

Cultura Científica y Tecnológica



Marzo – Abril, 2006. Año 3, N° 13

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

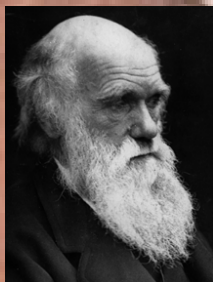


Diversidad de mosquitos

Purificación de agua
en Ciudad Juárez

Ciencia
desde
México

El testamento científico de
Charles Darwin



CULCyT



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Felipe Fornelli Lafón
Rector

Quím. Héctor Reyes Leal
Secretario General

Ing. Rafael Woo Chew
Director del IIT

M.I. Gerardo Sandoval Montes
Coord. de Investigación del IIT

CULCyT

Fundador y Director Editorial

Dr. Victoriano Garza Almanza

Subdirector Editorial

MC Luis Felipe Fernández

Comité Editorial

Dr. Mohammad Badii. UANL

Dra. Lucy Mar Camacho. ITESM

Dr. Pedro Cesar Cantú. UANL

Dra. Perla Elvia García. UACJ

Dr. Victoriano Garza. UACJ

Dr. Cuauhtémoc Lemus. CIMAT

Dr. José Mireles Jr. UACJ

Dr. Jorge E. Rodas. ITESM

Dr. Barry Thatcher. NMSU

Dr. Hugo Vilchis. NMSU

Columnas

Dr. Jorge E. Rodas O.

Coordinador

MC Luis Felipe Fernández

Dr. Victoriano Garza

MC Gerardo Padilla

Webmaster: Ing. Leonardo Arroyo.



Nubes sobre IIT. UACJ.

Cultura Científica y Tecnológica (CULCyT) es una revista académica multidisciplinaria, publicada bimestralmente por el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que tiene como misión contribuir a la formación integral de los jóvenes universitarios y fomentar el interés público por la ciencia y la tecnología. La revista **CULCyT** es editada por el Programa para la Formación de Investigadores del IIT. Registro en trámite. **Oficina:** Av. del Charro 610 Nte. Edificio "E" 213-E. C.P. 32310. Cd. Juárez, Chihuahua. MÉXICO.

Tel/Fax (52-656) 688-48-46.

Correo electrónico: vgarza@uacj.mx

Los autores son responsables de sus textos.

Indexada en el **Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: LATINDEX.** <http://www.latindex.unam.mx/>

CULCyT en línea: <http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/default.htm>



Portada: Sapucaí

CULCyT

CONTENIDO

Marzo – Abril. 2006.

Año 3, N° 13

CARTA DEL EDITOR

El enemigo número uno de la salud pública **3**

BIONOMÍA

Diversidad y relevancia de los mosquitos **4**

AGUA POTABLE

Evaluación de los procesos de purificación de una despachadora de agua potable en Ciudad Juárez **17**

DOCUMENTOS CLÁSICOS

El testamento científico de Charles Darwin **26**

COLUMNAS

Victoriano Garza *Publica o Perece* **29**

Jorge Rodas *La Puerta* **31**

CIENCIA DESDE MÉXICO

Peligran 981 especies de plantas **32**

Homo energeticus **33**

La ciencia en México: en estado de subdesarrollo lamentable **33**

Ignora el gobierno el papel de la ciencia como palanca de desarrollo **35**

Paredes pide a la comunidad científica vincularse con la sociedad **36**

Presidente de la AMC ve etapa incierta para la ciencia **37**

Carta del editor

El Enemigo Número 1 de la Salud Pública

Badii y colaboradores presentan un amplio artículo de revisión sobre los mosquitos, que comprende la taxonomía, ciclos de vida, y modos de sobrevivencia. Refieren aspectos relacionados con su metamorfosis y hábitat. También ofrecen un amplio catálogo de los más importantes géneros, donde se ilustra cada uno de ellos. El mundo de los mosquitos, más allá de lo que el lego pueda imaginar, es muy diverso y complejo, y, al tenerlos ante sí, prácticamente no encuentra diferencias entre una y otra especie. Lo cierto es que sus semejanzas son tan profundas, no sólo en lo físico sino en sus conductas, como las que existen entre el hombre, el gorila, el chimpancé y otros primates.

Su principal importancia se debe a que transmiten numerosas enfermedades al hombre y los animales, y su impacto económico suele ser devastador en regiones o países poco desarrollados. Pero el progreso ya no los detiene con sus más modernos insecticidas y viviendas acondicionadas, ni con ríos y pantanos controlados; hay especies de mosquitos, como el *Aedes albopictus*, que han viajado de uno a otro continente y que se han instalado con éxito en las nuevas tierras de América. Lo mismo, enfermedades antes exóticas, como la fiebre del Nilo, que hasta hace poco estaba recluida en el continente africano, ahora han encontrado una nueva vía de diseminarse y ya se extienden por casi todo Estados Unidos y parte de la frontera norte de México.

Hace medio siglo, cuando comenzaron las campañas contra los mosquitos, se pensaba que con el insecticida DDT bastaría para eliminar sus poblaciones, pero no fue así. Pronto los mosquitos desarrollaron resistencia y el DDT dejó de hacerles daño, aunque no así al ambiente. Luego se desarrollaron nuevos y cada vez más potentes insecticidas y, hasta la fecha, todos han corrido la misma suerte del DDT, con la consecuente dispersión de muchas especies de estos insectos.

Anualmente, los mosquitos causan millones de muertes humanas en el mundo. Tan sólo en 1996, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), fallecieron por paludismo alrededor de 3 millones de personas. En la actualidad, según la misma fuente, entre 300 y 500 millones de personas (un 13° de la población mundial) adquieren esta enfermedad por picadura del mosquito *Anopheles*. Por tal razón, la OMS considera oficialmente a los mosquitos como: el enemigo número 1 de la salud pública en el planeta.

DIVERSIDAD Y RELEVANCIA DE LOS MOSQUITOS

PhD Mohammad Badii¹, Dr. Victoriano Garza², Dr. Jerónimo Landeros³ y Dr. Humberto Quiroz⁴
1, 4. UANL, San Nicolas, NL; 2, UACJ, Cd. Juárez, Chih.; 3, UAAN, Saltillo, Coah.

Resumen. Se presentan las características generales que definen a un individuo como un miembro del Phylum Arthropoda. De manera breve, se definen los Hexápodos con sus rasgos particulares. Y finalmente, se describen los diferentes generos y algunas especies de mosquitos, resaltando ciertos rasgos bio-ecologicos, como, las características taxonomicas, el ciclo de vida, los hábitos, y también la relevancia economica e ecológica.

INTRODUCCION

Los insectos junto con las arañas, los ácaros, las garrapatas, los milpiés, los ciempiés, los chanchitos de tierra, las pulgas de mar, las langostas de mar los langostinos de mar, las jaibas, los camarones, los copepódos, entre otros mucho más, constituyen el Phylum Arthropoda. El Phylum Arthropoda sobrepasa en número de especies y de individuos a todos los otros grupos de animales e igualmente en la diversidad de su distribución ecológica. Son los únicos invertebrados que se encuentran actualmente adaptados para vivir en la tierra en forma exitosa, y fuera de los vertebrados son los únicos capaces de volar. Los artropódos pueden ocupar cualquier nicho ecológico concebible como resultado de la invasión a los medios ambientes aéreos y terrestres. Prácticamente más del 80% de todas las especies animales conocidas por el hombre son artropódos.

Las principales características del Phylum Arthropoda son:

- ❖ Cuerpo segmentado con 2 o 3 regiones corporales. Apéndices segmentados y pareados.
- ❖ Simetría bilateral.
- ❖ Exoesqueleto quitinoso.
- ❖ Sistema alimentario tubular, con boca y ano.
- ❖ Sistema circulatorio abierto (excepto corazón y aorta).
- ❖ Cavidad interna o hemocele (=hemoceloma).
- ❖ Cerebro dorsal y cordones nerviosos pareados centralmente.
- ❖ Músculos esqueléticos estriados.
- ❖ Sistema excretor por medio de tubos de Malpighi.
- ❖ Respiración por agallas o tráqueas y espiráculos.

LA CLASE HEXAPODA

Las mariposas, los escarabajos, las avispas, las abejas, los piojos, las pulgas, las

hormigas, los zancudos, los tábanos, las moscas, las langostas, los chinches, los pulgones, los palotes, las chicharras, los zancudos, etc., todas estas y otras pequeñas criaturas constituyen la Clase Hexápoda cuyo número sobrepasa las 800.000 especies.

Son los animales más abundantes y más ampliamente distribuidos. Son los invertebrados más importantes capaces de vivir en medios ambientes secos y son los únicos capaces de volar. Estos hábitos son posibles porque poseen una cubierta corporal quitinosa que protege los órganos internos del daño y de la pérdida de humedad, por la extensión de esta cubierta quitinosa que forma las alas, y por el sistema de tubos traqueales para respirar. La capacidad de volar les permite encontrar el alimento, encontrarse los sexos y escapar del enemigo. Debido a que tienen ciclos de desarrollo corto, se reproducen con facilidad. Hasta hace poco, Hexapoda se consideraba sinónimo de Insecta. Sin embargo, algunas órdenes ya no se consideran verdaderos insectos.

