos en este momento, y ante la reducción de los montos de producción, así como el incremento en los precios de los alimentos básicos, la agudización del proceso recesivo tiende a agudizarse.

Claro las opciones han sido la migración y la economía informal, siendo este ultimo sector donde se localizan trabajos de baja productividad, que no generan impuestos ni reciben prestaciones. Sumado a lo anterior, las estrategias inadecuadas para desarrollar mecanismos de productividad competitividad y desarrollo tecnológico autónomo. Ante tal escenario no es fácil aceptar que la llamada estabilidad de precios es la estrategia para el desarrollo.

Para entidades como el Estado de Hidalgo el panorama no es muy prometedor, según datos

del Consejo Nacional de Población (CONAPO) la entidad forma parte de los cinco estados más rezagados en materia de Desarrollo Humano, ya que ocupa el lugar 28, superado por Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En materia de PIB regional la participación de Hidalgo pasó de 3.6% en 1993 a 3.4% en el 2003, según datos del Sistema de Información Municipal de INEGI quien nos reporta una tasa de crecimiento promedio anual de 1,75% para Hidalgo y de 5.10% para Querétaro en el periodo de 1993-2003. ¿El porque del bajo crecimiento en Hidalgo?

Seguramente una de las causas ha sido el rezago tecnológico y la fragmentación de su aparato productivo. El 2005 marca un nuevo dinamismo en la realidad del estado de Hidalgo, ya que se ha impulsado la creación del CIIMMATH (Centro de Innovación Italo-Mexicano de la Manufactura de Alta Tecnología de Hidalgo, que se fundó en Septiembre del 2006, también se reformó la ley de fomento económico y se reformo la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología para dar lugar a la Ley de Ciencia Tecnología e Innovación. Mientras que en entidades como Querétaro, se ha impulsado la creación de un sistema estatal de innovación integrado por los centros de I&D como el Centro de Tecnología avanzada (CIATEQ), EL Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), y mas de 30 CI&D privados.

Las acciones que ha estado realizando el Estado de Hidalgo y las demás que se instrumenten, serán eficaces en la medida que impulsen la desfragmentación de los sectores productivos, fundamentalmente en las Pymes, las cuales deberán ser de base tecnológica, es decir que sus operaciones se sustenten en el paradigma de conocimiento, investigación, desarrollo e innovació para lograr que los bienes y servicios que generen sean de alto valor agregado y sean promotoras de sus propios cambios, lo que exige la construcción de una cultura de innovación, sustentada en una plataforma que le brinde a la administración local oportunidades, bajo una nueva dinámica para iniciar a sentar las bases para construir un desarrollo local-endógeno.

Para ello es necesario crear un sistema estatal eficiente y eficaz científico-tecnológico y de innovación que permita sentar las bases para endogenizar la satisfacción de las necesidades tecnológicas de nuestro aparato productivo; Además de acceder a información de punta así como la de formar a los recursos humanos acorde a las necesidades socio productivas; esto es una amplia e intensa vinculación universidad-empresa-gobierno. Lo anterior se complementaría con un plan de desarrollo tecnológico integral que describa la participación de todos los agentes económicos (empresas y trabajadores e inversionistas), sociales (agrupaciones y asociaciones, publicas y privadas, locales estatales, nacionales e internacionales) y políticos (Gobiernos municipales, estatal y federal, y partidos políticos). Las Redes de Conocimiento como la Red Estratégica en el área de metalmecánica y mecatrónica, de biotecnología y la de alimentos, así como las Células Empresariales de Gestión e Innovación Tecnológica.

Este es el momento para que se diseñe y estructure un modelo de desarrollo estatal que contemple la construcción de modelos de desarrollo de microrregiones con articulación en red de sistemas locales de innovación y la construcción de redes productivas de valor, buscando la congruencia con la de Planeación y Desarrollo

Regional a nivel federal, para hacer del modelo Hidalgo un modelo de desarrollo equitativo y sustentable. Ya que se percibe, pese a los avances, que persiste una desarticulación, cuando lo que se requiere es unidad de esfuerzos en la diversidad de capacidades y estrategias, sobre todo porque no resulta claro de cómo se impulsará, por parte del nuevo gobierno federal el crecimiento económico de las entidades que destacan por su alta marginalidad.

El desarrollo local-endógeno

El cambio que se registra en las sociedades del orbe, no es un cambio unilateral, si no que se distingue por complejo y profundo, los organismos internacionales, las grandes empresas y los gobiernos de las naciones desarrolladas se inclinan por una reproducción de su predominante posición, seguir siendo los que concentren los beneficios del desarrollo económico.

La reconfiguración del estado-nación

Las interpretaciones teóricas no se han hecho esperar, verbigracia, Edgar Moncayo (2002) considera que los aspectos territoriales y la geografía económica se han ido convirtiendo en referentes fundamentales de los procesos socioeconómicos, tanto al interior de los países como en el exterior, lo que desemboca en la re-espacialización del acontecer socioeconómico y político.

En lo internacional las presiones para una redistribución del poder hacia arriba, considerada como supranacionalización, se traduce en una pérdida de soberanía, para el manejo de problemas, que requieren de una negociación y de nuevas formas de interacción internacional.

Como es el caso del manejo de las variables macroeconómicas, el medio ambiente y la sustentabilidad, incluso la educación superior, dada la construcción de espacios universitarios internacionales inducidos, por la movilidad de estudiantes y de investigadores; así como de la doble titulación que impacta en las estructuras normativas de legalización de títulos profesionales de carácter internacional, ya no se diga también de fenómenos como el narcotráfico, derechos humanos, terrorismo y migración. Con el paradigma de la supranacionalización, se desarrolla en paralelo, el vaciamiento de los estados hacia abajo, que se genera con las presiones de descentralización y de una demanda de mayor autonomía financiera y fiscal de las localidades. Además de los procesos de descentralización de competencias políticas y administrativas para los gobiernos locales, en condiciones de mayor agudización de estos procesos, Moncayo llega a considerar la posibilidad, en casos extremos, de la sustitución de Estados-nación por Estados-región, los cuales se vincularían a nivel internacional. El hermanamiento de ciudades de diferentes naciones, representa su antecedente.

La dimensión ambiental en el desarrollo local

Cobra una dimensión de gran relevancia las perspectivas ambientales en los nuevos procesos económicos, donde el concepto de desarrollo sustentable combina el mejoramiento cualitativo de los niveles de bienestar social, sobre todo en el largo plazo, con el manejo adecuado de los recursos biofísicos y geoquímicos del planeta. Recordemos que México forma parte de los 14 países que integran el 70% de la biodiversidad del planeta, por lo que estos conceptos adquieren una gran relevancia.

Al respecto Moncayo (2002) cita a la CEPAL-cuando afirma que "el desarrollo sustentable conduce hacia un equilibrio dinámico entre todas la formas de capital o patrimonio que participan en el esfuerzo nacional y regional: humano, natural, físico, financiero, institucional y cultural… exige un esfuerzo sistémico, que incluya la conducción de la política económica, la gestión de los recursos naturales, la innovación tecnológica, la participación de amplios estratos de la población, la educación, la consolidación de instituciones, la inversión y la investigación...". Tarea imprescindible de toda nación, es el uso racional y conservación de los recursos naturales con un enfoque de desarrollo sustentable, agregando la dimensión ecológica al carácter endógeno del desarrollo.

Hemos caído a nivel mundial en un crecimiento insostenible, guiado por intereses particulares a corto plazo. Sus consecuencias ya las empezamos a padecer, como es una contaminación sin fronteras y un cambio climático que se apuntan en contra de la vida en general; según expertos (Delibes de Castro 2005) se extinguen entre diez mil y cincuenta mil especies anualmente, a este paso en mil años no quedará en el tierra, ninguna especie, incluyendo la humana; estamos ya en lo que Folch (1998) llama una homeostasis planetaria en peligro, o sea que existe la posibilidad real de que el equilibrio de la biosfera se derrumbe, si seguimos provocando que desaparezcan eslabones, no se nos olvide que la naturaleza es diversa por definición y por necesidad. El propósito es la sobre-vivencia de la comunidad que habita el territorio, surgiendo con ello el concepto de bioregional ó eco-región, para planificar y administrar la protección y el aprovechamiento del capital natural y la biodiversidad. No es la región en sí misma la sustentable, si no la forma de intervención en ella.

El concepto de desarrollo local–endógeno

Un territorio es considerado ya como una estructura activa –bien sea de desarrollo, estancamiento o de regresión– y no solamente como un espacio receptor de las actividades productiva, los territorios no son campos de maniobras sino actores, lo que implica una revalorización de la territorialidad del desarrollo, en consecuencia la competitividad es cada vez más un asunto de orden regional, dado el sentido sistémico de las estructuras tecnoeconómicas territoriales, para determinar en que se gestaron y desenvolvieron estos cuerpos teóricos, para lo cual se distinguen los niveles macro, meso, y micro del enfoque sistémico (Esser, *et al.*, 1999)

Condición fundamental para el surgimiento del paradigma del Desarrollo Local-Endógeno, como característica localizada de los procesos de acumulación, de innovación y de formación de capital social, a decir de la reproducción ampliada tanto del capital, que implica un desempeño competitivo y de rendimientos financieros en las unidades productivas y con un impacto positivo en la distribución equitativa de la riqueza, generando igualdad de oportunidades a los habitantes de las comunidades, propiciando con ello una reproducción ampliada de la vida de las mismas comunidades; o como lo expresa Barquero(1999) un cambio social, cultural, económico y político que involucre a toda la población que en ella se localiza.

La otra vertiente que da respuesta del porqué el surgimiento del concepto de desarrollo Local–Endógeno, se localiza en los procesos que

surgieron después de la crisis de los ochentas, al agotarse el modelo Keynesiano–Fordista y de una producción en masa estandarizada. El esquema de producción flexible (Toyotismo) surge para atender la dinámica de los diversos segmentos de mercado, cada vez mas dinámicos, dado el acortamiento de la vida útil de los productos y la transformación de los mismos (Diferenciación) así como la agregación de los servicios inherentes a los productos, y un incremento en los costos de Conocimiento + Investigación + Desarrollo e Innovación (C+I+D+I) en los mismos productos, de tal suerte que cada generación de producto lleva implícito un nuevo conocimiento.

Por lo tanto la globalización representa un fenómeno tecnocognitivo, que se manifiesta en una dicotomía espacial simultánea, por un lado las economías de escala que favorece a las fusiones, el gigantismo, la concentración y la homogenización, respaldan el gran tamaño y la concentración territorial, apoyándose en el hecho de que una fracción importante del capital se está concentrando y centralizando a nivel de la economía internacional, de tal suerte que las localidades, las regiones y las naciones se están rediseñando de acuerdo a la economía global y a sus principales actores que son las empresas trasnacionales.

Por otro lado están precisamente las economías de diferenciación que favorece a la pequeña escala, la producción flexible y en red, la localización múltiple y el anclaje territorial, con una estrategia de permanente innovación, con la necesidad de un aprendizaje colectivo para hacer frente a los constantes y vertiginosos cambios; Boisier (2005) lo confirma, al mencionar que en la sociedad del conocimiento, existen nuevas y complejas formas de articulaciones entre conocimiento y territorio, dando lugar al surgimiento de regiones cognitivas como los distritos industriales.

Por lo tanto el desarrollo endógeno puede ser entendido como una propiedad emergente de un sistema territorial. Todo proceso de desarrollo endógeno se vincula al desarrollo local, de una manera asimétrica: el desarrollo local es siempre un desarrollo endógeno, pero este último puede encontrarse en escalas supralocales, como la escala regional (Boisier 2002). En consecuencia la endogeneidad es un fenómeno que se presenta en cuatro planos: político, económico, cultural y científico y tecnológico.[1]

De la identificación de los llamados distritos industriales (S. Brusco, 1982) con el desarrollo local, surge la necesidad del concepto de desarrollo económico local, entiendese como un proceso endógeno registrado en pequeñas unidades territoriales y asentamientos humanos, capaz de promover el dinamismo económico y la mejoría en la calidad de vida de la población. A pesar de constituir un movimiento de fuerte contenido interno, el desarrollo local esta inserto en una realidad más amplia y compleja con la cual inte-

[1] Endogeneidad en el *plano político*, en el cual se la identifica como una creciente capacidad regional para tomar las decisiones relevantes en relación a diferentes opciones de desarrollo, diferentes estilos de desarrollo, y en relación al uso de los instrumentos correspondientes, o sea, la capacidad de diseñar y ejecutar políticas de desarrollo, y sobre todo, la capacidad de negociar. en el *plano económico*, y se refiere en este caso a la apropiación y reinversión regional de parte del excedente a fin de diversificar la economía regional, dándole al mismo tiempo una base permanente de sustentación en el largo plazo. en el *plano científico y tecnológico*, es decir, se ve como la capacidad interna de un sistema, en este caso de un territorio organizado, para generar sus propios impulsos tecnológicos de cambio capaces de provocar modificaciones cualitativas en el sistema. Y en el *plano cultural*, como una forma de matriz generadora de la identidad socioterritorial

ractúa y de la cual recibe influencias y presiones positivas y negativas. El concepto de desarrollo local puede ser aplicado a diferentes cortes territoriales y asentamientos humanos de pequeña es El desarrollo municipal es por lo tanto un caso particular de desarrollo local con una amplitud espacial delimitada por el corte político-administrativo del municipio...". El desarrollo económico local adquiere relevancia por ser la oportunidad espacial donde se pueden revalorar los elementos económicos básicos: trabajo, capital, recursos naturales y conocimiento; si bien es cierto que ninguna nación puede ser competitiva en todo, también es cierto que en la medida que una nación haga competitiva a su localidades, será competitiva a nivel nacional, el conjunto de recursos humanos y materiales de una nación son limitados. El ideal es que estos recursos se apliquen a los usos más productivos posibles.

Crecimiento y desarrollo local-endógeno

La principal meta económica de una localidad y de un país es producir un alto y creciente nivel de vida para sus ciudadanos (Reproducción ampliada de la vida social en una comunidad), ya que una economía no puede ser competitiva cuando sus costos unitarios de mano de obra son bajos, la pobreza no genera riqueza. El conocimiento, el desarrollo tecnológico, los procesos de innovación y la productividad[2] son los principales determinantes a la larga, del nivel de vida de una nación porque es la causa radical del Producto Interno Bruto per-cápita.

El crecimiento sostenido de la productividad requiere que la economía se perfeccione continuamente, lo que representa que puede competir en mercados nuevos y refinados, por lo que la mano de obra barata y un tipo de cambio favorable no son ya definiciones de competitividad. El objetivo es lograr la productividad y por ende la competitividad con salarios altos y vender nuestros productos con un alto contenido de conocimiento a altos precios en los mercados internacionales.

Si la productividad de una economía surge del centro de las unidades productoras, también la innovación y la adición de conocimientos a los productos surge de los procesos internos de las empresas, y éstas no estan en el aire si no que se localizan en un espacio-territorio-específico con una dimensión administrativa específica. De donde emanan las políticas y las regulaciones y donde se localizan los recursos humanos que participan en los procesos, con ello nos referimos a una localidad. De acuerdo a Boisier (2005), en el desarrollo local se observan tres enfoques complementarios: el desarrollo local como una matriz de estructuras industriales, el desarrollo local como un proceso endógeno de cambio estructural y el desarrollo local como empoderamiento de la sociedad local.

El primero, el desarrollo local como una matriz de estructuras industriales, se refiere a los conocidos distritos industriales, sobretodo del noreste italiano y difundido por toda Europa (Fernández, 2004) al que se sumaron las ex-

[2] Productividad es el valor del producto generado por una unidad de trabajo/capital; depende tanto de la calidad y características de los productos como de la eficiencia con la que se producen; ver a Michael Porter, L*a ventaja competitiva de las naciones*, Plaza & Janés, 1991, p. 28. Al final de cuentas lo que se produce a través de los productos y servicios son valor de uso –capacidad de todos los productos naturales e industriales, de servir a la subsistencia del hombre– y valor de cambio –capacidad que tienen (los bienes) unos por otros-, ver a Karl Marx , *Miseria de la Filosofía*, Ediciones de Cultura Popular, 1972, México, p. 11.

periencias estadounidense del valle del silicio y la ruta 128. Junto al Distrito Industrial está el concepto de Clusters o bien conglomerados de Michael Porter (1991) quien los definió como concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas en un campo o sector especifico, aunque es bien cierto que estos clusters no tienen limites geográficos definidos en un sentido político.

Así como también se refiere a los medios innovadores (Melieux innovater) que inspiró buena parte de las estrategias territoriales de acumulación flexible en el ámbito europeo, el concepto de medio innovador fue generado por el grupo GREMI (Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs) que considera el medio innovador como un elemento que propicia el esfuerzo colectivo en el manejo de la información para la construcción del conocimiento innovador, a través de una interdependencia funcional de los agentes económicos y sociales de una localidad, de acuerdo a acciones de investigación, transmisión, selección y control de la información. Según Vázquez Barquero (1999) este concepto de medio innovador implica un territorio sin fronteras, pero representa una unidad donde los agentes económicos, sociales y políticos, producen intercambios de bienes, servicios y comunicaciones, formando para ello redes, mediante un amplio proceso de vinculación. Estos conceptos, aun con sus matices y particularidades de origen, destacan la convivencia retroalimentadora de la cooperación y la interdependencia con la competencia, así como la conformación de redes de instancias públicas y privadas.

En cuanto al desarrollo local como un proceso endógeno de cambio estructural, el concepto se refiere a la complementariedad del desarrollo y del crecimiento económico, que aunque no son lo mismo, son procesos que se complementan, puede haber crecimiento sin desarrollo pero no desarrollo sin crecimiento, el desarrollo representa el carácter endógeno, en la medida que se involucra a los agentes económicos, políticos y sociales de una localidad, en tanto que el crecimiento representa la condición exógena del proceso económico, en condiciones de la globalización, dado que la toma de decisiones son en su gran mayoría por agentes que no forman parte de la localidad. Podemos entender que desarrollo endógeno es la habilidad para innovar a nivel local con una amplia participación social, si bien es cierta la complejidad de los procesos de cambio territorial, no dejan de existir los planos: económico, político, científico y tecnológico, y el cultural en que se manifiesta la endogeneidad (Vázquez Barquera, 1999).

El tercer y último enfoque nos conduce al desarrollo local como un empoderamiento de la sociedad local, lo que significa que las propias sociedades locales asuman competencias que los capaciten para intervenir en sus propios procesos de cambio social, tanto en el crecimiento como en el desarrollo económico. La globalización en tanto proceso de internacionalización, busca formar un solo espacio de mercado, con segmentos específicos de comportamiento autónomos, a la par se han generado múltiples territorios de producción con fuerzas que empujan la diseminación territorial de segmentos de variadas cadenas de valor, si bien es cierto que la globalización estimula los procesos de crecimiento local, también es cierto que no estimula el desarrollo local.

Por lo que le corresponde a las localidades, para poder hacer frente con éxito a la hipercompetitividad global, diseñar promulgar aplicar y evaluar las políticas necesarias que ayuden a hacer de su economía una arquitectura que sea capaz

de explotar las capacidades endógenas y hacer de sus entornos, un entorno competitivo económica y tecnológicamente, pero socialmente equitativo.

Es ya una preocupación generalizada en las naciones subdesarrolladas, el abordar el problema de desarrollo desde una perspectiva endógena, este proceso representa la recofinguraciòn horizontal con base en demandas de descentralización. No menos importante es la gestión del conocimiento en el centro de las propias empresas, siendo éstas el lugar donde se genera la riqueza (valores de uso y valores de cambio).

Pese a que ya está muy claro, que en la actualidad de la competencia de empresa contra empresa, se pasó a la competencia entre regiones subnacionales y localidades contra localidades y regiones, todavía hay resistencia a la construcción de espacios o zonas de aglomeración competitivas basadas en los procesos innovadores.