Características distintivas de la clase HEXAPODA son:

- ❖ Tres regiones corporales (Cabeza, Tórax y Abdomen).
- ❖ Un par de antenas (raramente ausentes).
- ❖ Un par de mandíbulas.
- ❖ Un par de maxilas.
- ❖ Una hipofaringe.
- ❖ Un labio.
- ❖ Tres pares de patas, pocos ápodos, algunas larvas con propatas.
- ❖ Un gonoporo (raramente 2) en la parte posterior del abdomen.
- ❖ Algunos con 2 cercos, 1 epiprocto y 2 paraproctos.

ORDEN DIPTERA, LINNAEUS 1758

Vulgarmente conocidos como moscas, mosquitos, zancudos, jejenes. Con

aproximadamente 80.000 especies conocidas, ocupa el quinto lugar después de Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Homoptera. La mayoría de los Diptera poseen solamente un par de alas: las mesotorácicas. En el metatórax existen unos órganos pequeños, llamados balancines o halterios en los cuales reside el equilibrio.

La cabeza es muy movable y está unida al tórax por un cuello delgado. Los ojos facetados generalmente muy grandes, muchas veces ocupan gran parte de la cabeza. Cuando los ojos facetados están contiguos sobre la cabeza se denominan holópticos; cuando están separados, se denominan dicópticos. En algunos grupos, cada ojo facetado está dividido en dos partes: una para ver de día y otra para ver de noche (Blepharoceridae). Generalmente poseen tres ocelos. Las antenas son muy variables en cuanto a forma y tamaño. Armadura bucal apta para succionar. Sin embargo, hay múltiples variaciones: aptos para picar, lamer o bien aparato bucal poco desarrollado que no desempeña ninguna función.

El tórax está constituido principalmente por el mesotórax, ya que el protórax y metatórax está muy reducidos. Las alas son delgadas, membranosas y pueden ser desnudas o cubiertas con microsetas. La mayoría de las alas carecen de venas accesorias o intercaladas, sólo algunas venas transversas están desarrolladas. Patas muy variables, generalmente con un tarso de cinco segmentos. En la mayoría de los dípteros el segmento distal del tarso lleva un par de pulvillos (estructura en forma de cojines) uno debajo de cada garra. En este caso es frecuente encontrar un tercer apéndice (el emporio) ubicado entre los dos pulvillos.

El abdomen presenta el primer y segundo segmento muy poco desarrollado. En los zancudos se puede distinguir los segmento 3° al 11°. En otras especies sólo se puede ver desde el 3° al 6°, el resto está invaginado constituyendo el ovipositor en la hembras o bien doblado ventralmente formando parte de la armadura genital masculina.

Insectos holometábolos. Ningún otro orden de insectos presenta una estado larval con tal diversidad de hábitos. Algunas larvas tienen hábitos fitofágos (Cecidomiidae, Tephritidae), otras son saprofágas (Muscidae), otras son sarcófagas (Sarcophagidae). Otras larvas son parásitas externas o internas, otras son predatoras (Syrphidae, Anthomyidae). Muchas larvas de dípteros tienen hábitos acuáticos (Sciomyzidae). Las larvas miden de 2mm. a

50mm., por lo común de color blanco, pueden o no estar cubiertas de pelos, setas o espinas. Se les llama gusano. La cabeza es reducida y los órganos bucales poco desarrollados. Generalmente carecen de patas. Adultos con frecuencia vectores de enfermedades (Culicidae).

La Familia Culicidae

Los mosquitos, al igual que otros grupos de insectos, han evolucionado a la metamorfosis completa, la cual es una característica considerada como el más alto grado de adaptación; los huevecillos y pupas de estos insectos son etapas de transición entre los modos de vida acuática y terrestre y sus larvas frecuentemente muestran el desarrollo de estructuras especializadas que son esenciales para la vida en el agua (Merritt *et al.*, 1996). La familia Culicidae es un grupo bastante grande, abundante, bien conocido e importante. Los estados larvarios son acuáticos, y los adultos pueden reconocerse por la venación característica de las alas, las escamas a lo largo de la venación de las alas, y por lo largo de la proboscis. Los zancudos son muy importantes porque las hembras chupan sangre y muchas especies pican a la gente sirviendo como vectores en la transmisión de varias enfermedades humanas importantes (Borror *et al.*, 1989). Alrededor de 150 especies de mosquitos se encuentran en Norte América agrupadas en 12 Generos (McCafferty y Provonsha, 1981); 131 de estas especies pertenecen a los géneros: Anopheles, Aedes, Psorophora y Culex (Borror *et al.*, 1989). El genero Aedes contiene aproximadamente 60 especies. Los mosquitos tienen enorme importancia médica, veterinaria y económica, debido a que transmiten enfermedades y son plaga de humanos y animales (McCafferty y Provonsha, 1981).

Ubicación Taxonómica

Dentro del orden Diptera y en el ámbito de la parasitología, los mosquitos son considerados como chupadores de sangre inferiores porque carecen de mandíbulas (Downes, 1970), La familia Culicidae taxonómicamente está ubicada de la siguiente manera (Borror *et al.*, 1989):

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Diptera
Suborden	Nematocera
Familia	Culicidae

La familia Culicidae se caracteriza por tener proboscis larga, que se extiende más allá del clípeo; las alas y venas tienen escamas y generalmente también el cuerpo; la característica de mayor peso taxonómicamente es la presencia de una vena sencilla entre dos bifurcadas, es decir R4+5 es sencilla y está entre R3 y M1 + 2 (Borror et al 1989) y no presentan ocelos (Morón y Terrón, 1988). Esta familia agrupa a tres subfamilias: Anophelinae cuyos representantes carecen de sifón bien desarrollado; Culicinae tienen el sifón bien desarrollado y comúnmente con 30 o más pelos en los cepillos bucales; por último, Toxorhynchitinae que tiene sifón, pero los cepillos bucal es consisten de alrededor de diez varillas fuertes (McCafferty y Provonsha, 1981).

Ciclo de Vida y Hábitos

Los mosquitos se crían en muchos lugares, pero los géneros más abundantes, *Aedes* y *Psorophora*, se crían en charcos de bosques así como en pantanos salinos, y *Culex* en contenedores artificiales (botes, botellas, llantas, floreros, etc.). Las especies de pantanos (muy molestas al inicio de las estaciones) de *Aedes*, tienen sola una cría al año (Borror et al., 1989; McCafferty y Provonsha, 1981). Muchas especies que se crían en grandes cuerpos de agua, hoyos o contenedores artificiales pueden continuar criándose a través de las estaciones si las condiciones son favorables (Borror et al. 1989).

La mayoría de los zancudos tienen ciclos de vida y hábitos similares, aunque a nivel de género se aprecian diferencias. Las hembras del género *Anopheles* ponen sus huevecillos solitarios; las hembras del género *Aedes* depositan sus huevecillos próximos al agua, en forma individual; las hembras del género *Culex* ponen sus huevecillos en la superficie del agua o en "balsas" (grupos). En el último caso, los huevecillos generalmente incuban cuando son inundados (Barrar et al., 1989).

Las larvas de mosquitos se pueden encontrar en una amplia variedad de hábitats principalmente lénticos, incluyendo lagos, charcos, pantanos, ciénagas, huecos de árboles, hojas de plantas jarro, orillas o remansos de arroyos y ríos, y de hecho en cualquier depresión o contenedores donde el agua se acumula. Frecuentemente se encuentran en aguas salobres y marismas (McCafferty y Provonsha, 1981). La urbanización e industrialización ha incrementado un vasto número de contenedores

artificiales de agua, tales como enormes depósitos de almacenamiento de agua, envases desechados, llantas, etc. que sirven a las larvas para su desarrollo (Hwang y Roam, 1994; Chen et al., 1994).

Cada especie en particular se encuentra sólo en un tipo de hábitat acuático. Las larvas de la mayoría de las especies se alimentan de algas y desechos orgánicos (Barrar et al., 1989); las larvas de los mosquitos anophelinos colectan materiales que se acumulan en la película superficial de los cuerpos de agua; estas microcapas de la superficie están muy enriquecidas de materia orgánica y microorganismos si se compara con el resto de la columna de agua (Merritt et al., 1996). Otros generan sus propias corrientes de alimentación y por barrido con sus cepillos bucales atrapan la materia orgánica; algunos *Psorophora* y *Toxorhynchites* son activos depredadores y frecuentemente se alimentan de otras larvas de mosquitos (McCafferty y Provonsha, 1981).

Todas las especies son aeropnéusticas y la mayoría permanecen en la superficie o bien regularmente acuden a ésta por aire. Las larvas de anophelinos se tienden en una posición horizontal, mientras que las de culicine cuelgan la cabeza hacia abajo de la superficie. Las larvas de *Mansonia*, han modificado el sifón para pinchar los tallos y raíces de plantas bajo el agua y así obtener oxígeno (McCafferty y Provonsha, 1981). Las larvas de *Anopheles* viven principalmente en charcos, pantanos y lugares donde hay vegetación abundante; carecen del tubo respirador y respiran a través de un par de platos espiraculares localizados en la porción final posterior del cuerpo (Barrar et al., 1989).