Reflexiones finales

La complejidad que implica la suma de cambios, nos exige tener como patrón de conducta una constante evaluación de toda actividad humana, redimensionando a la luz de los nuevos acontecimientos, los hechos realizados, para detectar las tendencias y anticiparnos a los desenlaces. La pobreza es lacerante, claro no para todos, pero para superar los riesgos de una paradigma de caos (conflictos bélicos a gran escala, totalitarismos, terrorismo, genocidios etc.) es menester orientar los esfuerzos, sobre todo en la economía, y en sí en todas las ciencias sociales, a la permanente generación de mejores niveles de bienestar material a todos los integrantes de una sociedad. La construcción de una infraestructura social y económica adecuada, el empleo bien remunerado, la productividad, en tanto generación de valor agregado, la rentabilidad, en tanto precios lo suficientemente remunerativos y de aceptación en los mercados, la flexibilidad que permita la cultura de innovación y el desarrollo tecnológico, base fundamental del posicionamiento en los mercados globales y locales. Son todos ellos elementos básicos para generar las condiciones estructurales de bienestar social.

Pero esto no es fácil de lograr, cuando se tienen tratados comerciales insuficientemente negociados, verbigracia el capitulo de productos agropecuarios del TLCAN que pondrá en riesgo en el 2008, al fríjol, la leche y para muestra ahí está el maíz; no podemos ser ni independientes, ni interdependientes en términos de equidad, sobre todo cuando no podemos proteger los sectores productivos que generan nuestros alimentos, ni generamos la tecnología que requieren nuestras empresas productivas.

Las acciones a realizar, son poner en marcha un plan, a partir de las unidades básicas territoriales que son los municipios, para construir sistemas municipales, intermunicipales y regionales, de acuerdo a sus fortalezas y evaluando las debilidades como áreas de oportunidad a superar, analizando los riesgos y las áreas de aprovechamiento de los entornos globales y locales; mediante mecanismos de consenso social, se tomen, desde la localidades y en congruencia con las estatales y federales, las decisiones estratégicas, de la forma y el cómo promover el desarrollo local-endógeno.

Condición primordial es la amplia participación social, que surge de la construcción de capitales sociales, donde la gestión de la vinculación de todos los agentes económicos, políticos y sociales de una comunidad, converjan en un objetivo, hacer de su localidad-región una zona de aprendizaje colectivo y de concentración económica competitiva global y localmente

Bibliografía

1. Alponte Juan María. "Los Problemas Sociales Ante el 2006". *El Universal*; 18 de diciembre de 2005. México p. A20.
2. Alponte Juan María; "La naturaleza estructural de la crisis". *El Universal*; 28 de enero de 2007.México. p. A19.
3. Alterburg Tilman & Dirk Messner; *America Latina Competitiva, Desafíos para la Economía, la Sociedad y el Estado.* Judith Sutz; *Los Sistemas de Innovación en Latinoamérica. ¿Asenso odescenso en una economía mundial basada en la tecnología?*; Instituto Alemán de Desarrollo, Caracas Venezuela 2002.
4. Alburquerque Llorens, Francisco; "Espacio, territorio e instituciones de desarrollo económico local; avances de investigación", *Revista de estudios territoriales*; Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. Núm. 0, julio de 1998; Toluca, México.
5. Bellido Félix, Seminario INAP, Planificación Estratégica, Innovación y Conocimiento en la Administración Publica, Programa Círculos de Innovación, Madrid. Junio de 2003.
6. Boltvinik Julio, "La Economía Moral"; *La Jornada On Line*; www.jornada.unam.mx/opinion. Viernes 2 de julio del 2004.
7. Boisier, Sergio; "¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?". *Revista de la CEPAL*, Núm. 86; agosto del 2005. Santiago de Chile, Chile.
8. Boisier, Sergio. *Crecimiento y Desarrollo Territorial Endógeno. Observaciones al caso chileno.* Comunidad Virtual de Gobernabilidad,
9. Drucker Peer; *La administración. La organización basada en la información, la economía y la sociedad.* Editorial Norma. Colombia 1996.
10. Delibes, M. y Delibes de Castro, M. 2005. *La Tierra Herida ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino. Tomado de decada@oei.es
11. Esser *et al*, "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política"; en Klaus Esser, *Competencia global y libertad de acción nacional. Nuevo desafío para las empresas, el Estado y la sociedad*, Instituto Alemán de Desarrollo, Ed. Nueva Sociedad, Caracas Venezuela, 1999.
12. Folch, R. 1997. *Ambiente, emoción y Ética.* Barcelona: Editorial Ariel. Tomado de decada@oei.es
13. Fernández Víctor R., Citado en "Especialización flexible en América Latina en el marco del consenso Washington", *Comercio Exterior*, Vol. 54, Núm. 3, marzo 2004. México. p. 186. por S. Brusco, "The Emilian Model: Descentralization and social integration", Cambridge Journal Economics, Núm. 6, 1982, y A. Bagnasco, *The Italie. La problematica territoriale dello svilupo italiano*, Il Mulino Bolonia, 1977
14. Heath Jonathan, "Las Prioridades de Conseguir una inflación baja"; Revista *Expansión*, Núm. 931. Diciembre de 2005. México.
15. Ikujiro Nonaka & Hirotaka Takeuchi. *La organización creadora de conocimiento.* Editorial Oxford, 1999. México.
16. Jardon, Eduardo y David Aguilar; "México arrastra cinco años de grave atraso económico"; *El Universal.* Diciembre 21 de 2005; Primera plana. México.
17. Lara A. Rivero Arturo y Adriana Díaz Berrio; "Cambio Tecnológico y Socialización del Conocimiento Tácito"; *Revista de Comercio Exterior*, Vol 53, Núm.10, octubre del 2003, México.
18. Moncayo Jiménez, Edgar, *Nuevos Enfoques teóricos, evolución de las políticas regionales e impacto territorial de la globalización.* Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, Dirección de Gestión del Desarrollo Local y Regional, Serie Gestión Pública, Núm. 27; Santiago de Chile, diciembre de 2002.
19. Porter Michael, *La Ventaja Competitiva de las Naciones*, Plaza & Janes 1991.
20. S. Brusco, "The emilian Model: descentralization and Social Integration", *Cambridge Journal of Economics.* Núm. 6, 1982.
21. Stiglitz Joseph; "Falta una Política Industrial"; Revista *Expansión*. Núm. 930. Diciembre 2005. México.
22. Vázquez Barquero Antonio, 1999. *Desarrollo, Redes e Innovación. Lecciones sobre Desarrollo Endógeno.* Editorial Pirámide. Madrid España
23. Vázquez Barquero Antonio; *La Política de Desarrollo Económico Local*; 2000.

Resumen de la composición para guitarra en el México moderno

Raúl Cortés Cervantes*
Mauricio Hernández Monterrubio
Carlos Edwin Jiménez Hernández

Instituto de Artes
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral del Monte Hgo, México
e-mail: raulcortes01@yahoo.com.mx
(*) para correspondencia

Resumen

Durante el siglo XX la composición de obras para guitarra tuvo un auge como nunca antes visto en la historia de la música mexicana. El presente artículo inicia con una síntesis histórica de la evolución de la guitarra en México desde la época colonial hasta el siglo XIX para luego proseguir con la importante aportación de Manuel M. Ponce al repertorio guitarrístico moderno. Posteriormente se presenta un resumen del trabajo más importante de los principales compositores que a lo largo del siglo XX dedicaron gran parte de su producción musical a este instrumento.

Summary

During the 20th century, the composition of musical works for guitar had a huge boom like never before in the history of Mexican music. This article begins with a historic review about the evolution of the guitar in Mexico since the colonial times until the 19th century and then continues with the important contribution made by Manuel M. Ponce to the modern guitarristic repertoire. The article ends with a resume

PALABRAS CLAVE

- México
- Guitarra
- Composición
- *20th Century*
- Music

Este trabajo fue realizado con apoyo del PROMEP de la Secretaría de Educación Pública de México

Síntesis histórica de la guitarra en México

La tradición de la guitarra en México se remonta a los días de la conquista española. Los primeros instrumentos fueron traídos al Nuevo Mundo por los conquistadores y en poco tiempo los naturales aprendieron a ejecutarlos y fabricarlos (Stevenson, 1984).

Las partituras más antiguas para instrumentos de cuerda punteada que se han localizado se remontan hacia mediados del siglo XVII con el "Método de Cítara" recopilado por Sebastián Aguirre en Puebla (Stevenson, 1984). Otra fuente importante de mencionar es el llamado Códice Saldívar No. 4, hallado en la década de 1940 por el musicólogo Gabriel Saldívar, que es un importante códice atribuido al guitarrista español Santiago de Murcia (1685 -1732), quien vivió sus últimos años en México. En éste se encuentran algunas partituras para guitarra barroca (guitarra de cinco órdenes de cuerdas dobles) que son piezas de corte popular como marizápalos, jácaras, canarios, marionas, y minuetes entre otras. Hacia 1776 encontramos el tratado "Explicación para tocar la guitarra de punteado por música o cifra, y reglas útiles para acompañar con ella la parte del bajo" de Juan Antonio Vargas y Guzmán (Vargas, 1776). Todo parece indicar que este tratado fue preparado para su edición en la ciudad de Veracruz pero tal empresa no se llevo a cabo. Localizado en el Archivo General de la Nación es un libro que nos puede dar una idea de lo que era la guitarra del siglo XVIII. Este ejemplar didáctico y de música contiene un total de 13 Sonatas para guitarra de siete cuerdas.

Otras fuentes de las cuales se tienen noticias son la Sonata para violín y guitarra y la Sonata Concertante para violín y guitarra de José Manuel Aldana (1758-1810) compositor muerto pocos meses antes del inicio de la Guerra de Independencia y que nos hace pensar que la guitarra, o gozaba de una buena aceptación, o era un instrumento que pretendía alcances más elevados dentro de la música del México dieciochesco. Desgraciadamente estas sonatas no han llegado completas hasta nuestros días, faltando la parte de guitarra lo que nos imposibilita conocer el nivel de escritura y ejecución del instrumento. Lo que nos ayuda a saber que esta obra fue escrita originalmente para guitarra es la parte existente de violín en donde se indica la dotación instrumental de la misma. Ambas fueron reconstruidas por el maestro Mauricio Hernández Monterrubio dentro de su trabajo de tesis de Maestría (Hernández, 2003).

Del siglo XIX se pueden mencionar algunos nombres de compositores mexicanos de la época como J. Pérez de León, J. Marzán, J. M. Bustamante, Manuel Y. Ferrer, S. Contla, Y. Ocadiz, O. Valle y Carlos Flores, entre otros, quienes se encargaron de ampliar el repertorio para la guitarra escribiendo arreglos o composiciones originales al estilo romántico, esto es Mazurcas, Valses, Polcas, Contradanzas, Habaneras, etc. Desgraciadamente la música mexicana para guitarra del siglo XIX es poco conocida a pesar de que algunas obras han sido editadas. Esto se debe a que la mayoría de los guitarristas prefiere tocar el repertorio que se encuentra en boga actualmente.

La guitarra desde sus orígenes ha sido considerada un instrumento de acompañamiento y no un instrumento solista. Aunque esta idea sigue siendo muy arraigada, la guitarra ha dado un giro importante en el campo de la música de concierto, gracias a la difusión de notables gui-

tarristas de la talla de Antonio Jiménez Majón, Agustín Barrios Mangoré, Andrés Segovia, Narciso Yepes, Regino Sáinz de la Maza, Alirio Díaz y Manuel López Ramos.

La guitarra en México en el siglo XX

La música que Manuel M. Ponce (1886-1948) escribió para guitarra a principios del siglo XX es el punto de partida para abordar el repertorio guitarrístico formal producido en nuestro país. No obstante, es importante mencionar que Ponce no fue el primer compositor para guitarra que hubo en México, ya que como se puede ver la guitarra tuvo cierto auge en el siglo XIX. Sin embargo Ponce fue el primero en llegar a la cúspide composicional del instrumento.

Ponce fue el iniciador del movimiento nacionalista mexicano a principios del siglo XX y no por haber antecedido a otros compositores en la búsqueda de lo nacional en la música, sino porque esta búsqueda la realizó de manera sistemática, persistente y con una elaboración musical que supera a sus antecesores.

La producción guitarrística de Ponce se remonta a 1923 con la composición de una pequeña pieza titulada "De México, página para Andrés Segovia" y que luego se convertiría en el tercer movimiento de su Sonata Mexicana escrita para el célebre guitarrista quién realizaba su primera gira en nuestro país. Segovia se convirtió en el principal promotor de la obra guitarrística de Ponce alrededor del mundo y en muchas ocasiones aportó sugerencias a la escritura que debía de usarse para el instrumento pues cabe aclarar que el instrumento que Ponce dominaba era el piano, no la guitarra.[2]

La facilidad que el maestro tenía para componer imitando las técnicas de periodos históricos del pasado le permitió escribir piezas para guitarra en diferentes estilos (sugeridos por Andrés Segovia) como las Suites en La y Re menor (1931), en el estilo barroco, la Sonata Clásica (1928), la Sonata Romántica. (1928). Otras obras no menos importantes son: Sonata Mexicana (1923), Sonata para clavecín y guitarra (1926),Tema Variado y Final (1926), Sonata III (1927), Diferencias sobre las Folías de España y Fuga (1929), Sonata de Paganini (1930), Sonatina Meridional (1932), Concierto del Sur (1941) y su última obra Variaciones sobre un tema de Cabezón (1948).

Después de Ponce varios compositores se dedicaron a escribir obras para guitarra. Si bien no todos fueron guitarristas, algunas de sus obras fueron dedicadas a este instrumento. Entre ellos se encuentran:

Julián Carrillo (1875–1965)
Carlos Chávez (1899–1978)
Eduardo Hernández Moncada (1899–1995)
Rodolfo Halffter (1900–1987)
Luis Sandi (1905–1996)
Simón Tapia Colman (1906–1993)
Miguel Bernal Jiménez (1910–1956)
Blas Galindo (1910-1993)
Salvador Contreras (1910-1982)
Roberto Téllez Oropeza (1909-2001)
Armando Lavalle (1918-1984)
Ramón Noble (1920-1999)
Manuel Enríquez (1926-1994)
Raúl Ladrón de Guevara (1934-2006)
Jesús Villaseñor (1936-)
Mario Lavista (1943-)
Arturo Márquez (1950-)
Eduardo Angulo (1954-)
Jorge Ritter (1957-)

Herbert Vázquez (1963-)
Otro grupo de compositores, a diferencia de los anteriores, se destacaron además como intérpretes del instrumento. Entre ellos se pueden mencionar:
Rafael Adame (1907-1963)
Jesús Silva (1914-1963)
Guillermo Flores Méndez (1920-)
Juan Helguera (1932-)
Miguel Alcazar (1942-)
Julio César Oliva (1947-)
Gerardo Tamez (1948-) y
Ernesto García de León (1952-)
Anastasia Guzmán (1970-)

Rafael Adame, compositor de origen jalisciense, se destaca por haber escrito el primer concierto del siglo XX. Se trata de su Concierto para guitarra de 7 cuerdas[3], obra que completó en 1930, (antecediendo a dos de los más importantes conciertos para guitarra el Concierto en Re Mayor del italiano Mario Castelnuovo-Tedesco y al Concierto de Aranjuez del español Joaquín Rodrigo). Desgraciadamente al igual que la gran mayoría de los conciertos escritos para el instrumento por compositores mexicanos no se programa en las temporadas de las Orquestas Sinfónicas del país debido a que no hay guitarristas que se interesen por difundirlos y a que los directores de orquesta prefieren incluir en sus programas obras bien conocidas por el público que garanticen su asistencia.

La obra de Adame incluye la composición de piezas siguiendo la teoría del Sonido 13 que fue propuesta por Julián Carrillo[4]. Cabe mencionar que Julián Carrillo también escribió piezas para guitarra basadas en este lenguaje experimental más que a una propuesta interpretativa del instrumento. La necesidad de contar con un instrumento diferente ha llevado a estas partituras al olvido ya que no hay lauderos que se dediquen a construir instrumentos adecuados para producir microtonos y muy pocos intérpretes que quieran trabajar en dicha propuesta musical.

Dentro del movimiento musical encabezado por Carlos Chávez, la guitarra estuvo casi olvidada. Se pueden contar las Tres Piezas que Chávez escribió a petición de Segovia hacia 1923 (mismo año en el que Ponce escribió la Sonata Mexicana para el guitarrista). Las obras están escritas utilizando escalas pentatónicas y ritmos indigenistas. Estas piezas no fueron del agrado del guitarrista por su lenguaje, por lo que el compositor abandonó la idea de continuar con el trabajo. Hacia 1945 el guitarrista Jesús Silva motivó a Chávez a terminar la composición de las piezas. En 1974 escribió una pequeña pieza titulada Hoja de álbum, siendo estas sus únicas composiciones para el instrumento.

Otro de los miembros importantes del movimiento nacionalista fue Blas Galindo quien compuso un Concierto para guitarra eléctrica y orquesta. Esta obra es opacada por las obras orquestales que han dado fama al compositor por lo que no se programa en las salas de concierto.

Armando Lavalle tiene una colección importante de obras para guitarra sola y ensamble de guitarras. La música de Lavalle escrita dentro de un carácter netamente popular posee una fineza tanto armónica como rítmica. Habaneras, danzones y sones son los estilos más recurrentes en la obra del compositor. Desgraciadamente pocas obras han sido editadas y a nivel nacional su música es poco difundida. Se sabe de la existencia de su Concierto no.1 para guitarra española y orquesta compuesto en 1987, estrenado por Miguel

Alcázar y tocado en Estados Unidos por Alfonso Moreno. En el estado de Veracruz su obra tiene mayor difusión ya que se puede tener acceso a los manuscritos del compositor.

Ramón Noble, compositor pachuqueño, realizó sus estudios musicales en el Conservatorio Nacional de Música teniendo entre sus maestros a Blas Galindo, Luis Herrera de la Fuente y Romano Picutti.

Su carrera se destaca principalmente en el ámbito coral y organístico donde su producción es bien conocida e interpretada con frecuencia. Lamentablemente, su importante aporte a la guitarra pasa casi desapercibido. Sin que él se hubiese dedicado por completo a la interpretación guitarrística, escribió una cantidad considerable de obras originales, transcripciones y arreglos, así como también dos conciertos para guitarra y orquesta de cámara.

Guillermo Flores Méndez, originario de Zacatlán Puebla, es considerado el decano de los guitarristas mexicanos. Realizó sus estudios musicales en el Conservatorio Nacional de Música bajo la tutela del guitarrista Francisco Salinas. Tomó clases de composición con Juan León Mariscal y fue discípulo de Manuel M. Ponce en las clases de análisis y pedagogía musical.

En 1951 fue nombrado profesor de guitarra en el Conservatorio y en las Escuelas de Iniciación Artística No. 1 y 2. Más adelante, en 1959, fue catedrático de la Escuela Nacional de Música de la Universidad Nacional Autónoma de México y entre 1955 y 1980 también impartió clases en la Escuela Superior de Música del Instituto Nacional de Bellas Artes teniendo como alumnos destacados a Gerardo Taméz, Gonzalo Salazar, Antonio López, Juan José Escorza y Antonio Corona.

En la década de 1960 unió fuerzas con Manuel López Ramos y abrieron el Estudio de Arte Guitarrístico, lo que ayudó a establecer a la que hoy se puede denominar escuela guitarrística mexicana[5].

La música de Flores Méndez se caracteriza por el empleo de las formas clásicas de pequeño formato y la utilización de una armonía contemporánea. Una gran parte de su producción guitarrística ha sido publicada por la Liga de Compositores de Música de Concierto de México.