Las pupas de los mosquitos son también acuáticas y diferentes a la mayoría de las pupas de insectos; son muy activas y frecuentemente se les llama maromeros. Respiran en la superficie del agua a través de pequeñas estructuras como trompetas localizadas en el tórax (Barrar et al., 1989); Las del género *Mansonia* lo hacen bajo la superficie del agua, al igual que sus larvas (McCafferty y Provonsha, 1981).

La mayoría de los mosquitos adultos no viajan lejos del agua en la que pasaron el estado larval. *Aedes aegypti* (L.), vector de la fiebre amarilla y dengue, rara vez viaja más de unos cientos de metros de donde emerge.

Algunas especies de *Anopheles* pueden volar hasta 1,500 metros de donde emergieron.

Algunos de los mosquitos marisma, por ejemplo *Aedes sollicitans* (Walker), puede encontrarse a muchos kilómetros del hábitat larval. Los mosquitos adultos son generalmente activos en el crepúsculo, la noche o sombra densa. Muchos pasan el día en huecos de árboles, bajo alcantarillas, o lugares similares de descanso. Sólo las hembra chupan sangre. Los machos (y ocasionalmente también las hembras), se alimentan de néctar y otros jugos de plantas (Barrar *et al.*, 1989).

Los sexos en la mayoría de los mosquitos pueden determinarse fácilmente por la forma de las antenas. La antena de los machos es muy plumosa, mientras que las de las hembras, tienen sólo algunos pelos cortos. En la mayoría de los mosquitos, excepto en *Anopheles*, los palpas maxilares son muy cortos en las hembras aunque más largos que la proboscis en machos. (Borror *et al.*, 1989).

Para alimentarse, los adultos de cada especie tienen diferentes comportamientos, además de preferir sitios específicos del cuerpo de sus hospederos; tal es el caso de algunas especies de *Anopheles* que muestran dos picos de actividad para picar al hospedero, el primero de las 21 :30 a las 22:30 y el otro de las 01 :30 a las 02:30 horas, ingiriendo sangre de piernas y manos (Kumari y Sharma, 1994). Otras especies de éste último género, muestran más atraktividad hacia los pies, probablemente por el olor, así como por la combinación de temperatura de la piel y densidad de las glándulas sudoríferas (Jong y Knols, 1995 y b). Los ciclos hormonales del humano también afectan la atracción hacia los mosquitos, tal es el caso de la influencia del ciclo menstrual de las mujeres que aumenta la atraktividad de los zancudos (Roessler y Brown, 1964).

Características Morfológicas Básicas para la Identificación de Géneros. Estado Larval.

Para identificar larvas, es necesario utilizar las que se encuentren en el cuarto instar; la amplitud de la cápsula cefálica y longitud del cuerpo se usan para diferenciar instares (Jen y Apperson, 1996). Las larvas de *Anopheles* difieren de las de otros mosquitos en que no tienen tubo respirador, y cuando están en descanso, se mantienen paralelas a la superficie del agua. Las larvas de los otros tres géneros tienen un tubo respirador y cuando están en descanso, mantienen el cuerpo a un ángulo respecto de la superficie del agua. Las larvas de *Culex* tienen varios pares de penachos de pelos en el tubo respirador el cual es relativamente delgado y elongado. Las larvas de *Aedes* y

Psorophora tienen solo un par de penachos de pelos en el tubo respirador. Las larvas de *Aedes* y *Psorophora* generalmente difieren en la esclerotización del segmento anal (la esclerotización es completa alrededor del segmento en *Psorophora* pero usualmente incompleta en *Aedes*). El tubo respirador en larvas de *Aedes*, es relativamente corto y fuerte (Borror *et al.*, 1989).

Estado Adulto

Los adultos de *Anopheles* son fáciles de distinguir. Los palpos maxilares son largos en ambos sexos y como mazo en los machos (generalmente cortos en hembras de otros géneros); el escutellum está igualmente redondeado (trilobulado en los otros géneros) y las alas están comúnmente manchadas (no tanto en los otros géneros) debido a grupos de escamas de diferentes colores en las mismas. Un mosquito *Anopheles* en posición de descanso tiene el cuerpo y la proboscis en línea recta ya un ángulo de la superficie del suelo en la cual el insecto descansa. Algunas especies parece que están casi "paradas sobre su cabeza" en posición de descanso. Los adultos de los otros géneros en descanso mantienen el cuerpo más o menos paralelo a la superficie del suelo, con la proboscis doblada hacia abajo. Los adultos de *Psorophora* tienen un grupo de pelos (Los pelos espiraculares) inmediatamente en frente del espiráculo mesotorácico, mientras que *Aedes* y *Culex* carecen de los pelos espiraculares (Borror *et al.*, 1989). Los mosquitos *Psorophora* son relativamente grandes y tienen amplias escamas erectas en la tibia trasera. El mejor carácter para separar adultos de *Aedes* y *Culex* es la presencia (*Aedes*) o ausencia (*Culex*) de pelos espiraculares (grupo de pelos inmediatamente atrás del espiráculo mesotorácico). La punta del abdomen de las hembras de *Aedes* es generalmente puntiagudo, con un cerco que sobresale, y el tórax frecuentemente tiene marcas blancas o plateadas. En *Culex*, el ápice del abdomen de la hembra está generalmente despuntado, con el cerco retraído, y el tórax generalmente es de color pálido (Borror *et al.*, 1989).

La familia Culicidae cuenta con 42 géneros y 3477 especies en el mundo. Alrededor de 150 especies de mosquitos se encuentran en Norte América agrupadas en 12 Géneros (McCafferty y Provonsha, 1981); 131 de estas especies pertenecen a los géneros: *Anopheles*, *Aedes*, *Psorophora* y *Culex* (Borror *et al.*, 1989). El género *Aedes* contiene aproximadamente 60 especies. Esta es una de las familias de insectos mejor estudiadas desde un punto de vista taxonómico; sin embargo, a excepción de las especies de importancia

médica, poco se conoce acerca de la biología de las especies.

Principales géneros de mosquitos

Aedeomyia



Este género se encuentra presente en África (dos especies), en Oceanía (dos especies) y en América, solo con la especie *A. squamipennis*, que se distribuye desde México hasta Argentina.

Las larvas se desarrollan en lagos y lagunas con vegetación acuática. La presencia de plantas acuáticas les permite pasar desapercibidas ante peces y otros organismos depredadores.

A diferencia de las especies de *Mansonia* y de *Coquillettidia*, esta especie no perfora los tejidos de las plantas acuáticas para obtener oxígeno, ya que lo obtiene directamente de la superficie a través del sifón respiratorio.

Se desconoce la biología de *A. squamipennis*. Se ha informado que las hembras pican a los seres humanos (Dyar, 1928).

Aedes



Género cosmopolita con aproximadamente 367 especies. Este género contaba en América con 68 especies; sin embargo, el subgénero *Ochlerothatus* (con la mayoría de las especies americanas) fue elevado a la categoría de género (Reinert, 2000) y como resultado, en América se cuenta ahora con solo tres especies (*A. aegypti*, *albopictus* y *vexans*).

Dos de las especies son introducidas al continente (*A. aegypti* y *A. albopictus*).

Las formas larvales se desarrollan en charcos, huecos en troncos, llantas y otros recipientes artificiales. *A. albopictus* y *aegypti* gozan de gran importancia médica, ya que son las principales transmisoras del dengue en Centroamérica. En el 2003 estas especies transmitieron el virus del dengue a 24498 personas en Centroamérica y Panamá, de las cuales 12 murieron. (OPS, 2003).

A. aegypti es una especie urbana con una gran adaptación al ambiente y al comportamiento humano. Tales adaptaciones son las siguientes: a) las larvas se desarrollan en recipientes artificiales, incluso aquellos con un mínimo de agua, tal como las tapas de refrescos; b) los adultos ingieren la sangre a través de picaduras breves y constantes, y reducen así el peligro de ser exterminados por el hospederio; c) prefieren picar las partes bajas del cuerpo (piernas) y evitar las áreas cercanas al oído; y d) en esta especie el sonido característico del batido de las alas de los zancudos es casi imperceptible al humano, lo que dificulta su detección.

A. aegypti es abundante en llantas, donde comparte tal hábitat con otras veintisiete especies de zancudos de los géneros *Culiseta*, *Culex*, *Haemagogus*, *Limatus*, *Ochlerotatus*, *Toxorhynchites*, *Trichoprosopon* y *Wyeomyia* (Chaverri y Blanco, 2004).

A. albopictus es comúnmente conocido como el “mosquito tigre” por su comportamiento persistente y agresivo al picar. Parecen tener preferencia por hábitats en áreas suburbanas o silvestres.

A. vexans se ha recolectado en Norteamérica y Guatemala; las larvas se desarrollan en charcos. Esta especie es trasmisora de enfermedades.

Anopheles



Este es un género de distribución mundial, con aproximadamente 447 especies, de

las cuales unas 109 especies están presentes en América y 32 especies se distribuyen de Guatemala a Panamá.

Las larvas se desarrollan en charcos temporales, lagunas, huecos en troncos y en rocas, recipientes artificiales, pozas de quebradas y bromelias.

Por carecer de sifón respiratorio la larva permanece en posición horizontal sobre la superficie del agua realizando las actividades de respiración y de alimentación, y sumergiéndose rápidamente hasta el fondo del sustrato ante la menor señal de peligro. Las larvas de este género tienen capacidad para rotar la cabeza 180 grados.

La mayoría de las especies son de actividad diurna; algunas son crepusculares y nocturnas.

Varias especies pican a humanos y animales domésticos. Las especies *A. albimanus*, *A. pseudopunctipennis* y *A. darlingi* han sido identificadas como importantes transmisoras de la enfermedad del paludismo o malaria en Centroamérica y Panamá (Wilkerson *et al.*, 1993).

Chagasia

Este género americano cuenta con cinco especies, de las cuales cuatro están presentes en Suramérica y solo una especie (*C. bathana*) se distribuye de México a Perú.

Las larvas se desarrollan en pozas de quebradas con poca corriente, en pequeñas quebradas con corriente pero con vegetación en las orillas, y en canales de riego en campos de cultivo. El hábitat preferido es aquel con disponibilidad de sombra.

Aunque comparten los mismos hábitats de las de muchas especies de *Anopheles*, *C. bathana* es una especie cuyas larvas no son tan abundantes como *Anopheles*.

En Panamá las hembras han sido capturadas picando caballos (Kumm y Ruiz, 1939) y aparentemente pican a los humanos, tanto de día como de noche (Lane, 1953).

Coquillettidia



Género de distribución mundial con 57 especies; 14 especies están presentes en América, de las cuales tres se distribuyen de Guatemala a Panamá.

Las larvas, al igual que *Mansonia*, se desarrollan en lagunas permanentes o semipermanentes con plantas acuáticas asociadas de las que obtienen el oxígeno perforando sus tejidos vasculares.

Los adultos pican a los humanos de día y de noche. No está reportada como una especie transmisora de enfermedades.

Culex



Género de distribución mundial con unas 775 especies, 343 en América. Las larvas ocupan un amplio rango de hábitats: se encuentran en charcos temporales, lagos y lagunas, ciénegas, huecos en troncos y rocas, huecos de cangrejo, bromelias, recipientes artificiales, pozas de quebradas y huecos en bambú. Algunas especies son específicas en su hábitat: se encuentran solo en bromelias, tales como las especies de los subgéneros *Microculex* y *Micraedes*; otras son específicas de charcos temporales, como las especies del subgénero *Neoculex*.

Los adultos pican a humanos y animales domésticos. Algunas especies como *C. erraticus* y *C. quinquefasciatus* tienen un hábitat doméstico o suburbano y constituyen en algunos casos especies muy molestas por sus constantes picaduras.

Varias especies de este género son transmisoras de enfermedades. La especie *C.*

quinquefasciatus es transmisora de la filariasis y de la encefalitis y *C. nigripalpus* es transmisora de la encefalitis (Vargas, 1998).

La especie *C. coronator* es una de las pocas especies que tolera un alto grado de contaminación en aguas domésticas. Esta especie es la más frecuente en charcos temporales y una de las más abundantes del país, pues soporta altas temperaturas del agua y al parecer completa su desarrollo en muy poco tiempo.

Culiseta



Este género es de distribución mundial y cuenta con unas 38 especies. En América están presentes alrededor de 8 especies, y de Guatemala a Costa Rica solo se encuentra la especie *C. particeps*.

Las larvas se desarrollan en charcos temporales, quebradas con flujo mínimo y lento, llantas y otros recipientes artificiales.

El adulto de *C. particeps* es uno de los culícidos más grandes y robustos del país, y tiende a picar a los humanos en las últimas horas de la tarde; su picadura es dolorosa. La especie no está reportada como transmisora de enfermedades. Se le encuentra en alturas medias y altas, desde los 1200m hasta los 2900m.

Deinocerites



Género americano con 18 especies. Las larvas se desarrollan en huecos de cangrejo de zonas costeras y de río, algunas veces a considerable distancia de la costa (Belkin et al, 1970). Los adultos permanecen refugiados en los huecos y realizan vuelos cortos en las cercanías de los huecos. No se ha encontrado una asociación particular con las diferentes especies de cangrejos. Otros hábitats poco frecuentes para el desarrollo de las larvas son los huecos en rocas a la orilla de la costa (Belkin et al., 1970) y recipientes artificiales (Dyar, 1928).

Los adultos son nocturnos o crepusculares, y en el día descansan sobre las paredes de los huecos de los cangrejos. Tienen antenas muy largas que aparentemente sirven como un órgano sensorial para vigilar las actividades de otros adultos dentro de las cuevas (Adames, 1971) y los movimientos del cangrejo (Dyar, 1928).

En la larva, la forma de los lóbulos basales y apicales de la mandíbula y la placa mental que es rudimentaria sugieren un método de alimentación y un tipo de alimento muy particular, aunque desconocido (Adames, 1971).

Aparentemente los adultos tienen un alcance de vuelo corto y restringen sus movimientos a los alrededores de los huecos de cangrejo, aunque los pobladores en las cercanías de los manglares manifiestan ser víctimas del ataque de cientos de zancudos en horas de la tarde y de la noche.

El comportamiento reproductivo en este género es muy interesante y poco usual entre los culícidos. En *D. cancer* los machos se desplazan sobre la superficie del agua tocando con sus antenas las trompetas respiratorias de las pupas. Cuando una hembra está emergiendo es sostenida por el macho con las uñas alargadas de sus patas delanteras y se inicia la copulación, aún antes de que la hembra se libere totalmente de la piel pupal; la copulación se completa en una de las paredes del hueco (Downes, 1966).

Las hembras exhiben una amplia gama de hospederos que incluye aves, lagartijas, ranas y sapos, mamíferos domésticos y el hombre.

En Centroamérica la especie *D. pseudes* es transmisora del virus de la Encefalitis de San Luis y la Encefalitis Equina Venezolana (Adames, 1971). En Panamá se ha determinado que la especie *D. epitedeus* es

hospedera de tripanosomas y esporozitos tipo plasmodio.

Haemagogus



Género del Nuevo Mundo con 28 especies que se distribuyen desde los EE.UU. hasta Brasil. Las larvas se desarrollan en huecos en troncos y en huecos en rocas a lo largo de los ríos, huecos en bambú, frutos caídos de coco y bromelias. Hay especies de bosque primario, secundario y suburbano. Los adultos presentan escamas de reflejos metálicos brillantes, lo que los hace muy llamativos.

Son especies diurnas y pican a los humanos. Las especies *P. janthinomys*, *P. mesodentatus*, *P. equinus* y *P. lucifer* son transmisoras del virus de la fiebre amarilla (Vargas, 1998).

Isostomyia

Género del Nuevo Mundo con cinco especies distribuidas de Guatemala a Brasil. Tres especies se encuentran distribuidas desde Guatemala hasta Panamá. Las larvas se desarrollan en la base de pecíolos de Araceae (Lane, 1953) y de Musaceae (Heinemann and Belkin, 1977).

Johnbelkinia



Este género cuenta con solo tres especies que se encuentran distribuidas desde el sureste de México hasta Brasil. En Costa Rica se han encontrado las larvas con cierta abundancia en la arácea *Alocasia macrorrhizos* y en inflorescencias de *Heliconia wagneriana* de las zonas bajas del país. En estos hábitats se han recolectado junto a *Wyeomyia complosa*, y bajo condiciones de laboratorio se ha observado depredación sobre estas últimas. En otros países

se les ha encontrado también en la base de pecíolos de Musaceae, Arecaceae, Strelitziaceae y Maranthaceae, y en menor grado en huecos en troncos, frutos caídos y brácteas caídas de palma (Zavortink, 1979).

Son insectos diurnos y las hembras pican a los humanos y a otros mamíferos. En Trinidad y Colombia se han aislado arbovirus en *J. ulopus*, lo que la convierte en una especie potencialmente transmisora de enfermedades (Zavortink, 1979); aunque en Centroamérica no se han hecho estudios de su importancia médica. En Colombia se ha comprobado que son transportadoras de huevos de tórsalos (*Dermatobia hominis*)(Oestridae)(Barreto-Reyes y Lee, 1969).

Limatus



Género del Nuevo Mundo con ocho especies distribuidas de México a Brasil. Las larvas se desarrollan en huecos en troncos, huecos en bambú, frutos caídos de una gran variedad de especies (olla de mono, cocos, etc), brácteas caídas de palma y recipientes artificiales (balde, llantas, etc).