Juan Helguera nació en Mérida, Yucatán. Estudió con los maestros Víctor Madera, Juárez García, José María Mendoza, Adelina González, Leonel Canto y José F. Vázquez.

Su música ha sido interpretada por prestigiosos guitarristas mexicanos como Juan Carlos Laguna, Gerardo Arriaga o Gerardo Acuña en España, Francia, Italia, Suiza, Yugoslavia, Rusia, Canadá, EE. UU., Cuba, Puerto Rico, Martinica, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Uruguay y Chile..

Helguera también se ha destacado como un fuerte impulsor de la música para guitarra en nuestro país al desempeñarse como productor del programa de radio "La Guitarra en el Mundo" para Radio UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) desde 1971. Ha publicado los libros: La Guitarra en México (1996) y Conversaciones con Guitarristas (2001).

El panorama guitarrístico nacional actualmente se ve presidido por el trabajo de tres compositores que, no obstante pertenecen a la misma generación, sus lenguajes composicionales son bastante diferentes y personales. Estos son Julio César Oliva, Gerardo Tamez y Ernesto García de León.

Las composiciones de Julio César Oliva for-

man parte esencial del repertorio de prácticamente todos los guitarristas mexicanos. La aceptación que ellas tienen tanto entre los intérpretes como entre el público han catapultado a Oliva como uno de los compositores con más actividad en el medio, constantemente escribiendo nueva música que es estrenada ya sea por él mismo o por otros guitarristas.

Oliva nació en la Ciudad de México en 1947 y realizó estudios de guitarra en la Escuela Superior de Música y en el Conservatorio Nacional de Música. El acercamiento que Oliva tuvo a la composición, a diferencia de otros colegas suyos, fue de manera autodidacta. Su lenguaje musical está basado en la fusión de los estilos romántico e impresionista así como la inclusión de elementos tomados de la música comercial, del blues y del jazz, lo que permite que sus obras sean fácilmente asimiladas por el público. Buena parte de sus composiciones están sustentadas en obras literarias y pictóricas.

Su catálogo sobrepasa un centenar de obras que van desde piezas compuestas para guitarra sola, dúos, tercetos, cuartetos, sextetos y octetos, así como también tres conciertos para guitarra. Con frecuencia, y a petición de los intérpretes, Oliva realiza varias versiones de una misma obra cambiando el número de guitarras que intervienen en ella.

Algunas composiciones de Oliva han sido publicadas por prestigiadas editoriales como: Guitar Internacional, Gendai Guitar, Sounboard, Henry Lemoine, Ricordi, Music Publishers, Musikarf, Musical Iberoamericana y GPS Publications.

La discografía de la música de Oliva incluye entre otros los títulos: Guitarra mexicana, La guitarra en el mundo, Terceto de guitarras de la Ciudad de México, La guitarra de cristal y Plenilunio, además de que varios ensambles de guitarras han grabado sus obras como el Cuarteto Manuel M. Ponce, el Ensamble de Guitarras Hexafonía, el Cuarteto de Guitarras de la Universidad de Nuevo León, etc.

Otro de los compositores y guitarristas más conocidos actualmente es Gerardo Tamez, fundador del grupo Los Folkloristas y del Terceto de Guitarras de la ciudad de México.

Tamez nació en la ciudad de Chicago, Illinois. Realizó estudios en el Conservatorio Nacional de Música, en la Escuela Nacional de Música, en el Centro de Investigaciones y Estudios Musicales Tlamatinime y en el Instituto de Artes de California.

Tamez ha sido concertista en Estados Unidos, Sudamérica, Europa y Asia. Se ha desempeñado como docente en la Escuela Nacional de Música de la UNAM, en el Centro de Investigación y Estudios Musicales Tlamatinime y en el Conservatorio de Música del Estado de Hidalgo.

La música de Tamez se ve grandemente influenciada por elementos característicos de la música folklórica latinoamericana que aparecen en la mayoría de sus obras. Su estilo se ve también influenciado por la música de Heitor Villalobos (1887-1959) y de Leo Brouwer (1939) en cuanto al empleo técnicas de ejecución similares y armonía cuartal.

Dentro del repertorio de música mexicana para guitarra que se escribió en la segunda mitad del siglo XX destaca la obra del compositor Ernesto García de León. Nacido en el año de 1952 en Jáltipan, Veracruz, García de León realizó estudios de guitarra en la Escuela Nacional de Música de la Universidad Nacional Autónoma de México y aprobó con el grado de Distinción

los exámenes finales de la Royal School of Music de Londres, Inglaterra.

Su catálogo de composiciones dio inicio en la década de 1970 y la aceptación que su música ha encontrado entre la comunidad guitarrística se ve reflejada por el hecho de que varias obras le han sido interpretadas y grabadas por importantes ejecutantes como Azako Arai, Marco Antonio Anguiano, Juan Carlos Laguna, Antonio López, Michael Lorimer, William Kanengiser, Jaime Márquez, Víctor Pellegrini, Carlo Pezzimenti, Alfredo Rovelo, Gonzalo Salazar y Juan Trigos. Además parte de su obra ha sido publicada en Nueva York por Mel Bay Publications Inc., dentro de las ediciones Michael Lorimer.

Como intérprete ha participado en diversos festivales de Alemania, Italia, España, México, Estados Unidos y Cuba. Desde 1999 se unió al también guitarrista Fernando Mariña para formar el dúo García de León – Mariña cuyo repertorio abarca las obras del compositor e incursiona en el ámbito de la experimentación y la improvisación.

Además de compositor e intérprete, García de León se ha destacado como musicólogo participando como jurado en el premio de Musicología Casa de las Américas en la Habana, Cuba.

En otra faceta de su carrera García de León ha sido catedrático de la Escuela Nacional de Música, la Escuela Superior de Música del Instituto Nacional de Bellas Artes y del Conservatorio de Música del Estado de México.

La música folklórica veracruzana es la cuna de García de León y ésta se encuentra siempre presente en todas sus obras. Para el compositor esta influencia viene del son jarocho, la rumba, el danzón y otras formas musicales propias de la región caribeña que se incorporaron a la cultura veracruzana.

Dentro de la nueva generación de compositores mexicanos que se han abocado a la tarea de escribir música para la guitarra figuran los nombres de: Alberto Navarrete, Ernesto Hernández Lunagómez, Cutberto Córdoba, Saúl Isaí Hernández, Orvil Paz, Leopoldo Monzón entre otros. Su trabajo empieza a ser conocido y difundido en las salas de concierto (tanto nacionales como internacionales) ya que ellos mismos se encargan de programar sus composiciones como parte de sus recitales. Sin embargo todavía no se alcanza un mayor nivel de difusión puesto que las obras aún no están editadas comercialmente y la única forma de tener acceso a ellas es directamente a través del compositor.

Conclusiones.

En este artículo se ha navegado por el pasado y presente de la guitarra en México. Como se puede apreciar, la historia ha dejado huellas de la importancia de este instrumento, sin embargo de su pasado aún quedan muchos huecos por recorrer. La guitarra en México tuvo su auge principalmente durante el siglo XX cuando compositores como Manuel M. Ponce se atrevieron a incursionar en un instrumento prácticamente desconocido para el ámbito de la música de concierto. Afortunadamente hoy en día los compositores han llegado a formar un importante repertorio que ahora se empieza a ejecutar en las principales salas de concierto tanto en nuestro país como en el extranjero.

Es cierto que aún falta mucho por descubrir y por difundir, pero poco a poco los guitarristas mexicanos se interesan por interpretar este repertorio, además de dar un lugar preponderante a los compositores de nuestro país..

Bibliografía

• García de León, Ernesto 2002, Collected Works, vol. 1, Michael Lorimer
(ed.), New York, , pp. 28-43.

• Helguera, Juan 1996, La guitarra en México, La torre de Lulio, México.

• Hernández Monterrubio, Mauricio 2003, José Manuel Aldana: hacia una nueva perspectiva de la música del siglo XVIII, Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana.

• Miranda, Ricardo 1998, Manuel M. Ponce Ensayo sobre su vida y obra, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México,.

• Robles Cahero, José Antonio 1998, Música barroca para guitarrista y jaranero, Heterofonía, enero-diciembre 1998, no. 118-119, pp. 282-285.

• Soto Millán, Eduardo1996. Diccionario de Compositores Mexicanos de Música de Concierto del Siglo X.X Tomos I y II. Fondo de Cultura Económica, México,

• STEVENSON, Robert 1984: "La música en el México de los siglos XVI al XVIII", en La Música de México parte 2, Julio Estrada (ed.), UNAM, p. 12.

• Vargas y Guzmán, Juan Antonio 1776, "Explicación para tocar la guitarra de punteado por música o cifra, y reglas útiles para acompañar con ella la parte del bajo", Estudio analítico de Juan José Escorza y José Antonio Robles Cahero.

Stochastic linear programming to optimize some stochastic systems

Gilberto Pérez-Lechuga,[1]* L.M. Pla-Aragones[2]

[1] *Centro de Investigación Avanzada, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,*
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Ciudad Universitaria, km 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo,
Mineral de la Reforma Hgo., México, C.P. 42184, tel. (771) 7172000 ext 6733,
email: glechuga@uaeh.reduaeh.mx

[2] *Departamento de Matemáticas*
Universidad de Lleida, JaumeII, 73
E-25003 Tel:+34-973 70 33 18, Lleida España
(*) para correspondencia

Abstract:- In this document we propose a discrete time Markov decision process with finite state to represent some stochastic and dynamical systems. Our problem consists on finding the optimal policy that maximizes the expected average reward per unit of time under an infinite planning horizon using stochastic linear programming. We analyze the feasibility and optimality properties of the model allowing that some of the elements of the $\mathcal{A}$ matrix of technological coefficients to be random. Our aim is to enable the transition probability matrix thinking of substituting it punctual values by some probability density functions. We report the theoretical results and some numeric examples.

Key Words

- Markov Chains
- Random search methods
- Stochastic linear programming
- Discrete dynamical systems
- Feasibility solutions

1. Introduction

In virtually all areas of engineering and social sciences, one encounters problems involving the optimization of some mathematical objective function (e.g., as in optimal control, systems design and planning, model fitting, and performance evaluation from manufacturing systems). Typically, the solution to this problem corresponds to a vector of parameters such that, the gradient of the objective function is zero. In practice, optimization problems become more and more complex. Over the last several years, there has been a growing interest in recursive optimization algorithms that do not depend on direct gradient information of measurements. These algorithms are based on approximation to the gradient formed from (generally noisy) measurements of the objective function (Chin[1]).

Random search methods refers to a class of methods that can be used to solve continuous parameter simulation optimization problems of the form

$$\text{minimize } f(\theta), \tag{1}$$

where θ is the decision parameter consisting of the parameters of the stochastic system of interest, the feasible region $\Theta \subset \mathbb{R}^d$ is the set of possible values of θ, and the objective function $f(\theta)$ represents the expected systems performance when values of the system

parameters are given by $\theta \in \Theta$. The best known stochastic approximation algorithm is named the Robbins-Monro algorithm (Robbins Monro[2]). This algorithm generates a sequence $\{\theta_j\}$ of estimates of the optimal solution, where

$$\theta_{j+1} = \pi_\Theta \left(\theta_j - \varphi_j \hat{h}(\theta_j)\right), \; j = 1, 2, \ldots \tag{2}$$

Here $\{\varphi_j\}$ is a sequence of positive real numbers such that $\sum_{j=1}^{\infty} \varphi_j = \infty$ and $\sum_{j=1}^{\infty} \varphi_j^2 < \infty$, $\hat{h}(\theta_j)$ is an estimate of $h(\theta_j) = \nabla f(\theta_j)$ for all j, and the function π_Θ projects each element of $\mathbb{R}^d$ to the nearest point in Θ.

In some cases, when the Robbins-Monroe Algorithm is used to solve problems of the form given in equation (1) with an unbounded feasible set Θ (e.g., $\Theta = \mathbb{R}^d$), the convergence of the algorithm is not guaranteed when the objective function f grows faster than quadratically in the decision parameter θ (see Chen and Zhu[3], Andradóttir[4], and Yin and Zhu[5])

Random search algorithms can be used in systems optimization problems for which only noisy measurements of the system are available and the gradient of the objective function is not. In some cases, the system can be represented by a stochastic process whose development may be treated as a series of transitions between certain values which have the property that the probability law of the future development of the process, once it is in a given state, depends only on the state and not on how the process arrived in that state i.e., discrete Markov chains.

The basic method for studying complex stochastic systems which cannot be treated in an analytic manner is to simulate them on a digital computer using the Monte Carlo method In this document we are interested in obtaining the optimal system represented through an irreducible and ergodic Markov chain supposing that it possesses regenerative characteristics. Since the outcome of a stochastic simulation experiment is a random variable our problem falls into the broader class of stochastic optimization problems.

2. Preliminary ideas of the model

A stochastic process $\{M(n)\}_{n=0,1,\ldots}$ with finite state space $\mathcal{S} = \{z_1, \ldots, z_s\}$ is a Markov chain with discrete time, if for all $n \in \mathbb{N}$ and all $w_0, \ldots, w_n \in \mathcal{S}$

$$\mathbf{P}\left(M(0) = w_0, M(1) = w_1, \ldots, M(n) = W_n\right) =$$

$$\mathbf{P}(M(0) = w_0)\; \gamma(i, i-1)$$

where $\gamma(i, i-1) = \Pi_{i=1}^{n} \mathbf{P}(M(i) = w_i \mid M(i-1) = w_{i-1})$

Let us consider a set of irreducible and ergodic Markov chains $\{M_i(n) : n \geq 0\}_{i=1}^{\rho}$ with state space $I \in \mathbb{R}^d$, and transition probabilities matrix $\{\phi_{kj}^i; k, j, \in I\}$. We define the function $f_i(j) = c_j$ = cost or reward of being instate j. Thus, we are interested in to solving some variants of the following problem

$$\mathcal{D}_i = \text{Minimize } \mathbf{E}\left\{f(X_i)\right\}$$

$$= \sum_{j \in I} f_i(j) \mathbf{P}(X_i = j) = \sum_{j \in I} f_i(j) p_j^i, \tag{3}$$

e (3) represents the stationary cost per period. Note that in this formulation it is not ssary to know the probabilities of the matrix $\{\phi^i_{kj}; k, j, \in I\}$ which, can be obtained lating the ρ Markov chains.

Iathematical formulation

ider a Markov chain with S states $z_1, \ldots, z_s$ where, in each stage $k = 1, 2, \ldots$, the rst should made a decision among ξ possible. Denote by $Z(n) = z_i$ and $D(n) = D_k$ tate and the decision made in stage n respectively, then the systems moves at the stage, $n+1$, into the state Z_j with perhaps, an unknown probability given by

$$\phi^k_{ij} = \mathbf{P}\left[Z(n+1) = z_j \mid Z(n) = z_i, D(n) = D_k\right].$$

n the transition occurs, it is followed by the reward r^k_{ij}, and the payoff at state S_i the decision D_k is made is given by

$$\psi^k_i = \sum_{j=1}^{s} \phi^k_{ij}\, r^k_{ij}$$

we assume that for every policy $\vartheta(k_1, \ldots k_s)$, the corresponding Markov chain is lic, then steady state probabilities of this chain are given by

$$\phi^\vartheta_i = \lim_{n\to\infty} \mathbf{P}\left[Z_n = z_i\right], \;\; i = 1, \ldots, \mathcal{S}$$

roblem is to find a policy ϑ for which the expected payoff,

$$\Omega^\vartheta = \sum_{i=1}^{s} \phi^\vartheta_i\, \psi^k_i$$

nimal. Note that there are ξ^f possible policies, and for each policy $\vartheta_h,\ h = 1, \ldots \xi^f$ roblem is choose the policy with the smallest value of $\Omega^{\vartheta_h}_h$. Other functions of interest l be

ıe total return expected after n transitions

$$\Omega^\vartheta_n = r^\vartheta_i + \sum_{j\in\mathcal{S}} \phi^\vartheta_{ij}\, \Omega^\vartheta_{n-1}$$

e $\mathcal{S} = \{Z_1, \ldots, Z_s\}$, and r_i is the expected net return of the system when it is in the ıte and it took an action determined by the ϑ policy.

ıe maximization of the total expected rewards after $n < \infty$ stages

$$\Omega^\vartheta_n = \mathbf{E}\left[\sum_{i=1}^{n} r^\vartheta_i\right]$$

ıe maximization of the total expected rewards with $n = \infty$ and a discount factor l

$$\Omega^\vartheta_n = \mathbf{E}\left[\sum_{i=1}^{n} \beta^{n-1}\, r^\vartheta_i\right]$$

4. The maximization of the expected average reward per unit of time. This supposition is made when all the stages are of equal length and the system is in steady state

$$\Omega_n^{\vartheta} = \mathbf{E}\left[\sum_{j=1}^{s} \phi_i^{\vartheta}\, r_i^{\vartheta}\right]$$

Under an infinite horizon, linear programming is a possible optimization technique. Thus, if the termination stage is unknown, usually the problem is modeled by an infinite planning -
horizon where the number N of stages is considered infinite. In this case the optimal policy is constant over stages and the objective function can be given by

$$h(q) = g^q = \sum_{i=1}^{f} \pi_i^q r_i^q$$

where π_i^q is the limiting state probability under the policy q (i.e., when the policy is kept constant over an infinit number of stages). This criterion maximizes the average net revenues per stage. In this situation the associated linear programming problem becomes

$$\text{Maximize} \sum_{i=1}^{u} \sum_{d \in D} r_i^d x_i^d$$

Subject to

$$\sum_{d \in D} x_i^d - \sum_{j=1}^{u} \sum_{d \in D} \pi_i^d x_j^d = 0, \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{u} \sum_{d \in D} x_i^d = 1,\ x_i^d \geq 0, d \in D,\ i = 1, \ldots, u$$

where d is optimal in state i if and only if x_i^d from the optimal solution is strictly positive. Suppose to the model (4) described in the standard form: $P(x) = [\text{Minimize } cx : Ax = b, x \geq 0]$, where c is an n-vector, b is a m-vector, and A is an m by n matrix. We are now interested in the stochastic case of $P(x)$, i.e., we will suppose now that the matrix A can contain random variables in their structure.

The following theorem is a particular case of the Kall's theorem (Kall, P[7]. 1966) and it gives conditions for A to be such that some $x \geq 0$ exists whatever the values of the b vector.

Theorem 1: Consider the problem (4). Let S be the set defined as: $S = \{x \in \mathbb{R}^n : Ax = b, x \geq 0\}$. If S is non-empty then for all b, there exist at least one $x_j \in x$ with value zero in the optimal solution.