Los adultos presentan un patrón de escamas doradas en su tórax por lo que son zancudos de un gran atractivo. Las hembras son diurnas y pican a los humanos; son uno de los géneros más molestos en las áreas boscosas.

Mansonia



Género neotropical con siete especies distribuidas de México a Panamá. Las larvas se desarrollan en lagunas permanentes con plantas acuáticas. En este género las larvas presentan un borde aserrado en el extremo del sifón respiratorio con el cual perforan los tejidos de las plantas para obtener oxígeno. Tal adaptación

le permite a la larva permanecer adherida a la planta sin efectuar movimientos que pudieran delatar su presencia ante los depredadores. La pupa también presenta un extremo puntiagudo para perforar plantas acuáticas en el extremo de sus trompetas respiratorias.

Los adultos pican a los humanos en áreas sombreadas cerca de las lagunas. En algunos casos adultos han sido observados hasta a 5 kilómetros de distancia de la laguna mas cercana. En América *M. titillans*, de amplia distribución continental, es transmisora de la enfermedad filariasis (Vargas, 1998).

Ochlerotatus



Este género de distribución cosmopolita fue considerado anteriormente un subgénero de *Aedes*. Cuenta con 559 especies en el mundo, de las cuales 209 están presentes en América. Las formas larvales muestran un amplio rango de hábitats que incluye charcos y lagunas, bromelias, huecos en rocas y en troncos, huecos en bambú y recipientes artificiales.

Uno de los hábitats poco usuales para una especie de este género es el de *A. brevis*, que se desarrolla en la base de los pecíolos de Araceae. En las especies *A. allotecton*, *A. spinosus*, *A. sexlineatus* y *A. quadrivittatus*. las formas larvales tienen como hábitat exclusivo las bromelias. La mayoría de las especies son habitantes de bosques en donde ocasionalmente pican a los humanos, aunque aparentemente sus hospederos naturales son vertebrados de diferentes estratos del bosque (Berlin, 1969).

Onirion



Género neotropical con siete especies que se distribuyen de Costa Rica a Argentina.

En Costa Rica y Panamá se encuentran dos especies. Este género fue separado del género *Wyeomyia* (Harbach, 2000). Las larvas se desarrollan en huecos en bambú y de otras Poaceas como *Merostachys latifolia*. Los adultos son de actividad diurna, son especies silvestres y pican a los humanos (Harbach, 2000). No están reportadas como transmisoras de enfermedades.

Orthopodomyia



De distribución cosmopolita con 31 especies. En América se encuentran ocho especies y de Guatemala a Panamá se distribuyen tres especies. Las larvas se desarrollan en huecos en troncos, bromelias, inflorescencias de heliconia, frutos abiertos caídos y huecos en bambú.

Los adultos son activos en las últimas horas del día. Al parecer no pican a humanos, aunque sí a diferentes tipos de aves bajo condiciones de laboratorio (Zavortink, 1968). La especie *kummi* podría ser importante transmisora de enfermedades para aves domésticas por alimentarse de aves silvestres y ser hospederas de arbovirus (Zavortink, 1968); en Centroamérica y Panamá.

Psorophora



Es un género americano con aproximadamente 50 especies, de las cuales 12 se distribuyen de Guatemala a Panamá. Las formas larvales se encuentran en charcos temporales, lagunas y pozas aisladas de quebradas. En el subgénero *Psorophora* se encuentran 10 especies depredadoras de otras larvas de zancudos; de estas, cinco están presentes de Guatemala a Panamá.

La especie *P. ferox* es muy abundante en algunas regiones de zonas bajas, especialmente en áreas con cultivos de arroz anegado. Esta especie pica a los humanos en forma persistente y en grandes números; constituye uno de los zancudos más molestos. En Costa Rica se ha determinado que la especie *P. confinnis* es transmisora de arbovirus (Encefalitis Equina Venezolana) (Vargas, 1998).

Runchomyia



Género neotropical con seis especies de distribución suramericana; de Guatemala a Panamá se distribuyen tres especies. Las larvas se han recolectado en bromelias (Heinemann y Belkin, 1978), en los pecíolos de plantas de la familia Maranthaceae (Heinemann y Belkin, 1977), e incluso en un zapato tirado en el bosque (Heinemann y Belkin, 1978).

Al igual que en los géneros *Johnbelkinia* y *Shannoniana*, las larvas presentan la maxila modificada como una estructura alargada. Posiblemente las larvas se comportan como depredadoras facultativas, o bien tal maxila funcionaría como una tenaza para sostener partículas grandes de alimento (Zavortink, 1979). Se desconoce la biología de las especies de este género.

Sabethes



Género Neotropical con 37 especies, Las larvas se desarrollan en huecos en troncos, huecos en bambú y otras Poaceae. Algunas especies son depredadoras de otras larvas de zancudo que se desarrollan en los mismos hábitats (Harbach y Petersen, 1992). Para ovipositar la hembra permanece volando sobre

la superficie del agua, dejando caer los huevos. En algunas especies el desarrollo larval toma de 4 a 5 semanas bajo condiciones de laboratorio (Harbach y Petersen, 1992). Los adultos son diurnos y pican a los humanos. La especie *S. chloropterus*, presente en toda Centroamérica y Panamá, está reportada como transmisora del virus de la fiebre amarilla (Vargas, 1998).

Las especies *S. cyaneus*, *tarsopus* y *gymnothorax* son muy llamativas por presentar escamas en forma de flecos en sus patas medias. Son capaces de mantenerse suspendidas en el aire, por lo que es probable que tales escamas contribuyan a mantener la estabilidad en tal tipo de vuelo.

Shannoniana



Género Neotropical con tres especies que se distribuyen de Guatemala a Panamá, aunque Zavortink (1979) considera que este género cuenta con 15 especies, muchas de ellas aún no descritas. Las larvas se desarrollan en huecos en bambú (Lane, 1953); se conoce poco de la biología de este género. Bajo condiciones de laboratorio aparentemente tienen un comportamiento depredador sobre *Onirion regale* (*Wyeomyia*), con la cual conviven en huecos de tallos de Poaceae. Los adultos aparentemente son de hábito diurno y pican a los humanos.

Toxorhynchites



Género de distribución cosmopolita con aproximadamente 80 especies, de las cuales 20 están presentes en América. Las larvas se desarrollan en bromelias, inflorescencias de

heliconias, frutos caídos (olla de mono, cocos mordidos por animales, etc), huecos en bambú, llantas y huecos en troncos.

Los huevos son depositados en forma individual y su desarrollo toma de un día a cuatro o seis días (Gerberg, 1985). El desarrollo larval tardará de 10 a 16 días según la especie (Gerberg, 1985). La etapa pupal para *T. haemorrhoidalis* y *T. theobaldi* requiere de siete a ocho días. Las larvas son depredadoras de larvas de Culicidae y de otros dípteros (Chironomidae, Psychodidae). En el laboratorio y en casos de confinamiento se presentan combates y muerte entre las larvas, aunque no se ha observado canibalismo.

Algunas especies de este género han sido criadas masivamente bajo condiciones de laboratorio para programas de liberación en el campo en el control de *A. aegypti*, con algunos resultados exitosos (Gerberg, 1985). En Filadelfia, Guanacaste, se encontraron abundantes larvas de *A. aegypti* en llantas; sin embargo, en una de las llantas que contenía cinco larvas de *Toxorhynchites* no se encontró ninguna larva de *Aedes*, por lo que al parecer esta cantidad de larvas depredadoras por llanta ofrece un control biológico del 100%.

Trichoprosopon



Este género se distribuye desde México hasta Brasil. Es un género neotropical con especies comunes y de amplia distribución tanto en bosques como en áreas domésticas y suburbanas. Las larvas se desarrollan en huecos en bambú, frutos caídos (cacao, cocos, olla de mono), llantas y brácteas caídas de palmas. Otros hábitats poco comunes son las brácteas florales de heliconias (Heinemann y Belkin, 1977) y huecos en troncos (Heinemann y Belkin, 1978).

En tales hábitats la hembra pone de 60 a 85 huevos unidos en forma de balsa, y en algunos casos dicha hembra permanece hasta 24 horas posada sobre el grupo de huevos, aparentemente como mecanismo de protección

ante la depredación o el parasitismo (Mattingly, 1972). Las larvas son grandes y robustas y presentan un comportamiento depredador y canibalesco, aunque principalmente son filtradoras de materia orgánica. Pueden desarrollarse en medios con un alto grado de fermentación o descomposición (p. ej. pipas caídas). Algunas especies pican a los humanos en los bosques y la especie *T. digitatum*, distribuida de México a Brasil, se considera una especie de importancia médica, ya que es potencialmente transmisora de arbovirus (Zavortink *et al.*, 1983).

Uranotaenia



De distribución cosmopolita con 205 especies, 34 de ellas presentes en América. Las larvas se desarrollan en bromelias, pozas de quebradas, charcos, lagunas, huecos en rocas y huecos en bambú.

Las hembras al parecer no pican a los vertebrados de sangre caliente (Belkin *et al.*, 1970) y posiblemente son de hábito nocturno (Lane, 1953).