Proof: Suppose that we have a nonnegative solution x for all b, then for the Kall's theorem there exist $\mu_j \geq 0$ and $\lambda_j < 0$ such that

$$\sum_{j \in N} \mu_j A_j = \sum_{j \in B} \lambda_j A_j \tag{5}$$

where A_j is the jth column of the matrix A, and B and N denote the columns of A associated with the set of basic and non basic variables respectively. Thus, S can be written as $\{x_n \in \mathbb{R}^{n-m}, x_B \in \mathbb{R}^m : [Nx_N + Bx_B] = b, x_N, x_B \geq 0\}$. Let $b = \sum_{j=1}^{m} \varphi_j A_j$. Note that such φ_j exist, and for some b they will all be negative. Then

$$Nx_N + Bx_B = \sum_{j=1}^{m} \varphi_j A_j, x_N, x_B \geq 0$$

or equivalently

$$\sum_{j=1}^{m} \varphi_j A_j - \sum_{j=1}^{m} x_j A_j = \sum_{j=m+1}^{n} x_j A_j, \;\; x_j \geq 0$$

where

$$\sum_{j=1}^{m} \varphi_j A_j - \sum_{j=1}^{m} x_j A_j = \sum_{j=m+1}^{n} x_j A_j$$

can be written as

$$\sum_{j=1}^{m} [\varphi_j - x_j] A_j = \sum_{j=m+1}^{n} x_j A_j$$

By (5), $\lambda_j = [\varphi_j - x_j] < 0$ and $\mu_j = x_j$. In the problem (4), the vector b has the form $b = (0, 0, \ldots, k)$. Therefore there exist al least one $\varphi_j > x_j$, this means that it also exists at least one $\lambda_j > 0$ which contradicts the original hypothesis. Thus the optimal solution of problem (4) it is always degenerate. □

For the following investigation we consider the submatrices B of order m. If $B^{-1}b$ is nonnegative, then B is called a feasible basis (in our case, we will consider the basis associated with the optimal solution of the linear model). Sengupta, Tintner and Millham[8] (1963) call the region of ϵ for which $B_l, l = 1, \ldots, \binom{n}{m}$ is feasible, a *feasible region for* B_l. Such regions, for various l, may overlap. When A is stochastic, then it can also happen that isolated values of ϵ must be excluded when considering the feasibility of a certain basis B when a value of ϵ makes B singular.

Now we assume that the values of the probabilities transition matrix can take any real value, independently of one another. Let $\mathcal{B}$ be the matrix obtained from the last iteration of the simplex method. Therefore $\mathcal{B}$ is associated to the optimal solution of the linear programming model. Our aim is to evaluate some region around the p_{ij} values and enable a feasible region for $\mathcal{B}$. We difference the matrix equation $\mathcal{B}x = b$ and obtain

$$d\mathcal{B}\,x + \mathcal{B}\,dx = 0, \quad \text{therefore} \;\; dx = -\mathcal{B}^{-1} d\mathcal{B}\,x$$

Note that the matrix $\mathcal{B}$ can be built as a function of many unknown probabilities $\mathcal{A}_\psi$ and then to evaluate the effect of changing some value of probability in the optimal solution. This bears to a new lineal problem defined as

$$\text{Maximize} \;\; \sum_{\psi=1}^{m} \mathcal{A}_\psi : x_i + dx_i = x^\star$$

and

$$\sum_{d\in D} x_i^d - \sum_{j=1}^{u}\sum_{d\in D} \pi_i^d x_j^d = 0, \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^{u}\sum_{d\in D} x_i^d = 1,\ x_i^d \geq 0, d \in D,\ i = 1, \ldots, u$$

In this formulation, the objective function represents the maximum variability of the probabilities $\mathcal{A}_\psi$ inside the $\mathcal{B}$ matrix, and $x^\star$ is the optimal solution of the problem (6). The remainder constrains guarantees the feasibility of the model.

4. Numerical examples

To illustrate our proposal consider an homogeneous Markov chain $\mathcal{M}$, with transition probabilities matrix $\mathcal{P}$ given by. (Plá et al[9], 1993)

$$\mathcal{P} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0.7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.75 & 0 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.75 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Assigning the gain values in the objective function we built the following linear programming model

$$\begin{aligned} \text{Maximize Z} =& 190y_{1m} + 226y_{2m} + 232y_{3m} + 202y_{4m} + 202y_{5m} + 202y_{6m} + \\ & 202y_{7m} + 202y_{8m} + 202y_{9m} - 200B_r \end{aligned} \tag{7}$$

Subject to

$$\left.\begin{array}{l} y_{1m} + y_{1r} - B_m = 0,\ y_{2m} + y_{2r} - 0.70y_{1m} = 0,\ y_{3m} + y_{3r} - 0.75y_{2m} = 0, \\ y_{4m} + y_{4r} - 0.8y_{3m} = 0,\ y_{5m} + y_{5r} - 0.8y_{4m} = 0,\ y_{6m} + y_{6r} - 0.8y_{5m} = 0 \\ y_{7m} + y_{7r} - 0.8y_{6m} = 0,\ y_{8m} + y_{8r} - 0.75y_{7m} = 0,\ y_{9m} + y_{9r} - 0.75y_{8m} = 0 \\ B_r + B_m - y_{1r} - y_{2r} - y_{3r} - y_{4r} - y_{5r} - y_{6r} - y_{7r} - y_{8r} - y_{9r} - 0.3y_{1m} - \\ 0.25y_{2m} - 0.2y_{3m} - 0.2y_{4m} - 0.2y_{5m} - 0.2y_{6m} - 0.25y_{7m} - 0.25y_{8m} - y_{9m} = 0 \\ B_r + B_m + y_{1m} + y_{2m} + y_{3m} + y_{4m} + y_{5m} + y_{6m} + y_{7m} + y_{8m} + y_{9m} + \\ y_{1r} + y_{2r} + y_{3r} + y_{4r} + y_{5r} + y_{6r} + y_{7r} + y_{8r} + y_{9r} = 1 \end{array}\right\} \tag{8}$$

which optimal solution is given by $y_{1m} = 0.2106558$, $y_{2m} = 0.1474591$, $y_{3m} = 0.1105943$, $y_{4m} = 0.8847544E-01$, $y_{5m} = 0.7078035E-01$, $y_{6m} = 0.5662428E-01$, $y_{7m} = 0.4529943E-01$, $y_{8m} = 0.3397457E-01$, $y_{9m} = 0.2548093E-01$, $B_r = 0$, $B_m = 0.2106558$ $y_{1r} = 0$, $y_{2r} = 0$, $y_{3r} = 0$, $y_{4r} = 0$, $y_{5r} = 0$, $y_{6r} = 0$, $y_{7r} = 0$, $y_{8r} = 0$, $y_{9r} = 0$, $Z = 163.7765$

Let us consider again the linear programming model defined as a function of an unknown vector of probabilities $\mathbf{A} = (A_1, A_2, \ldots A_8)$ which we want to study. Thus we have

$$\text{Maximize Z} = 190y_{1m} + 226y_{2m} + 232y_{3m} + 202y_{4m} +$$
$$202y_{5m} + 202y_{6m} + 202y_{7m} + 202y_{8m} + 202y_{9m} - 200B_r$$

Subject to

$$y_{1m} + y_{1r} - B_m = 0, \quad y_{2m} + y_{2r} - (A_1\ y_{1m}) = 0,$$
$$y_{3m} + y_{3r} - (A_2\ y_{2m}) = 0, \quad y_{4m} + y_{4r} - (A_3\ y_{3m}) = 0$$
$$y_{5m} + y_{5r} - (A_4\ y_{4m}) = 0, \quad y_{6m} + y_{6r} - (A_5\ y_{5m}) = 0$$
$$y_{7m} + y_{7r} - (A_6\ y_{6m}) = 0, \quad y_{8m} + y_{8r} - (A_7\ y_{7m}) = 0,$$
$$y_{9m} + y_{9r} - (A_8\ y_{8m}) = 0,$$
$$B_r + B_m - y_{1r} - y_{2r} - y_{3r} - y_{4r} - y_{5r} - y_{6r} - y_{7r} - y_{8r} - y_{9r} - (1 - A_1)y_{1m} - (1 - A_2)y_{2m} -$$
$$(1-A_3)y_{3m} - (1-A_4)y_{4m} - (1-A_5)y_{5m} - (1-A_6)y_{6m} - (1-A_7)y_{7m} - (1-A_8)y_{8m} - y_{9m} = 0$$
$$B_r + B_m + y_{1m} + y_{2m} + y_{3m} + y_{4m} + y_{5m} + y_{6m} + y_{7m} + y_{8m} + y_{9m} +$$
$$y_{1r} + y_{2r} + y_{3r} + y_{4r} + y_{5r} + y_{6r} + y_{7r} + y_{8r} + y_{9r} = 1$$

We are interested in to investigate the feasibility of this linear programming model as a function of the vector of probabilities $\mathbf{A}$. Using the optimal inverse basis of the proposed problem we get the variations associated with the coefficients of the matrix $\mathcal{P}$.

In our case example the optimal inverse basis of equations (7) and (8) is given by[1]

$$\mathcal{B}^{-1} = \begin{pmatrix}
-0.595 & -0.577 & -0.505 & -0.415 & -0.303 & -0.162 & 0 & 0 & 0.216 & 0.216 & 0.216 \\
-0.595 & -0.577 & -0.505 & -0.415 & -0.303 & -0.162 & 0 & 0 & 0.216 & 0.216 & 0.216 \\
0.584 & -0.404 & -0.353 & -0.291 & 0.212 & -0.112 & 0 & 0 & 0.151 & 0.151 & 0.151 \\
0.438 & 0.697 & -0.265 & -0.218 & -0.159 & -0.185 & 0 & 0 & 0.113 & 0.113 & 0.113 \\
0.35 & 0.558 & & 0.788 & -0.174 & -0.127 & -0.068 & 0 & 0.091 & 0.091 & 0.091 \\
0.28 & 0.446 & 0.63 & 0.861 & -0.102 & -0.054 & 0 & 0 & 0.073 & 0.073 & 0.073 \\
0.224 & 0.357 & 0.504 & 0.688 & 0.919 & -0.044 & 0 & 0 & 0.058 & 0.058 & 0.058 \\
0.179 & 0.286 & 0.403 & 0.551 & 0.735 & 0.965 & 0 & 0 & 0.046 & 0.046 & 0.046 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\
-1.3333 & -1.3333 & -1.333 & -1.333 & -1.333 & -1.333 & -1.333 & 0 & -2.667 & -1.333 & 0 \\
-1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \\
1.468 & 1.547 & 1.636 & 1.746 & 2.057 & 2.057 & 2.333 & 0 & 2.702 & 1.368 & 0.035
\end{pmatrix}$$

Since we are interested in to evaluate the variations from p_{ij} (in this case, $A_1 = 0.7, A_2 = 0.75, \ldots, A_8 = 0.75$) we obtain

[1]Substituting meetly, it is easy to demonstrate that, if $b = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,1)^t$ then the optimal basic solution is $X_{\mathcal{B}} = \mathcal{B}^{-1}b = (0.216, 0.216, 0.151, 0.113, 0.091, 0.073, 0.058, 0.046, 0., 0., 0., 0.035)^t$, where $X_{\mathcal{B}} = (B_m, y_{1m}, y_{2m}, y_{3m}, y_{4m}, y_{5m}, y_{6m}, y_{7m}, \text{Art}, y_{8m}, y_{9m}, y_{8r})^t$.

$$d\mathcal{B} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A3 & 0 & 0, & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & A4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Using the x value given by $(0.216, 0.216, 0.151, 0.113, 0.091, 0.073, 0.058, 0.046, 0., 0., 0., 0.035)^t$, the variations associated are given by

$$-\mathcal{B}^{-1}d\mathcal{B}\,x = \begin{pmatrix} -0.087127A1 - 0.057065A2 - 0.037765A3 - 0.022119A4 - 0.009396A5 + 0.A8 \\ -0.087127A1 - 0.057065A2 - 0.037765A3 - 0.022119A4 - 0.009396A5 + 0.A8 \\ -0.061004A1 - 0.039889A2 - 0.026481A3 + 0.015476A4 - 0.006496A5 + 0.A8 \\ 0.105247A1 - 0.029945A2 - 0.019838A3 - 0.011607A4 - 0.01073A5 + 0.A8 \\ 0.084258A1 + 0.089044A2 - 0.015834A3 - 0.009271A4 - 0.003944A5 + 0.A8 \\ 0.067346A1 + 0.07119A2 + 0.078351A3 - 0.007446A4 - 0.003132A5 + 0.A8 \\ 0.053907A1 + 0.056952A2 + 0.062608A3 + 0.067087A4 - 0.002552A5 + 0.A8 \\ 0.043186A1 + 0.045539A2 + 0.050141A3 + 0.053655A4 + 0.05597A5 + 0.A8 \\ 0.A7 + 0.A8 \\ -0.201328A1 - 0.150629A2 - 0.121303A3 - 0.097309A4 - 0.077314A5 - 0.061318A6 + 0.A8 \\ -0.151A1 - 0.113A2 - 0.091A3 - 0.073A4 - 0.058A5 - 0.046A6 + 0.A8 \\ 0.233597A1 + 0.184868A2 + 0.158886A3 + 0.150161A4 + 0.119306A5 + 0.107318A6 + 0.A8 \end{pmatrix}$$

finally the variations associated with the coefficients of the matrix $\mathcal{P}$ are given by

$$B_m = 0.216 + (-0.087127A1 - 0.057065A2 - 0.037765A3 - 0.022119A4 - 0.009396A5)$$

$$y_{1m} = 0.216 + (-0.087127A1 - 0.057065A2 - 0.037765A3 - 0.022119A4 - 0.009396A5)$$

$$y_{2m} = 0.151 + (-0.061004A1 - 0.039889A2 - 0.026481A3 + 0.015476A4 - 0.006496A5)$$

$$y_{3m} = 0.113 + (0.105247A1 - 0.029945A2 - 0.019838A3 - 0.011607A4 - 0.01073A5)$$

$$y_{4m} = 0.091 + (0.084258A1 + 0.089044A2 - 0.015834A3 - 0.009271A4 - 0.003944A5)$$

$$y_{5m} = 0.073 + (0.067346A1 + 0.07119A2 + 0.078351A3 - 0.007446A4 - 0.003132A5)$$

$$y_{6m} = 0.058 + (0.053907A1 + 0.056952A2 + 0.062608A3 + 0.067087A4 - 0.002552A5)$$

$$y_{7m} = 0.046 + (0.043186A1 + 0.045539A2 + 0.050141A3 + 0.053655A4 + 0.05597A5)$$

$$y_{8m} = 0 + (-0.201328A1 - 0.150629A2 - 0.121303A3 - 0.097309A4 - 0.077314A5 - 0.061318A6)$$

$$y_{9m} = 0 + (-0.151A1 - 0.113A2 - 0.091A3 - 0.073A4 - 0.058A5 - 0.046A6)$$

$$y_{8r} = 0.35 + (0.233597A1 + 0.184868A2 + 0.158886A3 + 0.150161A4 + 0.119306A5 + 0.107318A6)$$

This system has the form $(y_{im} = y^\star_{im} - \mathcal{B}^{-1}d\mathcal{B}\,x)$, where $x^\star_{\mathcal{B}} = (B_m, y^\star_{1m}, y^\star_{2m}, y^\star_{3m}, y^\star_{4m}, y^\star_{5m}, y^\star_{6m}, y^\star_{7m}, y^\star_{8m}, art^\star, y^\star_{9m}, y^\star_{8r})^t$, $m = 1, \ldots, 9$.

An important result is to verify which are the maximum values for A_j such that the original problem remains feasible. To investigate this, we should solve the linear programming model: Maximize $\sum_{j=1}^{8} A_j$ subject to $y_{im} - \mathcal{B}^{-1} d\mathcal{B} x = y_{im}^{\star}$ and the system of equations (8). This model can be viewed as

$$\text{Maximize } A = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8$$

Subject to

$$\begin{aligned}
&B_m + 0.087127A1 + 0.057065A2 + 0.037765A3 + 0.022119A4 + 0.009396A5 = 0.216\\
&y_{1m} + 0.087127A1 + 0.057065A2 + 0.037765A3 + 0.022119A4 + 0.009396A5 = 0.216\\
&y_{2m} + 0.061004A1 + 0.039889A2 + 0.026481A3 - 0.015476A4 + 0.006496A5 = 0.151\\
&y_{3m} - 0.105247A1 + 0.029945A2 + 0.019838A3 + 0.011607A4 + 0.01073A5 = 0.113\\
&y_{4m} - 0.084258A1 - 0.089044A2 + 0.015834A3 + 0.009271A4 + 0.003944A5 = 0.091\\
&y_{5m} - 0.067346A1 - 0.07119A2 - 0.078351A3 + 0.007446A4 + 0.003132A5 = 0.073\\
&y_{6m} - 0.053907A1 - 0.056952A2 - 0.062608A3 - 0.067087A4 + 0.002552A5 = 0.058\\
&y_{7m} - 0.043186A1 - 0.045539A2 - 0.050141A3 - 0.053655A4 - 0.05597A5 = 0.046\\
&y_{8m} + 0.201328A1 + 0.150629A2 + 0.121303A3 + 0.097309A4 + 0.077314A5 +\\
&0.061318A6 = 0\\
&y_{9m} + 0.151A1 + 0.113A2 + 0.091A3 + 0.073A4 + 0.058A5 +\\
&0.046A6 = 0\\
&y_{8r} - 0.233597A1 - 0.184868A2 - 0.158886A3 - 0.150161A4 - 0.119306A5 -\\
&0.107318A6 = 0.35
\end{aligned}$$

which optimal value is $A_j = 0, \ \forall j = 1, \ldots, 6$, in other words, this solution doesn't allow any variation around of the optimal solution.

Conclusions

In this document we prove that the models of stochastic lineal programming used to optimize some markovian chains contain degenerate solutions. We obtained an expression to evaluate the changes of the transition probabilities matrix in a markovian chain optimized through a model of stochastic linear programming. We apply these results to the analysis of an instance.

REFERENCES

[1] D.C. Chin, "Comparative Study of Stochastic Algorithms for System Optimization Based on Gradient Approximations", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, Vol. 27, No. 2, 1997.

[2] Robbins, H., and S. Monro, "A Stochastic Approximation Method", *Annals of Mathematical Statistics*, 22, 400-407, 1951.

[3] Chen, H. F., and Y. M. Zhu, "Stochastic Approximations Procedures with randomly varying truncations", *Sci. Sinica Ser. A*, 29, 914-926, 1986.

[4] Andradóttir, S., "A scaled Stochastic Approximation Algorithm", *Man. Sci.*, 42, 1996.

[5] Yin, G., and Y. M. Zhu, "Almost Sure Convergence of Stochastic Approximation Algorithms With Non-Additive Noise", *Int. J. Control*, 49, 1361-1376, 1989.

[6] Shedler, G.S., *Regenerative Stochastic Simulation*, Statistical Modeling and Decisions Science, Academic Press, 1993.
[7] Kall, P. *Qualitative Aussagen zu einigen Problemen der Stochastischen Programmierung*, Z. Wahrsch. verw. *Geb*, **6**, 246-272, 1966.
[8] Sengupta, J. K., G. Tintner, and B. Morrison, "On Some Theorems in Stochastic Linear Programming with Applications", *Man. Sci*, **10**, 143-159, 1963.
[9] L. M. Plá, C. Pomar, J. Pomar, "A Markov Decision Sow Model Representing the Productive Lifespan of Herd Sows", *Agricultural Systems*, Elsevier,76, 253-272, 2003.

Desarrollo de biosensores miniaturizados de bajo costo en configuración plana

Carlos Andrés Galán Vidal, María de Lourdes Pacheco Hernández,[1] Giaan Arturo Álvarez Romero,[1] María Elena Páez Hernández, Luis Humberto Mendoza Huizar, Araceli Sierra Zenteno.

[1] *Área Académica de Química, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ciudad Universitaria km 4.5 carr. Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma Hgo., México, C.P. 42184, tel. (771) 7172000 ext 6501, e-mail: galanv@uaeh.edu.mx
(*) para correspondencia

Resumen

En el presente trabajo se presentan algunos resultados relevantes respecto a una nueva aproximación a la fabricación de biosensores electroquímicos miniaturizados utilizando tecnologías de producción masiva accesibles a nuestro entorno, demostrando que sin grandes recursos técnicos ni económicos, es posible la fabricación seriada de biosensores de muy buena calidad. Se describe la implementación de la tecnología de construcción de un transductor (amperométrico-potenciométrico) en configuración plana de dos electrodos (trabajo y referencia), el desarrollo de pastas serigráficas conductoras de bajo costo; además de un electrodo de referencia plano. Asimismo, se reportan los resultados obtenidos al estudiar la incorporación en un mismo dispositivo de tres estructuras selectivas: un electrodepósito metálico, un electrodepósito polimérico y una membrana enzimática. La propuesta contempla el estudio de las interacciones entre el analito modelo (urea) y el metal o polímero electrodepositado mediante cálculos teóricos y la confrontación de los resultados contra los experimentos y el propio desempeño de los biosensores desarrollados.

Summary

In the present work, some important results with respect to a new approximation to the production of miniaturized electrochemical biosensors, are presented. These devices were developed with economic and accessible mass-production technologies, showing that without expensive technical neither economic resources, it is possible the massive production of biosensors of very good quality. It is described the implementation of the technology of construction of a transducer (amperometric-potentiometric) in planar configuration of two electrodes (work and reference), the development of conductive serigraphic pastes of low cost and a flat reference electrode. Likewise, it is reported the obtained results concerning to the study of the integration, in a same device, of three selective structures: a metallic electrodeposit, a polymeric electrodeposit and an enzymatic membrane. The proposal consider the study of the interactions among the analyte model (urea) and the metal or polymer electrodeposited by means of theoretical calculations and the confrontation of the results against the experiments and the own performance of the biosensors developed.

PALABRAS CLAVE

- Biosensores
- Urea
- Tecnología serigráfica

Introducción

Muchos de los esfuerzos dentro del campo de la química analítica están dirigidos a la simplificación del proceso analítico ya que en la medida que se logre este objetivo, los tiempos de análisis y sus costos se verán reducidos. En la actualidad y como fruto de estas inquietudes, contamos con instrumentos analíticos que permiten realizar análisis con elevada sensibilidad y fiabilidad en intervalos de tiempo muy reducidos; no obstante, estos equipos suelen ser altamente sofisticados y costosos, por lo que se encarece su utilización. Además, su alta especialización los convierte en metodologías analíticas poco versátiles, sobre todo en aquellos casos en que se requieren análisis en línea o de campo.

Por otra parte, como consecuencia de la revolución informática y robótica, existe una alta necesidad de contar con dispositivos analíticos eficientes y confiables que se incorporen en procesos automatizados. Es así, que paralelamente al desarrollo de grandes equipos automatizados de análisis, se ha seguido otra estrategia en la instrumentación analítica: el desarrollo de pequeños dispositivos analíticos que por una parte simplifiquen las etapas que requiere un análisis químico y que por otra sean competitivos en cuanto a selectividad y sensibilidad con los poderosos métodos instrumentales de análisis. A este grupo de pequeños dispositivos que permiten simplificar de manera importante el procedimiento analítico, pertenecen los sensores químicos.

Aunque el campo de aplicación de los sensores químicos es cada día más extenso, algunas áreas se han visto especialmente favorecidas con su incorporación; principalmente la biomédica, ambiental e industrial. Actualmente muchos de estos dispositivos están empleándose rutinariamente para realizar análisis clínicos, en el monitoreo de substancias contaminantes, tóxicas o explosivas (alarmas, higiene industrial, etc.), así como para el control de la combustión y procesos industriales.

Especial atención merecen los biosensores, ya que son los dispositivos más selectivos dentro del campo y su aplicación es particularmente importante en medios complejos. Desde hace varios años, algunos de ellos han sido comercializados.

No obstante el impresionante desarrollo que ha experimentado el campo de los biosensores en los últimos cuarenta años [1-4], los trabajos realizados no corresponden con las limitadas implementaciones comerciales [5,6]. Este hecho, se debe a la escasez de propuestas integrales, versátiles y reproducibles que satisfagan los requerimientos que demandan los usuarios potenciales. Asimismo, cabe destacar que hasta el momento los desarrollos han sido dominados por avances empíricos [6].

Es prácticamente imposible tratar con detalle los aspectos tecnológicos multidisciplinarios relacionados con el desarrollo de las diversas clases de biosensores que existen; no obstante, en la gran mayoría de los casos, las tendencias están convergiendo hacia la miniaturización de dispositivos e implementación de tecnologías de producción masiva, ya que estas estrategias están encaminadas a reducir costos, incrementar la reproducibilidad de construcción y ampliar las posibilidades de aplicación [5,7].

La tecnología thick-film (Fig. 1) permite la producción en masa de sensores químicos de estado sólido en configuración plana con buena reproducibilidad y bajo costo mediante una modesta infraestructura que puede ser automatizada [5,6,8]. Esta tecnología además de ofrecer gran flexibilidad en el diseño y materiales utilizados, favorece la transferencia tecnológica de los avances logrados con otras configuraciones y la miniaturización de dispositivos hasta con una resolución de 100 μM, la cual es adecuada para aplicaciones in vivo [9-13].

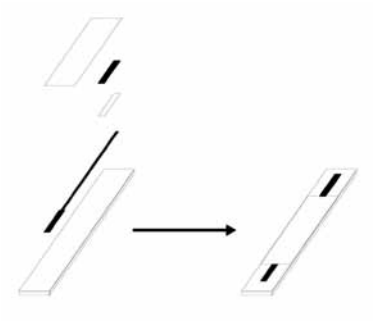


Figura 1. Deposición secuencial de materiales sobre un substrato mediante tecnología thick-film.

Por otra parte, debido a la relativa economía instrumental que representan algunos de los métodos electroquímicos de análisis (potenciometría, amperometría, etc.), es posible integrar sensores electroquímicos miniaturizados fabricados por tecnología thick-film con una sencilla instrumentación para constituir sistemas totales de análisis económicos y versátiles que permitan realizar análisis descentralizado y control de procesos de manera simple [7].

No obstante la potencialidad de los aspectos tecnológicos discutidos anteriormente, es necesario incorporar en el desarrollo de biosensores los aspectos científicos fundamentales para poder incidir en la resolución de problemas prácticos. En este sentido en los últimos años se están incrementando los trabajos básicos con el objetivo de aumentar el número de desarrollos exitosos dentro del ámbito de los biosensores; sin embargo, dichos estudios siguen siendo reducidos y no contemplan generalmente un desarrollo integral. Así, mientras algunos investigadores estudian aspectos relacionados con el desarrollo de membranas más selectivas [14-28], otros enfocan sus esfuerzos en el desarrollo de transductores con electrodepósito de metales o películas electropolimerizables que incrementen en alguna medida la selectividad [29-48]. Dicho aspecto es fundamental a fin de incrementar la estabilidad de la respuesta, los intervalos de concentración y el tiempo de vida; así como disminuir los límites de detección [49].

El presente trabajo contempla aspectos relacionados con el desarrollo integral del proceso de construcción por tecnología thick-film de biosensores amperométricos. En dicho desarrollo se consideran tanto los aspectos tecnológicos como los científicos a fin de contar con una metodología fundamentada y de uso generalizado útil para desarrollar biosensores electroquímicos de interés, compatibles tecnológicamente con la producción masiva y con mejores características de respuesta que los reportados hasta la fecha. La idea principal es explorar la posibilidad de incorporar en un mismo dispositivo tres estructuras selectivas: la membrana enzimática, una película polimérica y un electrodepósito metálico sobre la superficie del transductor.

Desde el punto de vista tecnológico, la propuesta involucra el desarrollo de un biosensor amperométrico miniaturizado fabricado por serigrafía en configuración a dos electrodos (un transductor de trabajo grafito-polímero y un transductor de referencia de Ag-polímero).

El biosensor utilizado como base para la implementación del desarrollo, es el de ureasa debido a que funciona bajo un esquema potenciométrico si se emplea una membrana selectiva de NH_4^+ (nonactina-monactina-plastificante-PVC) o bien en un esquema amperométrico mediante la codeposición de ureasa con electropolímeros sensibles al cambio de pH (Fig. 2). Cabe destacar que el desarrollo de biosensores electroquímicos de urea es un campo activo de investigación, ya que hasta el momento no ha sido desarrollado un dispositivo con la suficiente selectividad para una aplicación económica y versátil en la cuantificación de urea

$$\underset{\text{UREA}}{(NH_2)_2CO} + 3H_2O \xrightarrow{\text{URE}} 2NH_4^+ + OH^- + HCO_3^-$$

Figura 2. Esquema de reacción de la enzima ureasa (URE) en presencia de urea y agua.

en sangre [37,50], orina [50], hemodializados [51] y productos lácteos [52]; además de la determinación indirecta de metales pesados [53], pesticidas y herbicidas [38], EDTA [54], etc..

Materiales y métodos

Los electrodos y biosensores fueron fabricados en dos configuraciones: cilíndrica y plana. En el primer caso, la metodología seguida ha sido reportada anteriormente [14] (Fig. 3).

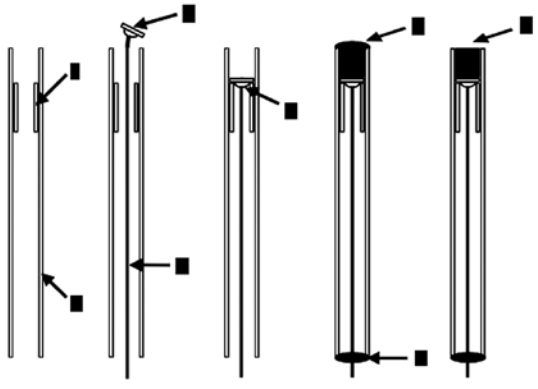


Figura 3. Representación de la construcción de electrodos y biosensores potenciométricos de grafito-epoxy. (1) Tubo interno de metacrilato. (2) Tubo externo de metacrilato. (3) Disco de cobre. (4) Soldadura de estaño. (5) Cable blindado. (6) Composite depositado. (7) Fijación del cable. (8) Superficie pulida del composite y deposición de membrana selectiva de $NH4^+$ y enzimática.

Los dispositivos fabricados en configuración plana fueron realizados por serigrafía conforme al diseño de dos electrodos (trabajo y referencia) mostrado en la figura 4 (lote de 30 dispositivos).

Para la impresión se utilizó un equipo manual de serigrafía y mallas de 90 hilos. Como sustrato se emplearon láminas de estireno de 30 puntos. Las pastas de grafito y Ag/AgCl fueron curadas por 30 minutos a 40ºC, mientras que el encapsulante fue fotocurado por una hora bajo radiación solar.

Las curvas de calibración y valoración potenciométricas fueron obtenidas mediante un potenciómetro PHM250 (Radiometer Copenhagen). Los estudios voltamperométricos y cronopotenciométricos fueron realizados con la ayuda de un laboratorio electroquímico AUTOLAB PGSTAT30 (Eco Chemie).

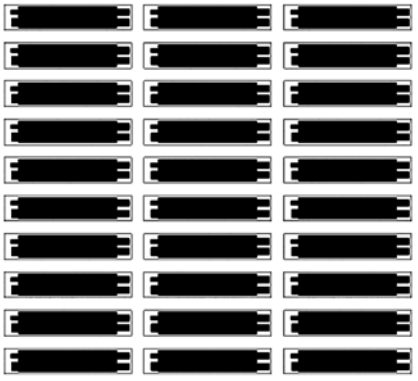


Figura 4. Diseño de sensores y biosensores electroquímicos en configuación plana (dos electrodos)

Todas las medidas fueron realizadas utilizando un electrodo de referencia de Ag/AgCl de doble unión con KNO^3 al 10% p/v como referencia externa (E=ECS); como electrodo auxiliar se utilizó un electrodo de Pt y para comparar el comportamiento potenciométrico en valoraciones ácido-base se usó un electrodo combinado de vidrio convencional. Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico y las soluciones fueron preparadas con agua desionizada (18MΩ).

Resultados y discusión

Estudios preliminares de desarrollo

Como primera etapa en el desarrollo de los biosensores se estudió la posible interacción entre la urea y electrodepósitos de cobalto, níquel, plata y oro; así como la interacción entre urea y membranas poliméricas de polipirrol y poliamida. Los resultados obtenidos mediante cálculos teóricos (ab-initio) y voltamperometría cíclica no mostraron una interacción significativa que pudiera ser eventualmente utilizada para incrementar la sensibilidad o selectividad del biosensor. No obstante, es importante señalar que dichos estudios sirvieron de base para evidenciar el depósito de cobalto a subpotencial so-

bre electrodos de carbón vítreo [55,56] y la utilidad de membranas de poliamida para entrampar elementos de reconocimiento [57,58]. Si bien, ambos resultados no implican una contribución directa a la consecución de los objetivos originalmente planteados, si constituyen dos resultados relevantes que serán de utilidad en el desarrollo de nuevos sensores electroquímicos.

Una vez establecida la escasa utilidad práctica de incorporar electrodepósitos metálicos o membranas poliméricas en la estructura del biosensor para cuantificar urea, se centró el interés en estudiar el comportamiento del transductor (composite grafito-epoxy) hacia la urea y el ambiente iónico en el que debe operar. En estos estudios se comprobó que la urea no interacciona significativamente con el grafito, pero que éste presenta respuesta potenciométrica mayormente aniónica que catiónica, siendo las de más importancia hacia OH^- y H^+ respectivamente (Fig. 5) [59-61].

Los resultados obtenidos indican claramente que la selectividad y sensibilidad del biosensor de urea pueden verse seriamente afectadas si no existe una elección adecuada del ambiente químico de trabajo; por lo cual su elección es crítica. Por otra parte, es importante señalar que la respuesta potenciométrica del transductor puede capitalizarse mediante el desarrollo de económicos métodos potenciométricos de valoración ácido- base y argentométricos (Figs. 6 y 7).

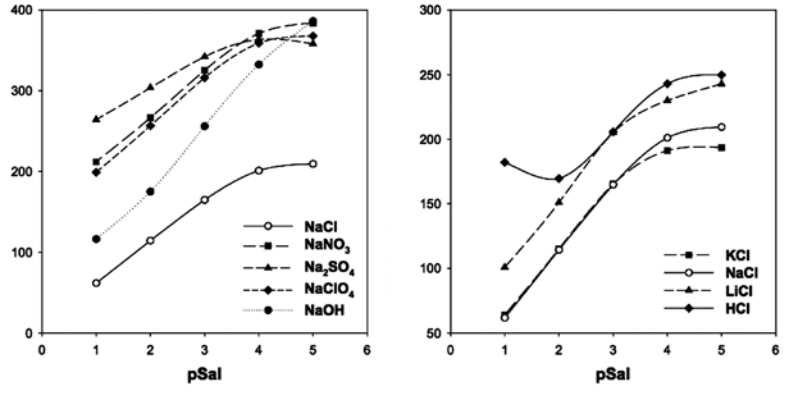


Figura 5. Respuesta potenciométrica de electrodos grafito-epoxy con respecto a diferentes sales de sodio (izquierda) y cloruro (derecha) en solución acuosa.

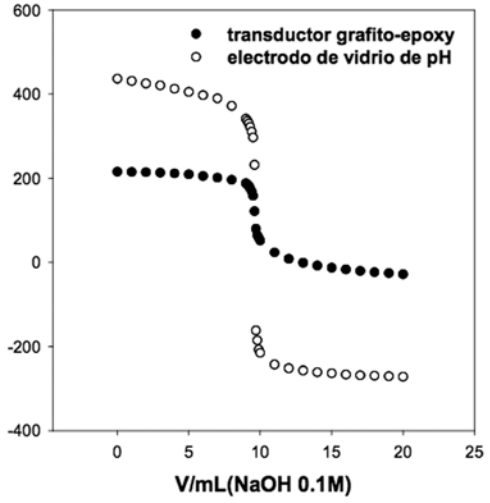


Figura 6. Valoración potenciométrica de 10 mL de HCl 0.1M con NaOH 0.1M.

Desarrollo de un biosensor potencio métrico de urea en configuración cilíndrica

Como etapa previa a la implementación del dispositivo en configuración plana y a fin integrar las estructuras bases del biosensor en configuración plana, se desarrollo un dispositivo en configuración cilíndrica. Dicho biosensor de urea está basado en el depósito de membranas enzimáticas, sobre electrodos selectivos a ion amonio con contacto interno sólido. La exploración de cuatro alternativas de construcción, con la finalidad de incrementar la sensibilidad del dispositivo, demuestra que ésta depende del método de inmovilización de la enzima y no de la cantidad utilizada [62-65]. En el biosensor que mostró las mejores características de respuesta, las mem-

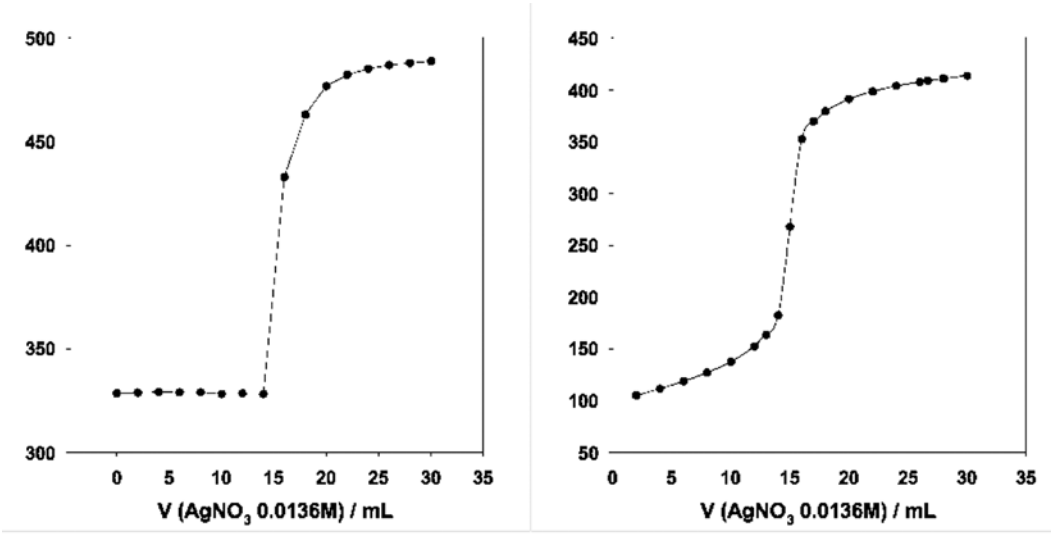


Figura 7. Valoración potenciométrica de 20 mL de NaCl 0.0102M perimental (transductor grafito-epoxy) y teórica (izquierda y derecha respectivamente).

branas constituidas por ureasa, son inmovilizadas sobre matrices poliméricas de PVC; químicamente por entrecruzamiento (crosslinking) y físicamente mediante la utilización de una malla (tergalina). Los biosensores potenciométricos de urea exhiben un desempeño competitivo respecto a lo reportado en la literatura, siendo eficientes en la determinación de la concentración de urea en muestras estándar, incluso con presencia de glucosa y creatinina, por lo cual constituyen una alternativa viable para el análisis de urea en hemodializados, orina y eventualmente en sangre; sobre todo si consideramos que el intervalo de concentraciones de operación, cubre los niveles normales encontrados en fluidos biológicos. Entre las características del biosensor desarrollado destacan: pendiente -50.4 mV/década, límite de detección 6 x 10^{-5} M, tiempo de respuesta < 30s, tiempo de vida > 4 meses, deriva < 1 mV/hr y extraordinaria reproducibilidad de fabricación y respuesta. La metodología de fabricación utilizada hace de los biosensores desarrollados, candidatos idóneos para su transferencia tecnológica a configuración plana, miniaturización y sistemas de análisis por inyección de flujo. (Fig. 8)

Desarrollo de un biosensor potenciométrico de urea en configuración plana

Con la finalidad de construir el biosensor de urea en configuración plana, fue necesario estudiar el comportamiento del transductor de grafito y del electrodo de referencia en el chip diseñado. Así, fue estudiado el comportamiento electroquímico

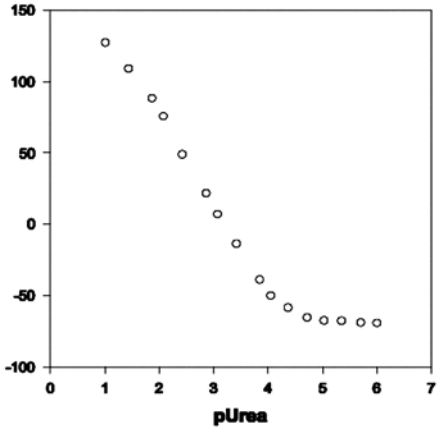


Figura 8. Curva de calibración E/mV contra pUrea. Inmovilización fisioquímica de la enzima ureasa por entrecruzamiento en membranas de grenetina sobre malla de tergalina.