Wyeomyia



Género americano con aproximadamente 138 especies, Las larvas se

desarrollan en bromelias, inflorescencias de heliconias, inflorescencias de Maranthaceae (*Calathea sp*), de Zingiberaceae (*Zingiber sp*), huecos en bambú, huecos en troncos, en la base de pecíolos de Araceae (*Alocasia macrorrhizos*), brácteas caídas de palma, frutos caídos abiertos (p. ej. *Couratari scottmorii* (Lecythidaceae) y cocos).

Referencias

Adames, A.J. 1971. A revision of the crabhole mosquitoes of the genus *Deinocerites*. Contributions of the American Entomological Institute 7(2): 1-154.

Barreto, P. and V.H. Lee. 1969. Artrópodos hematófagos del Río Raposo, Valle, Colombia II Culicidae. Caldasia 10: 407-440.

Belkin, J.N.; S.J. Heinemann and W.A. Page. 1970. The Culicidae of Jamaica (Mosquito Studies. XXI). Contributions of the American Entomological Institute 6(1): 1-319.

Berlin, O.G.W. 1969. A revision of the neotropical subgenus *Howardina* of *Aedes*. Contributions of the American Entomological Institute 4(2): 1-190.

Chaverri, L.G; Blanco, J. 2004. Larvas de zancudo (Diptera: Culicidae) desarrollándose en llantas de desecho en Costa Rica (en preparación).

Downes, J.A. 1966. Observations on the mating behavior of the crab hole mosquito *Deinocerites cancer* (Diptera: Culicidae). The Canadian Entomologist 98(11): 1169-1177.

Dyar, H.G. 1928. The mosquitoes of the Americas. Washington, Carnegie Institution, 616 pp.

Gerber, E.J. 1985. Sequential biocontrol application in the use of *Toxorhynchites spp.* London, Academic Press, pp. 33-46.

Gorgas Memorial Institute. 1970. Annual report of the work and operations of the Gorgas Memorial Laboratory. 41(1969). 35p.

Harbach, R.E. and J.L. Petersen. 1992. Two species previously confused under the concept of *Sabethes tarsopus* in Central America

Son especies diurnas y nocturnas y pican a los humanos. La mayoría de las especies son típicas de bosques primarios. La larva de *W. abebela* se desarrolla en bromelias; el adulto es sumamente molesto para los humanos en los senderos de áreas silvestres por sus picaduras y su abundancia.

(Diptera: Culicidae). Mosquito Systematics 24(2): 102-124.

Harbach, R.E. and E.L. Peyton. 2000. Systematics of *Onirion*, a new genus of *Sabethini* (Diptera: Culicidae) from the Neotropical Region. Bulletin of Natural History Museum of London 69(2): 115-169.

Heinemann, S.J. and J.N. Belkin. 1977. Collection records of the project "Mosquitoes of Middle America" 7. Costa Rica. Mosquito Systematics 9(2): 237-287.

Heinemann, S.J. and J.N. Belkin. 1978. Collection records of the project "Mosquitoes of Middle America" 10. Panama, including Canal Zone. Mosquito Systematics 10(2): 119-196.

Heinemann, S.J. and J.N. Belkin. 1978. Collection records of the project "Mosquitoes of Middle America" 11. Venezuela (VZ); Guianas: French Guiana (FG, FGC), Guyana (GUY), Surinam (SUR). Mosquito Systematics 10(3): 365-459.

Kumm, H.W. and H. Ruiz. 1939. A malaria survey of the Republic of Costa Rica, Central America. American Journal of Tropical Medicine. 19(5): 425-445.

Lane, J. 1953. Neotropical Culicidae. Sao Paulo, Brazil, Universidad de San Pablo, 1112 pp.

Mattingly, P.F. 1972. Mosquito eggs XVII: Further notes on egg parasitization in genus *Armigeres*. Mosquito Systematics 4: 1-8.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). <http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/dengue-cases-2002.htm>

Reinert, J.F. 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: *Aedini*), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and

species. Journal of the American Mosquito Control Association 16(3): 175-188.

Vargas, M.V. 1998. El mosquito, un enemigo peligroso. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 264 pp.

Wilkerson, R.C.; D. Strickman; I. Fernández-Salas and S. Ibáñez-Bernal. 1993. Clave ilustrada para la identificación de las hembras de mosquitos anofelinos de México y Centroamérica. México, Secretaria de Salud. 46 pp.

Zavortink, T.J. 1968. A prodrome of the genus *Orthopodomyia*. Contributions of the American Entomological Institute 3(2): 1-221.

Zavortink, T.J. 1979. The new *Sabethine* genus *Johnbelkinia* and a preliminary reclassification of the composite genus *Trichoprosopon*. Contributions of the American Entomological Institute 17(1): 1-61.

Zavortink, T.J.; D.R. Roberts and A.L. Hoch. 1983. *Trichoprosopon digitatum* – Morphology, biology, and potential medical importance. Mosquito Systematics 15(2): 141-149.

¹ E-mail Dr. Mohammad Badii mhbadii@yahoo.com.mx



EVALUACION DE LOS PROCESOS DE PURIFICACION DE UNA DESPACHADORA DE AGUA POTABLE EN CIUDAD JUAREZ

Ma. Teresa Escobedo P.¹, Jorge A. Salas Plata M.¹, Griego E. Muñoz M.¹

RESUMEN

Se evaluaron los procesos de purificación del agua de abastecimiento de un módulo de autoservicio (despachadora) de agua potable de Ciudad Juárez. Se llevó a cabo una revisión del documento Manual de Agua Pura, de la empresa Osmonics. Se obtuvo información de la calidad del agua en un punto de la zona norte de Ciudad Juárez, proveniente de la red pública de distribución y que sirve como muestra de fuente de agua para el proceso de potabilización de la despachadora. La información fue proporcionada por el Laboratorio Ambiental del Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), correspondiente al periodo 2002-2004. Con base en este análisis y los procesos que se requieren para purificar el agua, se hizo una comparación con la tecnología utilizada por la despachadora y se obtuvo la evaluación. Los resultados muestran que existe una compatibilidad entre las tecnologías aplicadas de purificación y la calidad del agua de suministro. Sin embargo, en el análisis histórico de la calidad del agua de la red de distribución, se observa que algunos parámetros están fuera de la norma (Fenoles, Cloruros, Aluminio, Sodio y Mercurio). Además, el contenido de sólidos disueltos de esta fuente de suministro (900 ppm) está por encima de la requerida para un funcionamiento óptimo (650 ppm). Se concluye que el agua que distribuye esta empresa es de calidad. Se recomienda llevar a cabo un estudio de calidad del agua con base en muestreos de todas las despachadoras de la empresa.

1. INTRODUCCION

La eliminación o reducción de la contaminación se lleva a cabo mediante tecnologías de potabilización y purificación, cuyos procesos requieren ser evaluados como el de los módulos públicos de despacho de agua en Ciudad Juárez.

La inseguridad y/o ignorancia con relación a la calidad del agua potable de los servicios públicos, crea la necesidad en las personas de comprar agua “purificada”, es decir, desprovista de cualquier contaminante.

Los contaminantes del agua pueden ser gases de la atmósfera, minerales, materia orgánica y todo tipo de material usado para almacenarla y transportarla.

Algunos procesos importantes de purificación son los siguientes:

1.1 Osmosis Inversa (OI)

Osmosis es el fenómeno que consiste en el paso recíproco de líquidos de distinta densidad a través de una membrana semipermeable que los separa. El osmosis inversa se inventó en 1959 y es uno de los más importantes métodos de purificación; forma parte del tipo de membranas de filtrado con flujo cruzado. Este es un proceso en que se remueven tanto los orgánicos disueltos como las sales, usando un mecanismo diferente del intercambio iónico o el carbón activado.

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

El OI fue el primer proceso de membrana de flujo cruzado que se comercializó ampliamente. OI remueve la mayoría de los compuestos orgánicos y hasta el 99% de todos los iones. También elimina el 99.9% de virus, bacterias y pirógenos. Para entender el proceso de la ósmosis inversa, cabe recordar la ósmosis natural como un mecanismo de transferencia de nutrientes en las células de los seres vivos a través de las membranas que las recubren. En tal sentido, cuando se ponen en contacto dos soluciones de diferentes concentraciones de un determinado soluto (por ejemplo

sales), se genera un flujo de solvente (por ejemplo agua) desde la solución más diluida a la más concentrada, hasta igualar las concentraciones de ambas (Ver Figura 1). Si se pone en contacto, a través de una membrana, agua salada y agua destilada se obtendrá un equilibrio entre ambas y quedarán moderadamente saladas. El agua que atraviesa la membrana es "empujada" por la presión osmótica de la solución más salada y el equilibrio del proceso se alcanza cuando la columna hidrostática iguala dicha presión osmótica.