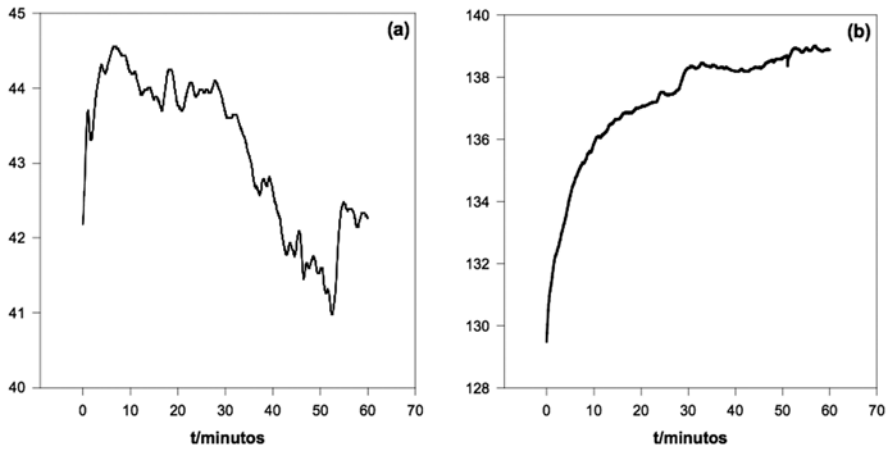


Figura 9. Seguimiento del potencial de un electrodo de referencia plano típico en (a) 0.1M y (b) 0.001M de cloruros.

de dos pastas de grafito comerciales y una formulada con grafito, resina epóxica, sílica y ciclohexanona. A partir de curvas de calibración amperométricas y potenciométricas, se eligió la pasta Electrodag 421SS (Acheson) debido a sus superiores características de impresión y su buen desempeño electroquímico. Por otra parte, la pasta de Ag/AgCl Electrodag 7019 (Acheson) presentó buena estabilidad y reproducibilidad en su respuesta de potencial (Fig. 9).

Sobre el transductor desarrollado en configuración de dos electrodos, fue depositada la membrana de PVC selectiva a ion amonio, presentándose buena respuesta, al menos durante un mes de trabajo. Finalmente, sobre los electrodos selectivos de NH_4+ se depositó la membrana de ureasa anteriormente optimizada encontrándose respuestas equivalentes a las obtenidas en el dispositivo cilíndrico.

Conclusiones

Conforme a los resultados presentados es posible concluir que los biosensores desarrollados en configuración plana constituyen una eficiente y económica alternativa de análisis que puede ser extendida a otros analitos de interés biomédico y medioambiental [66]. Actualmente se está aplicando con éxito parte de esta metodología para desarrollar sensores electroquímicos para arsénico y colesterol [67-69].

El estudio integral de los aspectos básicos y tecnológicos durante el desarrollo de biosensores, incrementa la posibilidad de lograr dispositivos exitosos para su uso práctico; además de generar conocimientos de utilidad en otros ámbitos de interés.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado gracias a los apoyos del CONACyT (proyecto 40638) y de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (PAI-2006 29A). C.A.G.V., G.A.A.R., P.H.M.E. y L.H.M.H. agradecen al SNI la distinción y estímulo recibido.

Bibliografía

1. J. Janata y A. Bezegh. Anal. Chem, 60 (1988) 62R-74R.
2. J. Janata. Anal. Chem, 62 (1990) 33R-44R.
3. J. Janata. Anal. Chem, 64 (1992) 196R-219R.
4. J. Janata, M. Josowicz y M. DeVaney. Anal. Chem, 66 (1994) 207R-228R.
5. M. Alvarez-Icaza y U. Bilitewski. Anal. Chem., 65 (1993) 525A-533A.
6. G. A. Rechnitz. Electroanalysis, 3 (1991) 73-76
7. C. A. Galán-Vidal, J. Muñoz, C. Domíguez y S. Alegret. Trends Anal. Chem. 14 (1995) 225-231.

8. M. Prudenziati (ed.), Thick Film Sensors. Elsevier, Amsterdam 1994.
9. S. Leppävuori, J. Väänänen, M. Lahti, J. Remes y A. Uusimäki. Sensors and Actuators A, 41-42 (1994) 593-597.
10. C. A. Galán-Vidal, J. Muñoz, C. Domínguez y S. Alegret. Sensors and Actuators B. 45 (1997) 55-62.
11 C. A. Galán-Vidal, J. Muñoz, C. Domínguez y S. Alegret. Sensors and Actuators B. 52 (1998) 257-263.
12. C. A. Galán-Vidal, J. Muñoz, C. Domínguez, J. García-Raurich, S. Alegret. Química Analítica. 18 (1999) Suppl. 1:5. 152-154.
13 C. A. Galán-Vidal, J. Muñoz, C. Domínguez y S. Alegret. Capítulo: Thick-film biosensors en Biosensors and their applications Eds. V. C. Yang, T. T. Ngo (Kluwer Academic/ Plenum Press) U. S. A. 2000.
14. S. Alegret y E. Martìnez Fàbregas. Biosensors. 4 (1989) 287-297.
15. S. A. Rosario, G. S. Cha, M. E. Meyerhoff. Anal. Chem. 62 (1990) 2418-2424.
16. L. Campanella, M. P. Sammartino y M. Tomassetti. Analyst. 115 (1990) 827-830.
17. P. Thavarungkul, H. Hakanson. O. Holst y B. Mattiasson. Biosensors & Bioelectronic. 6 (1991) 101-107.
18. S. B. Butt y K. Camman, Anal. Lett. 25 (1992) 1597-1615.
19. D. Martorell, E. Martìnez-Fàbregas y J. Bartrolí. Sensors and Actuators B. 16 (1993) 448-455.
20. S. Glab, R. Koncki y A. Hulanicki. Talanta. 41 (1994) 1201-1208.
21. C. Eggenstein, M. Borchardt, C. Dumdchat, B. Grundig, K. Camman, F. Spencer y M. Knoll. . Biosensors & Bioelectronic. 10 (1995) 295-600.
22. A. S. Jdanova, S. Poyard, A. P. Soldatkin, N. Jaffrezic-Renault y C. Martelet. Anal. Chim. Acta. 321 (1996) 35-40.
23. N. Das, P. Prabhakar y R. C. Srivastava. Biotech. Bioeng. 54 (1997) 329-333.
24. J. H. Shin, S. Y. Yoon, I. J. Yoon, S. H. Choi, S. D. Lee, H. Nam y G. S. Cha. Sensors and Actuators B. 50 (1998) 246-250.
25. H. El-Sherif, P. L. Martelli, R. Casadio, M. Portaccio, U. Bencivenga y D. G. Mita. J. Mol. Cat. B. 14 (2001) 15-29.
26. A. Sehitogullari y A. H. Uslan. Talanta. 57 (2002) 1039-1044.
27. M. L. Hamlaoui, K. Reybier, M. Marrakchi, N. Jaffrezic-Renault, C. Martelet, R. Kherrat y A. Walcarius. Anal. Chim. Acta. 466 (2002) 3945.
28. N. Tinkilic, O Cubuk e I. Isildak. Anal. Chim. Acta. 452 (2002) 29-34.
29. M. Maeda, Y. Fujita y K. Nakano. J. Chem. Soc. Chem Comm. (1991)1724.
30. S. B. Adeloju, S. J. Shaw y G. G. Wallace. Anal. Chim. Acta. 281 (1993) 611.
31. E. C. Hernàndez, A. Witkowski y N. Furuya. Mikrochimica Acta. 121 (1995) 63.
32. M. Trojanowitcz, A. Lewentam y W. Szczepek. Electroanalysis. 8 (1996) 233.
33. S. B. Adelojou, S. J. Shaw y G. G. Wallace. Anal. Chim. Acta. 323 (1996) 107.
34 M. Mizutani, S. Yabuki e Y Sato. Biosensors & Bioelectronics. 12 (1997) 321.
35 S. Komaba, M. Seyama, T. Momma y T. Osaka. Electrochim. Acta. 42 (1997) 383.
36 S. B. Adeloju, S. J. Shaw y G. G. Wallace. Anal. Chim. Acta. 341 (1997) 155.
37 C. Eggenstein, M. Borchardt, C. Diekmann, G. Bern, C. Dumdchat, K. Camman, M. Knoll y F. Spencer. . Biosensors & Bioelectronic. 14 (1999) 33.
38 N. F. Starodub, W. Torbicz, D. Pijanowska, V. M. Starodub, M. I. Kanjuk y M. Dawgul. Sensors and Actuators B. 58 (1999) 420.
39 M. Mizutani, S. Yabuki, Y. Sato, T. Sawaguchi y S. Iijima. Electrochim, Acta. 45 (2000) 2945.
40. A. P. Soldatkin, V. Volotovsky, A. V. El'skaya, N. Jaffrezic-Renault y C. Martelet. Anal. Chim. Acta 403 (2000) 25.
41. P. C. Pandey y G. Singh. Talanta. 55 (2001) 773.
42. M. Kanungo, A. Kumar y A. Q. Contractor. J. Electroanal. Chem. 528 (2002) 46.
43. A. P. Deng, J. T. Chengy y H. J. Huang. Anal. Chim. Acta. 461 (2002) 49.
44. V. Vostiar, J. Tkac, E. Sturdik y P. Gemeneir. Bioelectrochemistry. 56 (2002) 113.
45. M. M. Castillo-Ortega, D. E. Rodríguez, J. C. Encinas, M. Plascencia, F. A. Méndez-Velarde y R. Olayo. Sensors and Actuators B. 85 (2002) 19.
46. V. Climent, A. Rodes, J. M. Orts, A. Aldaz y J. M. Feliu. J. Electroanal. Chem. 461 (1999) 65.
47. M. Nakamura, M. B. Song y M. Ito. Surface Science. 427/428 (1999) 167.
48 D. N. Upadhyay y V. Yegnamaraman. Mat. Chem. Phys. 62 (2000) 247.

49. Y. Mi, M. S. Mathison, R. Goines, A. Logue y E. Bakker. Anal. Chim. Acta, 397 (1999) 103-111.
50. A. Pizzarielo, M. Stredansky, S. Stredanska y S. Miertus. Talanta. 54 (2001) 763.
51. R. Koncki, A. Radomska y S. X. Glab. Talanta.
52. (2000) 13.52 D. M. Jenkins y M. J. Delwiche. Biosensors & Bioelectronics. 17 (2002) 557.
53. T. Krawczynski vel Krawczynski, M. S. Moszczynska y M. Trojanowicz.Biosensors & Bioelectronics 15 (2000) 681.
54. V. Volotovsky y N. Kim. Electroanalysis. 10 (1998) 61.
55. D. B. Vargas de Santiago. Estudio electroquímico del proceso de depósito de iones metálicos sobre carbón vítreo. Tesis de Licenciatura. ICBI UAEH 2004.
56. L.H. Mendoza-Huizar, C.H. Rios-Reyes, M. Rivera-Hernández, C.A. Galán-Vidal, ATM Advances in Technology of Materials & Materials Processing 8 (2006) 152-156.
57. K. Aguilar Arteaga. Desarrollo y aplicación de membranas composite activadas. Tesis de Licenciatura. ICBI UAEH 2004.
58. M. E. Páez Hernández, K. Aguilar Arteaga, C. A. Galán Vidal, M. T. Ramírez Silva, M. Valiente Malmagro, M. E. Palomar Pardavé, y M. Romero Romo. Determinación de propiedades electroquímicas de membranas composite activadas por espectroscopía de impedancia faradáica. Memorias en extenso del XIX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica. México 2004.
59. L. A. Rodríguez Huerta, C. A. Galán Vidal, G. A. Álvarez Romero y M. E. Páez Hernández. Comportamiento potenciométrico de transductores electroquímicos grafito-epoxy hacia aniones, cationes y pH en medio acuoso. Ibersensors 2004 (IV Congreso Iberoamericano de Sensores). Puebla, Puebla, México. 27-29 Octubre 2004.
60. C. A. Galán Vidal, G. A. Álvarez Romero. Utilización de un electrodo grafito-epoxy en valoraciones potenciométricas. Memorias del XX Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica. México 2005.
61. L. A. Rodríguez Huerta, C. A. Galán-Vidal, G. A. Álvarez Romero, M. E. Páez-Hernández. Revista Mexicana de Física S 52 (2006) 17-19.
62. C. A. Galán Vidal y N. Ramos Lora. Evaluación de un biosensor poteciométrico de urea basado en una membrana enzimática de grenetina.
Estudio de cuatro alternativas de inmovilización. Memorias del XIX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica. México 2004.
63. C. A. Galán Vidal, N. Ramos Lora, M. de L. Pacheco Hernández, M. E. Páez Hernández y M. T. Ramírez Silva. Development of urea potentiometric biosensors Euroanalysis XIII (European conference on analytical chemistry). Salamanca, España. 5-10 Septiembre 2004.
64. N. Ramos Lora y C. A. Galán Vidal. Evaluación de un biosensor potenciométrico de urea basado en una membrana enzimática de grenetina.
Estudio de diferentes estrategias de inmovilización. Ibersensors 2004 (IV Congreso Iberoamericano de Sensores). Puebla, Puebla, México. 27-29 Octubre 2004.
65. N. Ramos Lora. Desarrollo de biosensores potenciométricos de urea. Tesis de Licenciatura. ICBI UAEH 2004.
66. C. A. Galán-Vidal, M. E. Páez-Hernández. Capítulo 2: Screen-printing electrochemical sensors for environmental studies. En APPLICATIONS OF ANALYTICAL CHEMISTRY IN ENVIRONMENTAL
RESEARCH. Ed. M. Palomar. (Research Signpost). India 2005, 23-36.
67. Hernández Cruz, M., Galán Vidal, C.A., Álvarez Romero G. A., Ramírez Silva, M.T., Páez Hernández, M.E. Desarrollo de sensores potenciométricos para la determinación de colesterol. Memorias del XXII Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica. México 2007.
68. C. A. Galán Vidal, S. P. Méndez Cortés, J. A. Rodríguez Ávila, G. A. Álvarez Romero, Ma. E. Páez Hernández, M. Hernández Cruz. Capítulo Electrochemical assay of arsenic (III) by square wave anodic stripping voltammetry at a silver disposable screen printed electrode. En: ELECTROCHEMISTRY AND MATERIAL ENGINEERING. Ed. M. Palomar. (Research Signpost). India 2007. 67-68.*Carlos Andrés Galán Vidal, et al.*

Influencia del tratamiento térmico (TT)con $CdCl_2$ en las propiedades estructurales y ópticas de películas semiconductoras de CdTe crecidas por erosión magnetoplanar (SPUTTERING)

H. Hernández-Contreras,[1,2*] J. A. Aguilar-Hernández,[2]
G. Contreras-Puente,[2] R. Juárez-Del Toro,[2] O.Montaño-Arango,[1]
J.R. Corona-Armenta,[1] J. Garnica-González[1]
[1] *Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial*,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Ciudad Universitaria km 4.5 carr. Pachuca-Tulancingo,
Mineral de la Reforma Hgo., México, C.P. 42184,
Tel. (771) 7172000 ext. 6315 e-mail: hhdz@uaeh.edu.mx, hhdz@esfm.ipn.mx ,
[2] *Escuela Superior de Física y Matemáticas* del Instituto Politécnico Nacional
(*) para correspondencia

Resumen

Presentamos en este trabajo un estudio sobre la influencia del tratamiento térmico con $CdCl_2$ en las propiedades estructurales y ópticas: Difracción de Rayos X (DR-X), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Fotoluminiscencia (FL) y de Transmitancia (T) en películas de CdTe crecidas por Sputtering sobre substratos de vidrio. El tratamiento térmico fue hecho a 450 ºC durante 30 min. a presión atmosférica. La concentración de la solución sobresaturada de $CdCl_2$ es del 80.0-20.0 %.

Abstract

We present in this work a study about the influence on the thermal treatment with $CdCl_2$ for optical and structural properties: Diffraction of X Rays (DR-X), Electronic Microscopy of Barred (MEB), Photoluminescence (FL) and of Transmittance (T) on layers of CdTe grown by Sputtering over glass subtracts. The thermal treatment was carried out on a 450°C basis during 30 min. atmospheric pressure. The concentration of the oversaturated solution of $CdCl_2$ is of 80.0-20.0%.

PALABRAS CLAVE

- Photoluminiscence
- CdTe
- Sputtering
- Large
- Área
- Band Gap (BG

Introducción

Una de las aplicaciones de la tecnología de película delgada es la fabricación de dispositivos fotovoltaicos, sobre todo para área grande y representa un reto, debido a la optimización de los parámetros críticos de crecimiento, con los cuales se pueden alcanzar las calidades policristalinas deseadas de acuerdo a las características fotovoltaicas requeridas. Existen varias técnicas para crecer películas delgadas como, por mencionar algunas, CSVT (Close Space Vapor Transport), CBD (Chemical Bath Deposition) o Sputtering. Para la técnica de Sputtering, realizamos el estudio en películas de CdTe crecidas sobre vidrio corning en área grande (450 cm^2) [2]. Las películas han sido analizadas estructuralmente por medio de DR-X, MEB y ópticamente por FL, T, para todas las técnicas de caracterización las muestras fueron analizadas antes (as-grown) con tratamiento térmico (as-grown + TT) y con $CdCl_2$ ($CdCl_2$ +TT).

El estudio de las técnicas de caracterización mostraron los cambios y mejorías del TT con $CdCl_2$, además de que permite obtener con gran certidumbre las transiciones electrónicas de la banda de valencia a la banda de conducción en semiconductores, en particular la energía de la brecha prohibida (Eg).

Desarrollo experimental

Los detalles del procedimiento para el crecimiento de películas delgadas de CdTe crecidas por Sputtering se reportan en [1]. Las películas delgadas de CdTe, fueron crecidas sobre vidrio corning bajo las siguientes condiciones, como se muestran en la Tabla 1.

La preparación del $CdCl_2$ se efectúo con una solución sobre saturada en alcohol etílico. El depósito del $CdCl_2$ se realizó por medio de un sistema de pulverización con la ayuda de Nitrógeno en gas, este sistema permite a la gota ser pulverizada y cubrir homogéneamente la película delgada de CdTe. El depósito se realiza sobre la muestra a una temperatura de 85 ºC cerciorándose así que el alcohol se evapore al contacto con la muestra y se queda el depósito de $CdCl_2$. El TT se realizo a una temperatura de 450 ºC a presión atmosférica durante 30 min.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento de las películas de CdTe por Sputtering.

Muestra	Substrato	T_s (ºC)	t_d (min.)	Potencia Plama (W)	Flujo Ar (sccm)
CdTe	Vidrio Corning	250	60	300	20

Para las caracterizaciones ópticas se emplearon un Difractometro de Rayos X, un Microscopio Electrónico de Barrido. Para la Fotoluminiscencia, la fuente luminosa de alta intensidad la provee un láser de $Ar+^3$ de una longitud de onda: D=6328Å, 1.95 eV y 3mW de potencia. La señal proveniente de la muestra pasa por un doble monocromador 1430-SPEX, la detección es registrada por un tubo multiplicador RCA-C31034. La transmisión óptica fue realizada usando un espectrofotómetro UV-Vis Lamba 35 Perkin-Elmer a temperatura ambiente [2].

Resultados

La Fig. 2 muestra los espectros de DR-X, se pueden observar los espectrogramas del CdTe tal cual como se obtuvo con el Sputtering, el CdTe con CdCl2 y el CdTe con TT. Se aprecia que existen maximos en la fase hexagonal del CdTe. En las gráficas se detectan los índices de Miller de las principales máximos. Otro aspecto a señalar es que hay formacion cristalina (los máximos son muy agudos).

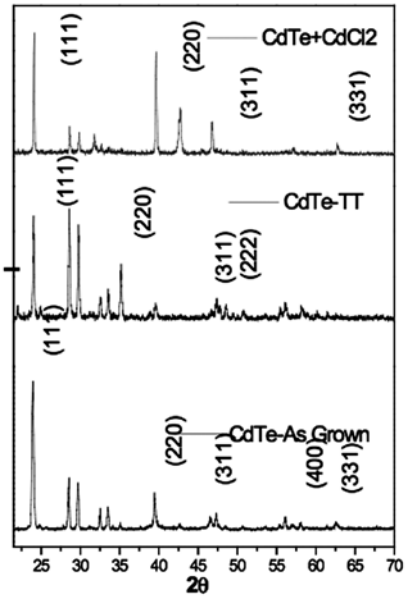


Fig. 2. DR-X a muestras de CdTe crecidas por Sputtering

Las películas de CdTe muestran un crecimiento preferencial en la dirección [1+1], correspondiente a la fase exagonal.

Los espectros de MBE, se muestran en la Fig.3, los cuales muestran espectros del CdTe tal cual como se obtuvo con el Sputtering, el CdTe con $CdCl_2$ y el CdTe con TT. Se aprecia la compactación de los cúmulos, así como área cubierta por el tamaño de grano, el cual cambia con el TT con el $CdCl_2$.

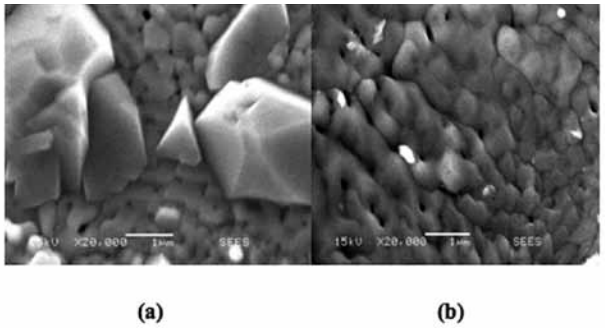


Fig.3. MEB de muestras de CdTe crecidas por Sputterig, (a) As-Gnwn, (b) TT, (c) $CdCl_2$+TT.

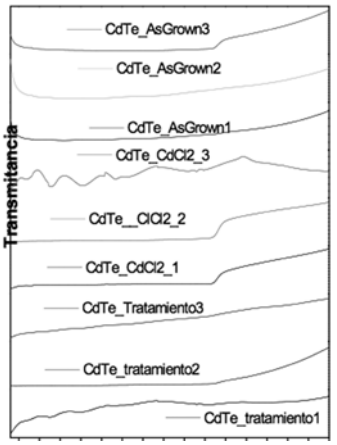


Fig. 4. Transmitancia de las muestras de TT y sin TT de CdTe crecidas por Sputtering.

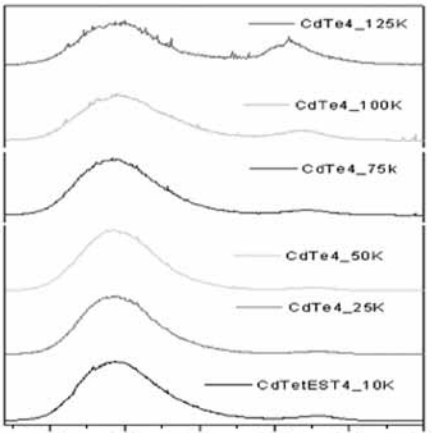


Fig.5. FL a 10<T<300 K con TTe crecidas por Sputterig.

La transmitancia se muestra en la Fig. 5. en los cuales los espectros con TT+$CdCl_2$ muestran mejoria óptica respecto a los sin Ag-Gnwn y los de TT [3]. Para la caracterización por FL. A temperatura ambiente los espectros de CdTe no mostraron señal. La Fig. 4 muestra los espectros de FL a 10<T<300, en ella se observa que se localiza un pico excitónico en 1.45 eV que es asignada a la ban-

da de defectos, se muestra también otra transición en 1.58 eV que podría ser asignada a un cambio de fase o a vacancias de Cd.

Conclusiones

Se obtuvieron mejores propiedades ópticas, estructura cristalina, tamaño de grano, absorción y emisión en películas de CdTe con TT de $CdCl_2$ crecidas por Sputtering

Agradecimientos

Parte de este proyecto fue apoyado parcialmente por el CONACyT proyecto NO. V47587r, agradecemos la participación del dr. arturo morales acevedo por el apoyo técnico en la caracterización del MEB.

Bibliografía

[1] K.W. Mitchell, Evaluation of the CdS/CdTe Hoterojuntioons Sollar Cells" Gerlad Pub. Co. (1979)

[2] H. Hernández-Contreras, G. Contreras-Puente, J. Aguilar-Hernández, A. Morales-Acevedo, J. Vidal-Larramendi and O. Vigil-Galan, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 668, H8.5.1 (2001).

[3] J. Huerta, M. López, O. Zelaya-Angel, J. Vac. Sci. Technol. B. 18 (3) p.1716 (2000).

[4] H. Hernández-Contreras, J.N. Ximello-Quiebras, R. Mendoza-Pérez, G. Contreras-Puente, J.Aguilar-Hernández, O. Vigil-Galan and F.Cruz-Gandarilla, 28th IEEE Phovoltaics Specialist Conference, Alaska, USA, September 3-5, 2000 Proceeding IEEE-PSC 28, p. 700 (2000).

A simulator for active database systems

Joselito Medina-Marín,* Xiaoou Li, Marco A. Montufar-Benítez, Aurora Pérez Rojas, Oscar Montaño-Arango, José Ramón Corona-Armenta, Jaime Garnica-González

Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ciudad Universitaria km 4.5 carr. Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma Hgo., México, C.P. 42184, tel. (771) 7172000 ext 6315, e: mail: jmedina@uaeh.edu.mx
(*) para correspondencia

Abstract

Active database systems were introduced to extend the database functionality. As well as a repository of data, active database can detect the occurrence of events in a database system and react automatically to that event occurrence and execute certain actions either inside or outside the database. This behavior is specified by means of ECA (event-condition-action) rules, i.e., when an event has occurred, if the condition is evaluated to true, then an action is executed. The development of a set of ECA rules involves the knowledge of the database structure and the relationships that can exist among the ECA rules, which may produce an inconsistent state in the database. Therefore, it is so important to verify a rule set before its implementation in the active database, and one method to determine if a rule set will produce consistent states of the database is through the simulation of ECA rule firing. In this paper a simulator for active databases, named ECAPNSim, is described. ECAPNSim uses the definition of ECA rules like a structure of an extended Petri net model, the Conditional Colored Petri Net (CCPN). Conditional Colored Petri Net definition involves the knowledge and execution model, which describe the features that an active database system must have. Furthermore, in order to simulate the occurrence of database events, ECAPNSim has been enhanced with the addition of distribution functions for each place that denote events of the ECA rule set.

Keywords

- Petri net
- Active Database
- ECA rules
- Simulation

Resumen

Los sistemas de bases de datos activas se introdujeron para ampliar la funcionalidad de las bases de datos. Además de funcionar como un repositorio de datos, las bases de datos activas, pueden detectar la ocurrencia de eventos en un sistema de base de datos y reaccionar automáticamente ante la ocurrencia de estos eventos y ejecutar ciertas acciones, ya sea dentro o fuera de la base de datos. Este comportamiento puede especificarse por medio de reglas ECA (evento-condición-acción), es decir, cuando un evento ha ocurrido, si la evaluación de la condición se evalúa como verdadera, entonces una acción se ejecuta. El desarrollo de un conjunto de reglas involucra el conocimiento de la estructura de la base de datos y las relaciones que pueden existir entre las reglas ECA, las cuales podrían producir un estado inconsistente en la base de datos. Por lo tanto, es muy importante el verificar un conjunto de reglas antes de su implementación en la base de datos activa, y un método para determinar si un conjunto de reglas producirá estados consistentes en la base de datos, es a través de la simulación del disparo de las reglas ECA. En este artículo se describe un simulador para base de datos activas, denominado ECAPNSim. ECAPNSim utiliza la simulación de reglas de ECA como una estructura de un modelo de red de Petri extendido, la red de Petri coloreada condicional (CCPN, Condicional Colored Petri Net). La definición de CCPN contiene a los modelos de conocimiento y ejecución, los cuales describen las características que un sistema de base de datos activa debe contener. Además, para simular la ocurrencia de eventos de base de datos, ECAPNSim ha sido mejorado con el aditamento de funciones distribución en cada lugar, que denota a un evento que está siendo monitoreado dentro del conjunto de reglas ECA.

Introduction

Traditional databases (DB) were developed to store a huge amount of information. In this DB type the information only is accessed by insert, delete, update and query algorithms, which were previously programmed in a Data Manipulation Language (DML) by the DB administrator. The set of all this data manipulation programs is the Database Management System (DBMS). However, the execution of those programs is performed only by the request of either a DB user or the DB administrator.

Nevertheless, there are systems that cannot be implemented by using a traditional DB approach. Such systems are those where is well known that if certain events occur in the DB and if the DB state satisfies certain conditions, then an action or procedure is performed in the DB. Therefore, it is necessary to use an approach where a DB could have the ability to react automatically when an event occurs either inside or outside DB environment, after this, it can verify the DB state to evaluate conditions, and if condition is evaluated to true it can execute procedures that modify the DB state. In order to provide of active behavior to traditional DB, Active Databases (ADBs) were introduced. If a human being takes charge to detect the event occurrences, verify conditions, and execute procedures instead an ADB system, then the system may not work well. Thus, it is very important to add enough information to DB about the active behavior and convert a traditional DB into an Active one.

Active behavior of a DB can be defined through a base of active rules, which has the specification of events that will be detected, conditions that will be evaluated, and actions or procedures that will be performed in the DB. The model most widely used is the event-condition-action rule (ECA rule) model, whose general form is as follows [1]:

on event e1
if condition c1
then action a1

ECA rule model works in the following way: when an event e1 that modifies the current DB state occurs, if condition c1 is evaluated to true against DB state, then either an action a1 is executed inside DB or a message is sent outside DB.

An event e1, which can trigger to an ECA rule, can be of two types: primitive event or composite event [2]. A primitive event is generated by the execution of an operation over the DB information (insert, delete, update, or select), a DB transaction, a clock event (which can be absolute, relative, or periodic), or the occurrence of a DB external event. On the other hand, composite events (disjunction, conjunction, sequence, closure, times, negation, last, simultaneous, and any) are formed by the occurrence of a combination of primitive and/or composite events.

Composite events increase the complexity of a base of active rules because composite events are represented by complex structures, which need to be evaluated when a composite event is raised. In the same way that a composite event increases the complexity of a base of active rules, relationships between ECA rules increase the complexity of a base of active rules.

Furthermore, active rules must be validated before its implementation into a real active database system, in order to known its behavior and to verify the presence of situations that may produce an inconsistent state in the database system.

This verification can be performed trough the simulation of the active rules. In this paper an ECA rule simulator is presented, which uses a Petri net model, named Conditional Colored Petri Net (CCPN), to depict ECA rules as a Petri net structure, and with the token game animation the event occurrence and rule triggering are analyzed in order to detect active database problems such as No termination and confluence [2].

Related work

There are several research studies about active databases and the development of ECA rules. Relational systems, such as starburst [3], Postgres [4], Ariel [5], SYBASE [6], INFORMIX [7], ORACLE [8], among others, provide an active functionality based on triggers, but they cannot handle composite events at all.

Triggers only supports the composite event disjunction, and structure primitive events that are defined over a table, moreover, in the action part of triggers cannot be executed another trigger.

On the other hand, Object Oriented DB systems (such as HiPAC [9], EXACT [2], NAOS [10], Chimera [11], Ode [12], Samos [13]) provide more elements of active systems, like the composite event handling. Nevertheless, because of the different structures and classes used to develop Object Oriented DB systems, there is not a standard model to define ECA rules in these systems.

Few researches have adopted Petri nets as ECA rule specification language [13], [14] [17]. In [17], the authors proposed an Action Rule Flow Petri Net (ARFPN) model, and a workflow management system was illustrated to verify their ARFPN model. However, their model has much redundant structure because of using many BEGIN OFs, END OFs to describe events, conditions and actions. SAMOS is a successful ADB system, Petri nets is partially used for composite event detection and termination analysis. But, the framework is not Petri-net-based.

Colored Petri Nets (CPN) is a high-level Petri nets which integrates the strength of Petri nets with the strength of programming languages. Petri nets provide the primitives for the description of the synchronization of concurrent processes, while programming languages provide the primitives for the definition of data types and the manipulation of their data values [18]. So it is more suitable for active database than ordinary Petri nets since it can manipulate data values. By using CPN one can not only revealing the interrelation between ECA rules but also capture the operational semantics. For these reasons, CPN is very suitable for modeling and simulation of active rules. References [17] adopted CPN as rule specification language. However, there exists much redundant PN structure for using "begin of", "end of" events, conditions and actions repeatedly. So, Their CPN model is very large even for a small rule set. Therefore, the complexity of CPN management increases. In SAMOS a SAMOS Petri Nets (S-PN) was proposed for modeling and detection of composite events. S-PN is also CPN-like where a different perspective for colors was taken. Colors in S-PN are token types, and one token type is needed for each kind of primitive event.

Conditional Colored Petri Net definitions

There are several proposals to support reactive behaviors and mechanisms inside a DBS, which

is best known as an ADBS. Nevertheless, these proposals are designed for particular systems, and they cannot be migrated to any other system, moreover, there is not a formal ADBS proposal.

In this paper, a general model to develop ECA rules in an ADBS is proposed, based in PN theory, which can be used as an independent engine in any DBS. An ADBS must offer both a knowledge model and an execution model. Knowledge model specifies the elements of the ECA rule, i.e., the event, condition, and action part. On the other hand, execution model describes the way in that the ECA rule set will be executed.

In knowledge model, each ECA rule element is converted into a CCPN element. The event, which activates the ECA rule, is converted in a CCPN structure that is able to perform the event detection. A Primitive event is depicted by a CCPN place, but if the event rule is composite, then the corresponding CCPN structure is generated. Both types of events finish in a place, which will be used as an input place for a transition.

A CCPN transition holds the next element of an ECA rule, the conditional part. It verifies if there are tokens in its input place and evaluates the conditional part of the ECA rule that is holding. Unlike traditional PN transitions, CCPN transitions have the ability to evaluate boolean expressions.

Finally, the ECA rule element action. When action part is executed in a DBS, it modifies the DB state. This can be viewed as an event that modifies the DB state. Events are represented as CCPN places, thus action part is represented by a place too. The difference between places for events and places for actions is that places for events are input places to transitions, and places for actions are output places from transitions.

CCPN execution model is based in the transition firing rule of PN theory. It provides mechanisms to create tokens with information, or color, about events that are occurring inside the DB. New tokens are placed in the corresponding places for those events. This is the way in that an ECA rule set is processed and both composite and primitive events are detected.

By using Colored Petri Nets (CPN) is possible to depict ECA rules, but only those that have primitive events. ECA rules with composite events cannot be represented efficiently with CPN.

Definition Conditional Colored Petri Net (CCPN) [19] is a Petri net extension, which inherits attributes, and transition firing rule from classical PN [14] [15] [16]. Furthermore, CCPN takes concepts from the CPN, such as data type definition, color (values) assignation to tokens, and data type assignation to places.

In the CPN case, data type assignation is performed for all the places of CPN, on the other hand, in the CCPN case, data type assignation for places is not general, because the CCPN handles a kind of place (virtual place) with the ability to hold different types of tokens.

In order to evaluate conditional part of ECA rule stored inside a CCPN transition, a function is defined to do this task. Evaluation function analyzes the boolean expression and match it with the DB state to determine its boolean value.

Some composite events needs to verify a time interval, hence CCPN provides a function that assigns time intervals to a CCPN transition, which will be the responsible to verify if events are occurring inside time interval defined,

likewise the evaluation of ECA rule condition is done. These types of transition are named composite transition.

Each event occurs in a point of time, thus, CCPN provides a functions that assigns a time stamp to every token created. Time stamp value is the time instant in which the event has occurred. It is useful to verify if an event occurred inside a time interval or to detect composite events such as sequence and simultaneous.

Finally, every time that an event occurs, a token must be created. CCPN has a function to initialize tokens, in other words, when an event occurs in DB, a new token is created by CCPN and its attributes are initialized to the corresponding event values. The new token is put in the place that represents to detected event.

CCPN is an extension of PN that uses CPN concepts [18]. In order to save event information in tokens and to create new tokens with data about the action part of the ECA rule, CCPN uses the concept of "color" taken from CPN. The values stored in tokens are used to evaluate the conditional part of the rule stored in the transition of CCPN. CCPN uses the multi-set concept from CPN, because a CCPN place may have several events at the same time. Unlike CPN, CCPN evaluates conditions inside transitions; meanwhile CPN evaluates conditions in its arcs.

ECAPNSim

ECAPNSim is a graphical interface developed as a part of this research, in order to convert automatically ECA rule sets into CCPN structures. Furthermore, ECAPNSim can provide of active functionality to relational databases by establishing communication via ODBC-JDBC drivers. ECAPNSim detects events in the DB, it performs the evaluation of condition, stored in transitions, and it executes actions inside the DB, according to the ECA rule set represented as a CCPN.

ECAPNSim has two modalities: in the first one, ECAPNSim works as a PN simulator, where the simulation of the ECA rule set behavior is performed; and in the second one, ECAPNSim works as the engine of an active database, in other words, ECAPNSim is placed as an upper layer over a DB system, ECAPNSim "listen" the events that modify the DB state and if there is any event that is in the CCPN as a place, then ECAPNSim takes information about the event and create the token about the event, after that, ECAPNSim places the new token in its corresponding place and starts the token game animation (ECA rule firing).

Incorporation of distribution functions

ECAPNSim was enhanced with the addition of distribution functions, which are useful to simulate and to analyze the event occurrence in an active rule base.

Distribution functions which are able in ECAPNSim are beta, binomial, Cauchy, chi square, exponential, gamma, geometric, uniform, and weibull, among others. The use of this set of functions depends on the active rule base that will be simulated.

Each place in the CCPN has the property for the definition of a distribution function, according to the frequency of the event occurrence. The values for the functions can be determined by a statistical analysis of the data about the real occurrences of the events that fire ECA rules.

Conclusion

Currently there are database management sys-

tems that support ECA rule definition by the use of "triggers", however "triggers" has several restrictions that limits the power that an active database must offer.

On the other side, there are research prototypes that support ECA rule definition, too; and they are more powerful because composite events such as conjunction, disjunction, etc., can de defined. Nevertheless, like database management systems, ECA rule definition is performed in the syntax of every active database.