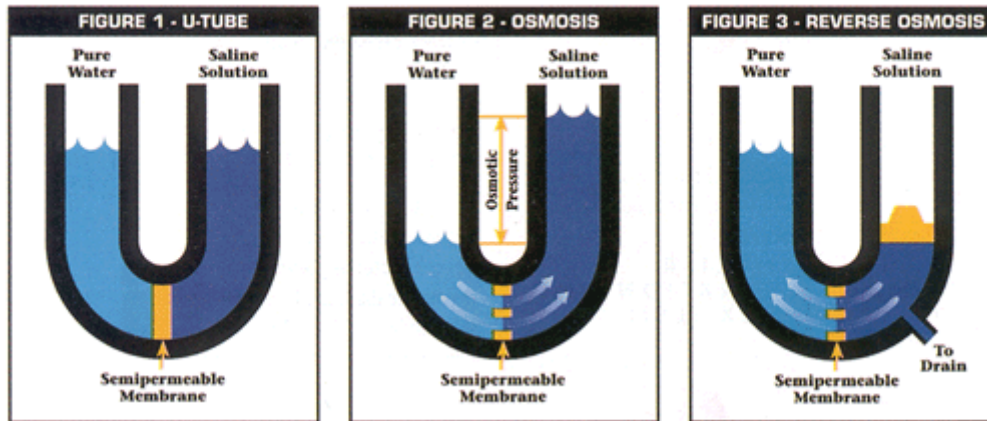


Figura 1. Procesos de ósmosis y ósmosis inversa

De aquí se deduce que si el interés en el tratamiento es obtener una corriente de agua lo más diluida posible, se deberá invertir el fenómeno. Para ello hay que vencer la presión osmótica natural mediante la aplicación en sentido contrario de una presión mayor. Cuando se logra invertir el fenómeno se está en presencia de la ósmosis inversa que genera simultáneamente dos corrientes:

- Una que es la que atraviesa la membrana y queda libre de sólidos disueltos (minerales, materia orgánica, etc.) y de microorganismos (virus, bacterias, etc.) llamada producto o permeado.
- La otra se va concentrando de sólidos disueltos y microorganismos, constituyendo el concentrado.

El proceso de la ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar y quitar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirógenos, la materia coloidal < 1 micra, organismos, virus y bacterias del agua. La ósmosis inversa es capaz de quitar el 95%-99% de los sólidos disueltos totales (SDT) y el 99% de todas las bacterias, proporcionando un agua segura y pura. La membrana de ósmosis inversa tiene un área "microporosa" que rechaza las impurezas y que no impide el paso del agua. La membrana rechaza las bacterias, pirógenos, y el 85%-95% de sólidos inorgánicos. Los iones "polivalentes" son rechazados más fácilmente que los iones "monovalentes". Los sólidos orgánicos con un peso molecular superior a 300 son rechazados por la membrana, pero los gases si pasan a través de ella. La ósmosis inversa es una tecnología de rechazo en porcentaje. La pureza del agua producida depende de la pureza del agua de la fuente.

1.2 Nanofiltración (NF)

Los equipos de NF remueven los compuestos orgánicos en el rango de 250 a 1000 de peso molecular, rechazando algunas sales (normalmente divalentes) y permitiendo el paso a menores presiones que el OI.

1.3 Ultrafiltración (UF)

El UF es similar a OI y NF, pero se define como un proceso de flujo cruzado que no rechaza iones. Desecha solutos arriba de 1000 daltons (peso molecular). Debido a su tamaño de poro más grande en la membrana, UF requiere de menos diferencia de presiones: de 10 a 100 psig (0.7 a 6.9

bar); UF remueve orgánicos grandes, coloides, bacteria y pirógenos.

1.4 Microfiltración (MF)

La mayoría de las bacterias tienen diámetros físicos mayores a 0.2 micras. Así que un filtro de 0.2 micras o menores removerá mecánicamente y de manera continua las bacterias de un sistema de flujo. La ventaja más grande de la microfiltración es que no se necesitan ni calor ni químicos.

El microfiltrado impide fundamentalmente la entrada de bacterias y protozoos cuyo tamaño es de 0.3 a 25 micras y son muy útiles en la gran mayoría de situaciones. En países donde exista peligro de contraer virus, es necesario utilizar un purificador o combinar el filtro con un desinfectante.

Los purificadores combinan las ventajas del microfiltrado y las de desinfección, siendo efectivos contra todos los microorganismos presentes en el agua. Pueden utilizarse en aguas turbias, sucias, lugares que no nos ofrezcan buenas garantías de higiene y sobretodo en países con alto riesgo a contraer enfermedades (países en vías de desarrollo).

Las membranas de microfiltrado MF son filtros en el rango de 0.1 - 3 micras. Está disponible en polímeros, metales y discos de membrana de cerámica o cartuchos de filtro plegado. Las membranas de flujo cruzado se fabrican en varias configuraciones, tubular, de fibra perforada, y de hoja plana o espiral. Debido a su relativa eficiencia y economía, los elementos de membrana en espiral es el más popular de la purificación de agua con flujo cruzado (ver Figura 2).

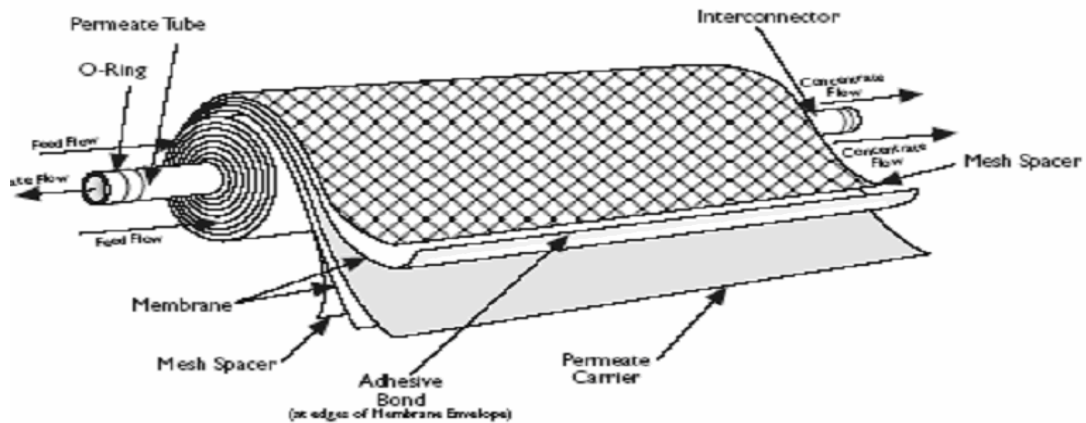


Figura 2. Membrana de espiral

La Figura 3 presenta un resumen de los métodos y niveles de purificación

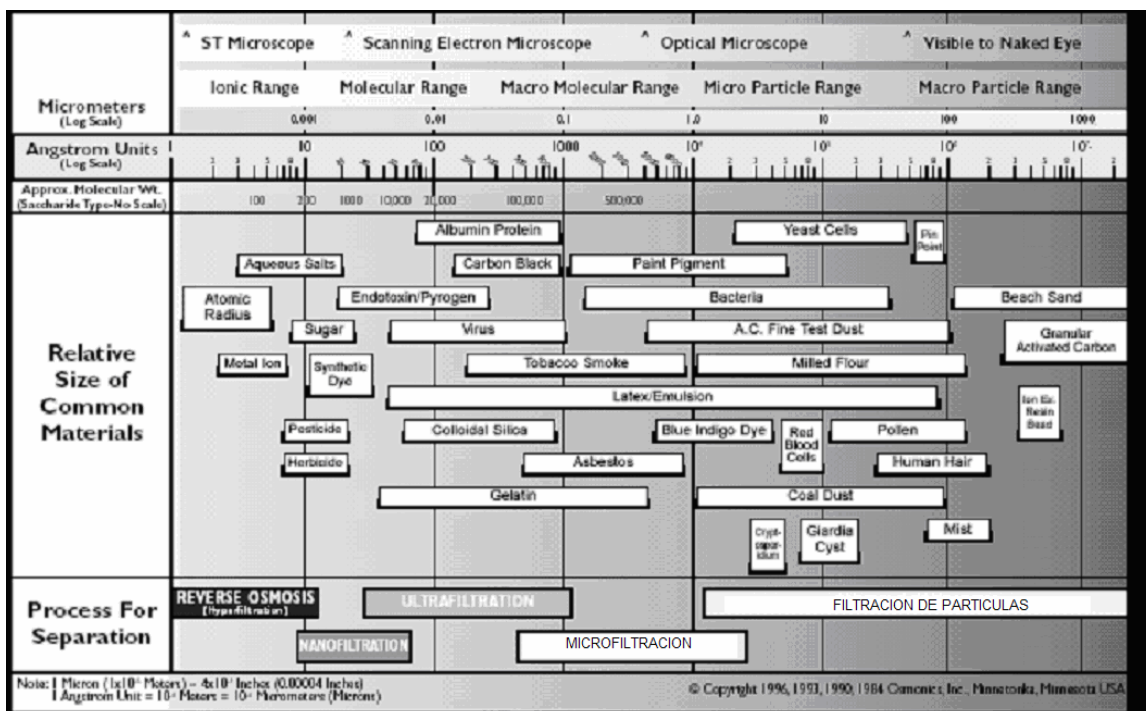


Figura 3. Métodos de purificación de agua. Fuente: Osmonics, 1997

El control de la población de microorganismos es esencial para mantener el funcionamiento de cualquier sistema hidráulico. Hay dos importantes consideraciones cuando se usa un biocida: la concentración y el tiempo de

contacto. A mayores concentraciones, menores los tiempos de contacto necesarios para una efectiva desinfección.