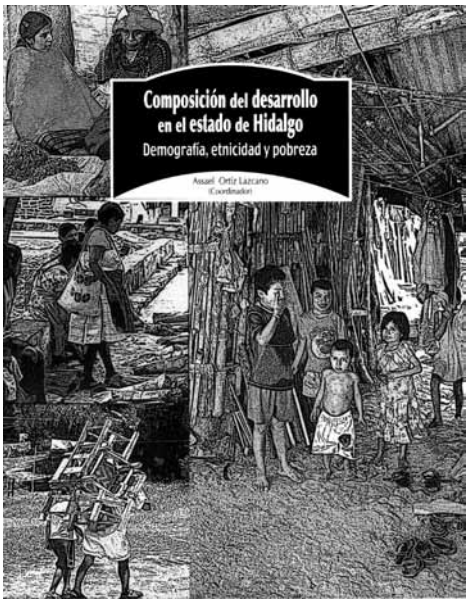
ECAPNSim is an interface that generates a CCPN from an ECA rule de- finition typed in the on-if-then form. It carries out the simulation of the CCPN behavior according to the event occurrence in a random way, which depends on the distribution function assigned.

ECAPNSim has been improved with the addition of distribution functions in each place that denote an event occurrence.

Referencias

[1] A. Silberschatz, H. F. Korth, S. Sudarshan, Database System Concepts, Third Edition, McGraw-Hill, 1999.
[2] N. W. Paton, O. Diaz, Active Database Systems, ACM Computing Surveys, Vol. 31, No. 1, pp. 64-103, 1999.
[3] J. Widom, The Starburst Active Database Rule System, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No. 4, August 1996.
[4] M. Stonebraker, G. Kemmintz, The POSTGRES Next-Generation Database Management System, Communications of the ACM, Vol. 34, No. 10, October 1991.
[5] E.N. Hanson, The Design and Implementación of the Ariel Active Database Rule System, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No. 1, 1996.
[6] D. McGoveran, C.J. Date, A guide to SYBASE and SQL Server : a user's guide to the SYBASE product, Sybase, Inc, 1992.
[7] T. Lacy-Thompson, INFORMIX-SQL, A tutorial and reference, ISBN-0-13-465121-9, Ed. Prentice Hall, 1990.
[8] C.J. Hursh, J.L. Hursch, Oracle SQL Developer's Guide, ISBN-0-8306-2529-1, Ed. McGraw-Hill, 1991.
[9] U. Dayal, B. Blaustein, A. Buchmann, U. Chakravarthy, M. Hsu, R. Ledin, D. Mc-Carthy, A. Rosenthal, S. Sarin, M.J. Cary, M. Livny and R. Jauhari, The HiPAC Project: combining active database and timing constraints, SIGMOD
[10] C. Collet, T. Coupaye, Composite Events in NAOS. In 7th International Conference and Workshop on Database and Expert Systems Applications. (DEXA'96). LNCS 1134, pages 244—253, Zurich, Switzerland. 1996.
[11] S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi, L. Tanca, Active Rule MAnagement in Chimera, Active Database Systems: Triggers and Rules for Advanced Database Processing, Ed. Jennifer Widom and Stefano Ceri, pages 151-176. 1996.
[12] N. Gehani, H.V. Jagadish, Active Database Facilities in Ode, Active Database Systems: Triggers and Rules for Advanced Database Processing, Ed. Jennifer Widom and Stefano Ceri. 1996, pages 207-232.
[13] E. Gatziu, K.R. Ditrich, SAMOS, Active Rules in Database Systems, Norman W. Paton, Editor. 1999, pp. 233-248.
[14] X. Li, J. Medina-Marín, and S.V. Chapa, A Structural Model of ECA Rules in Active Database, Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICAI'02), Mérida, Yucatan, México, April 22-26, 2002
[15] X. Li, J. Medina Marín, Composite Event Specification in Active Database Systems: A Petri Net Approach, IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, The Hague, The Netherlands, Oct, 2004.
[16] J. Medina Marín, X. Li, An Active rule base Simulator based on Petri Nets, The Third International Workshop on Modelling, Simulation,Verification and Validation of Enterprise Information Systems MSVVEIS-2005, Miami, USA., May 24, 2005.
[17] M. Schlesinger, G. Lörincze, Rule modeling and simulation in ALFRED, the 3rd..International workshop on Rules in Database (RIDS'97) (or LNCS 1312), Skövde, Sweden, June, pp. 83-99, 1997
[18] K. Jensen, An Introduction to the Theoretical Aspects of Colored Petri Nets. Lecture Notes in Computer Science: A Decade of Concurrency, vol. 803, edited by J. W. de Bakker, W.-P. de Roever, G. Rozenberg , Springer-Verlag, pp. 230-272. 1994.
[19] J. Medina Marín, Desarrollo de reglas ECA, un enfoque de red de Petri, Ph. D. Dissertation, CINVESTAV-IPN, México, 2005.

Reseñas



Composición del desarrollo en el Estado de Hidalgo. Demografía, enticidad y probreza

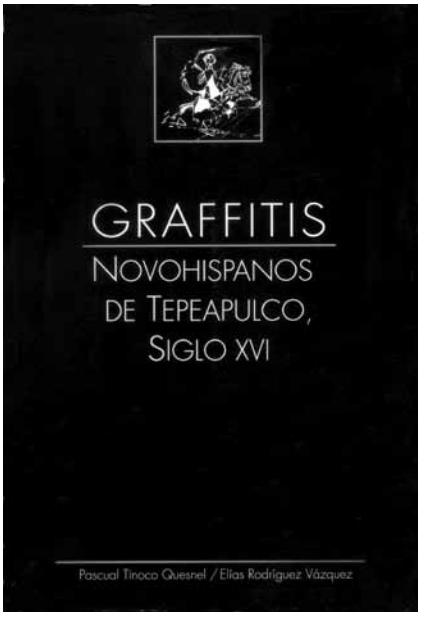
Assael Ortiz Lazcano, coordinador
UAEH, Pachuca Hgo, 180 pp.

El documento proporciona al lector un contexto general sobre la estructura del desarrollo social en nuestra entidad. Se trabaja con estadísticas fehacientes entre los cuales se encuentran: El Programa de Encuestas de Fecundidad en América Latina tanto en el escenario urbano como en el rural (PECFAL), la Encuesta de la Dinámica Demográfica (ENADID), así como proyecciones de la población de la década de 1960-1970 y datos censales del INEGI de 2000. El análisis e interpretación de éstos, permitirá rediseñar las políticas públicas con un sustento confiable y así encontrar los caminos que permitirán derribar los obstáculos que enfrenta la entidad en materia social.

El libro sintetiza las características socio demográficas que han permeado a la entidad, durante los últimos 50 años, para posteriormente hacer énfasis en el fenómeno migratorio, tanto en su esfera internacional como interna. Asimismo se aborda el tema de la fecundidad, pero desde la perspectiva de los medios de comunicación. Éste elemento de la dinámica demográfica tiene importancia trascendental, ya que actualmente es coparticipe del envejecimiento demográfico y otros problemas poblacionales. Posteriormente se trabaja el tema del café en el estado de Hidalgo, el caso especifico de la región Otomí-Tepehua, caracterizado por ser una de los lugares con más alta marginación y pobreza en la entidad. También, se discuten algunas críticas sobre el Valle del Mezquital, otra región hidalguense con sus particularidades de pobreza, marginación y migración internacional. En ese espacio también se indaga sobre la identidad del otomí en el municipio de Ixmiquilpan Hgo., visto desde el análisis político del discurso.

Por ultimo se abordan temas sobre la pequeña industria de la confección, el caso especifico de Pachuca, así como el mercado laboral del técnico superior universitario; en un escenario cada vez más estrecho para los nuevos profesionales de todas las áreas. Este texto permite conocer algunos aspectos representativos de Hidalgo, desde el punto de vista demográfico y social.

ISRAEL CRUZ BADILLO
Área Académica de Ciencias Políticas y Administración Pública, ICSHu.



Graffitis Novohispanos de Tepeapulco. Siglo XVI

Pascual Tinoco Quesnel
y Elías Rodríguez Vásquez
UAEH-INAH-CONACULTA, MÉXICO, 185 pp.

Muchas ciudades del mundo, de México incluso algunas de nuestro estado están marcadas por inscripciones que tienen una serie de características estéticas propias, emanadas de prácticas urbanas muy específicas, sobre todo como reflejo del comportamiento juvenil. Esto hace que el concepto "graffiti" no sea una novedad para nosotros actualmente. Sin embargo no es algo nuevo, como afirman Pascual Tinoco y Elías Rodríguez ya que durante el siglo XVI este tipo de manifestaciones también fueron una forma de expresión de muchos aspectos de la vida cotidiana de la época.

El valor cultural del graffiti es una controversia en nuestros días; imaginamos que en el pasado también, al constatar el lugar donde fueron encontrados las inscripciones motivo de esta obra. Para algunos es una agresión a los cánones mas consensuados en el ámbito de la estética. Para otros expresión cultural de gran valor, sobre todo al destacar una serie de expresiones subculturales, que son parte de nuestro entorno, tema que se desarrolla en el capitulo i de la obra.

Este estudio recoge minuciosamente, bajo una adecuada metodología, el análisis realizado, durante el año 2005, a un conjunto de inscripciones descubiertas en el ex convento de Tepeapulco, en el estado de hidalgo, trabajos que corresponden al siglo XVI y se enfocan a reproducir una serie de aspectos de la vida de la sociedad novohispana. Sin lugar a dudas, esta tarea se transformará en una obra de consulta obligada para analizar la historia de este siglo.

La temática más recurrente de estos graffitis es la fiesta, como expresión popular y la tauromanía, como expresión del trabajo en una región ganadera, así como la propia arquitectura religiosa, de templos y una serie de practicas y elementos del contexto cultural novohispano, como el diablo, los caballos y las brujas entre otros.

Sin duda los autores nos invitan a adentrarnos en una faceta poco conocida de la nueva España, la no oficial; una mirada desde lo ilegitimo para la época, tal vez de los marginados que ocuparon los últimos lugares de la estructura social de la época. Son expresiones culturales, de trazo simple, pero de una enorme riqueza e interpretación cultural.

Es un estudio interesante, que despertara en los jóvenes una suerte de comparación entre lo oculto y clandestino de hoy con lo de ayer. La edad, la posición social y el descontento unen varios siglos de desarrollo cultural de nuestro país.

JORGE PEÑA ZEPEDA
Área Académica de Ciencias Políticas y Administración Pública, ICSHu

Políticas y bases de Ciencia Universitaria

1. Objetivo

La revista, *Ciencia Universitaria* de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, tiene como objetivo principal dar a conocer los resultados de las actividades científicas, tecnológicas y académicas a través de artículos de divulgación e información originales e inéditos relevantes con la finalidad de contribuir en la difusión y avance científicos que se realizan en la Universidad y en instituciones educativas y centros de investigación tanto del estado como nacionales e internacionales.

2. Política editorial de divulgación de la ciencia

La revista comprende tres apartados: a) artículos científicos, b) artículos de divulgación, los cuales son revisados por especialistas huéspedes del comité editorial, el cual esta integrado por investigadores expertos de las diferentes áreas, pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional entre ellas la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y c) Aspectos diversos (notas científicas, eventos, reseñas, noticias, vínculos, ensayos analíticos…) en la que se incluyen datos relacionados con la investigación y las actividades de divulgación, eventos a realizarse e información general en materia de investigación.

Los trabajos presentados deberán de ser originales y de calidad relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, las Artes, Ciencias Sociales y Humanidades. Al momento de someter la publicación y ser aprobada los autores ceden los derechos autorales a la Revista de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo de manera que la misma podrá publicarlos en formatos impresos y/o electrónicos que considere convenientes.

Podrán someter artículos investigadores, académicos, alumnos de nivel superior y posgrado y profesionistas de la UAEH u otras instituciones educativas o empresariales que cumplan con las bases de la publicación. También se publicarán artículos por invitación del Comité Editorial, los cuales serán sometidos a la misma revisión que lo enviados por los autores de forma libre.

Los artículos reflejarán calidad académica y rigor en la investigación, mostrarán la importancia y el impacto que se presenta en la solución de problemas científicos, tecnológicos, industriales y sociales.

El autor o los autores que sometan a dictamen sus trabajos deberán considerar las normas publicadas de acuerdo con los siguientes criterios: Enviar el escrito por vía electrónica y hacerlo llegar al editor acompañado de dos cartas. La primera, en formato PDF, firmada por el autor responsable solicitando la publicación del artículo. Incluirá nombre completo, correo electrónico, número de teléfono, dirección de todos los autores, ficha curricular, grado académico, adscripción actual y si es miembro del SNI, además otra información que considere pertinente en un máximo de siete líneas. Si desea que su correo electrónico aparezca en la publicación deberá dar la indicación expresa. El autor principal será el responsable de manifestar conformidad en nombre de todos los autores en relación con la publicación de *Ciencia Universitaria* así como de cualquier problema que se origine por la autoridad u originalidad del trabajo.

La segunda carta donde los autores deberán confirmar que se trata de un trabajo original que no ha sido publicado ni sometido a otra revista e incluso a su publicación en internet.

Es un requisito el autor o los autores indiquen tres arbitros de reconocido prestigio académico de otras instituciones nacional e internacional que no

hayan revisado con anterioridad el documento. El nombre de los arbitros propuestos se acompaña con el gardo acad;emico, nombre completo, institución, dirección de adscripción y correo electrónico.

El Comité Editorial se reserva el derecho de hacer los cambios pertinentes para su publicación en *Ciencia Universitaria*, previa consulta con el autor o los autores para que se ajuste mejor al estilo y los objetivos de la revista así como de rechazar los artículos que no cumplan con las características de las bases.

3. Aspectos y características de los artículos

3.1. Titulo breve y claro

3.2. Datos del autor o autores: presentar en primer lugar el nombre completo del autor principal y posteriormente lo demás autores, agregando en seguida para cada uno los siguientes datos: institución, departamento, centro o área de adscripción, dirección, teléfono, fax, correo electrónico. Identificar con un asterisco el autor que sea responsable de la publicación.

3.3. Redacción adecuada: escrito en altas y bajas, según las reglas gramaticales y en tercera persona.

3.4. Ortografía: no presentar faltas de ortografía.

3.5. Lenguaje accesible: se debe tomar en cuenta que los lectores son de diversas áreas, por lo que se sugiere utilizar palabras sencillas, frases cortas y simples o bien, cuando se incluyan términos técnicos o siglas desconocidas, deberán explicarse en el cuerpo de trabajo, especialmente en los artículos de divulgación.

4. Del formato

4.1. Escrito en computadora: en formato microsoft word en 12 puntos, tipología times new roman, el titulo en mayúsculas en 14 puntos, márgenes superior e inferior 2.5 cm. margen izquierdo y derecho de 3 cm. Con interlineado en 1.5, la extensión no menor de 8 ni mayor de 15 cuartillas incluyendo las ilustraciones.

4.2. Ilustraciones: La ilustración puede ser una fotografía, dibujo, cuadro o tabla (en procesador word), en tamaño de por lo menos 5 x 8 cm, enviar en archivos de imagen, la lista de tablas y figuras se presenta independiente del texto. (ejemplos: Figura 1. Altura promedio en plántulas de laucaría racemosa, Tabla 8. Provincia VI. Sierra de Chiapas y Guatemala. Inventario de clases, subclases y tipos de paisaje). Las imágenes deberán enviarse en formatos jpeg, jpg, gif, bmp, tiff, eps, upeg, pict y photoshop, en 300 dpi y verificar su calidad en esa resolución. Los dibujos o esquemas deberán ser en original.

No hay restricciones en el número de imágenes, sin embargo deberán ser justificadas. No se publicaran imágenes que hayan sido copiadas de otra publicación, se pueden usar copias libres de derecho de autor y/o rediseñadas con programa adecuado.

5. Estructura del contenido

5.1. Artículos de Investigación.

Corresponde a artículos que informan de los resultados o avances de investigación, tanto de investigadores de la UAEH como investigadores externos, cuyos textos estén comprendidos dentro de las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, las Artes y las Ciencias Sociales y Humanidades. La presentación deberá llevar el siguiente orden en la medida de lo posible.

a. Abstract: deberá ser un solo párrafo que reúna las principales aportaciones del artículo en un máximo de 200 palabras. El abstract deberá ser escrito en español y en el idioma ingles, deberá ser colocado al principio del artículo. Después del abstract, se deberá incluir una lista de 5 palabras clave, las cuales deberán ser escritas en español.

b. Introducción: donde señale en qué consiste el trabajo completo, su objetivo, antecedentes, el estado actual del problema y la hipótesis.

c. Materiales y Métodos: en que se describa en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

d. Resultados: donde se exprese el producto del trabajo con claridad y en lenguaje sencillo; se podrán presentar datos de medición o cuantificación.
e. Discusión: en donde se presente la interpretación de los resultados de acuerdo con estudios similares, es decir correlacionando los resultados del estudio con otros realizados, además de enunciar ventajas del estudio, sus aportaciones pero evitando adjetivos que elogien los resultados.
f. Conclusiones donde se precise qué resultados se obtuvieron y si permitiron verificar hipótesis, y se planteen perspectivas del estudio y la aplicación de los resultados.
g. Bibliografía: Describe las principales fuentes bibliográficas consultadas, se podrán ordenar alfabéticamente o numéricamente indicando en el texto de forma clara a cual cita se refiere.

5.2 Artículos de divulgación
Corresponde a artículos de temas relevantes de ciencia, con el objetivo de divulgar el conocimiento; estos textos van dirigidos al público no especializado por lo que se deberán exponer de una manera clara y sencilla. La presentación del contenido será la siguiente:
a. El título debrá ser corto y atractivo.
c. El texto deberá dividirse en secciones con subtítulos para separarlas.
d. Se debe establecer una conexión entre los apartados.
e. Se recomienda incluir citas y referencias que soporten la información.

6. Bibliografía y referencias bibliográficas

Para ambos tipos de artículos, de investigación y divulgación científica, la bibliografía deberá contener la siguiente información:
De libros:
• Nombre del autor en mayúsculas, comenzando por el apellido e iniciáles del nombre (es).

• Dos autores deberán conjuntarse con la letra *y* minúscula, para más de tres autores se agrega la frase *et al* y por último una coma.
• Título del libro en letra cursiva y punto.
• Número del volumen cuando sea el caso, número de edición y coma.
• País, dos puntos, editorial, coma, número de páginas, coma y año.

De publicaciones periódicas:
• Nombre del autor o autores comenzando por el apellido y en mayúsculas, coma.
• Nombre del artículo coma y nombre de la publicación en letra cursiva, punto.
• Volumen, coma, páginas consultadas, coma, fecha de publicación.

De páginas web:

• Nombre del autor o autores en mayúsculas, comenzando por el apellido y coma.
• Nombre de la publicación y punto.
• Preposición De, dos puntos.
• Dirección del sitio web, coma y fecha de publicación

7. Especificaciones de envío

1. Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido que anteriormente se han especificado.
2. Para envío de artículos y comentarios a la siguiente dirección: cienciauniversitaria@hotmail.com. Edificio CEVIDE, Planta Baja, Ciudad Universitaria, Carr. Pachuca a Tulancingo Km. 4.5, Mineral de la Reforma Hidalgo, o las siguientes: claudia200357@hotmail.com, rosticastillo@yahoo.com.mx que incluya, en el caso de colaborciones, archivos adjuntos del artículo, solicitud de publicación, confirmación y firma de la originalidad del trabajo, resumen curricular, propuesta de arbitros, las ilustraciones y/o tablas y un resumen curricular del autor responsable.

8. Características de la revisión de artículos

El editor de la revista se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.

El Comité Editorial de cada número está integrado por investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores o investigadores de reconocido prestigio, expertos en el área, que por invitación participan como árbitros.

Todos los trabajos son revisados por dos o tres investigadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo, si se acepta con modificaciones o si definitivamente se rechaza.

Si el trabajo es aceptado, pero con modificaciones, se turnarán las observaciones al autor, éste deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles. El autor nuevamente entregará a la editora el archivo corregido, para su publicación.

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.

Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva.

Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, a menos que se especifique lo contrario.