1.5 Cloro

Es el más utilizado por su bajo costo y efectividad. Es más efectivo para pH debajo de 7. Se mantiene continuamente dosificado para mantener residuos de 0.2 a 2 ppm. Los tratamientos periódicos se llevan a cabo mediante concentraciones de 100-200 ppm por 30 minutos. Para pequeños sistemas, el cloro se usa como hipoclorito de sodio (NaOCl) y líquidos dehidratados de hipoclorito de calcio $[\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$.

1.6 Ozono

El ozono es dos veces más poderoso que el cloro. El ozono (O_3) se produce mediante una descarga de corriente eléctrica a través del aire. El oxígeno en el aire forma O_3 el cual es altamente reactivo e inestable. El ozono no involucra contaminación iónica porque se degrada en O_2 . El ozono debe dosificarse en el agua de manera regular debido a que tiene una vida media muy corta (aproximadamente 20 minutos a temperatura ambiente) en solución.

1.7 Calor

El calor es una forma clásica de control bacteriano y es muy efectivo cuando los sistemas están diseñados e instalados adecuadamente. Se usa a temperaturas de 80 °C para controlar microorganismos en sistemas de carbón activado.

1.8 Luz Ultravioleta (UV)

La desinfección de agua por radiación UV, es un procedimiento físico que no altera ni la composición química, ni el sabor ni el olor del agua. La seguridad de la desinfección por UV está probada científicamente y constituye una

alternativa segura, eficaz, económica y ecológica frente a otros métodos de desinfección del agua, como por ejemplo la cloración. La radiación UV constituye una de las franjas del espectro electromagnético y posee mayor energía que la luz visible. La irradiación de los gérmenes presentes en el agua con rayos UV provoca una serie de daños en su molécula de ADN, que impiden la división celular y causan su muerte.

La radiación más germicida es aquella con una longitud de onda de 254 nanómetros. El ADN expuesto a esta energía presenta un máximo de absorción, produciéndose una inactivación irreversible en el crecimiento de los gérmenes. Así se pueden eliminar microorganismos que se encuentren en el agua, tales como algas, parásitos, hongos, bacterias y virus.

No presenta efectos secundarios peligrosos, como la utilización de desinfectantes químicos o generación de inmuno-resistencia como los antibióticos. Los rayos ultra-violeta tampoco alteran el pH y sólo los organismos que pasan por el esterilizador son eliminados.

Los sólidos suspendidos o partículas causan un problema porque los microbios se esconden tras la coraza de los sólidos y así pueden pasar a través de los esterilizadores sin tener una penetración directa de la UV. Esta coraza puede reducirse por medio de filtración de al menos 5 micras de tamaño.

El único método positivo de asegurar que la UV este funcionando correctamente para lo que se diseñó, es obtener pruebas microbiológicas del agua de alimentación. Aún que la lámpara este encendida y parezca que esta funcionando, factores como la calidad del agua, el tiempo de vida de la

lámpara y la transmisión real de la misma pueden afectar la producción real de UV. Se recomienda pruebas de agua periódicamente para asegurar que se está recibiendo agua biológicamente segura. También es importante seguir los lineamientos del fabricante en procedimientos de calidad de agua y operación. La desventaja de la UV es la falta de residuos activados, y es efectivo sólo si la UV está en contacto con el microorganismo.

Muchos hogares tienen sistemas de purificación para aumentar el tratamiento de los sistemas municipales.

La mayoría de los sistemas utilizan osmosis inversa para reducir los SDT en un 90% aproximadamente, carbón activado para absorber orgánicos de pequeño peso molecular y cloro, y filtración submicra para remover los finos de carbono, otras partículas y bacterias que puede crecer en los filtros de carbono.

El agua embotellada purificada se obtiene por destilación, intercambio de

iones, osmosis inversa, u otros procesos de tratamiento. Se produce del agua que cumple con la normatividad con respecto a agua para beber. El agua purificada no contiene sustancias añadidas. Las preocupaciones principales son las bacterias y levaduras y el contenido de sólidos totales.

La industria del agua embotellada debe elaborar un producto de acuerdo a la normatividad en la que el control bacteriológico es fundamental. Generalmente se requiere desinfección por cloro u ozono. El contenido de ST se controla de forma más económica a través de OI. La etiqueta de la botella debe definir el método de producción.

El agua de suministro debe tener 650 ppm de SDT a 25 °C.

El pretratamiento debe incluir un sistema de suministro químico para adición de cloro, un filtro de sedimentos de doble capa y un sistema de suministro químico para el amortiguamiento del pH.

2. OBJETIVOS

El objetivo planteado fue el de evaluar los procesos de purificación de una despachadora de agua de Ciudad Juárez, así como la calidad del producto. En esta investigación se presenta el proceso de purificación de agua de una empresa que vende su producto a un precio considerablemente bajo (casi un 50% de ahorro con respecto a la competencia), provocando así un poco de desconfianza sobre la calidad que pueda ofrecer al consumidor. Esta compañía ha expandido sus servicios por toda la ciudad colocando centros de abastecimiento de agua en diversas

colonias y fraccionamientos de la ciudad.

3. METODOLOGIA

Se llevó a cabo una revisión del documento del Manual de Agua Pura de la empresa Osmonics (Osmonics, 1997) para el resumen de los métodos de purificación de agua y otra información general relacionada con el tema. También se consultaron otras fuentes de la Internet. Se obtuvo información acerca de la calidad de agua en un punto de la zona norte de Ciudad Juárez proveniente de la red de distribución y que sirve como fuente para el proceso de

potabilización de la despachadora. Se obtuvo, así mismo, información de laboratorio acerca de la calidad del agua de la despachadora en esta zona. La información fue proporcionada por el Laboratorio Ambiental del Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la UACJ. Con base en este análisis y los

procesos que se requieren para purificar el agua, que se resumen en la figura tecnologías de remoción de contaminantes (Ver figura 4), se hizo una comparación con la tecnología utilizada por la despachadora y se obtuvo la evaluación.

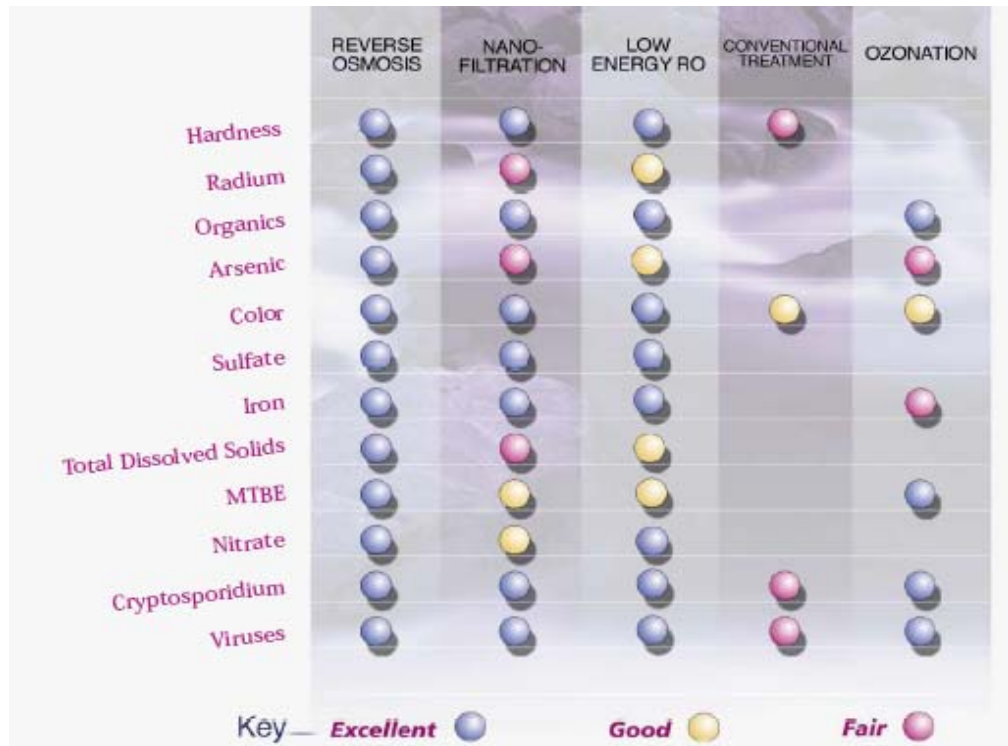


Figura 4. Tabla comparativa de la eficiencia de las tecnologías de purificación de agua.
Fuente: Osmonics, 1997.

El proceso de purificación de agua de la despachadora es el siguiente:

- El agua de la red pública se deposita en un tanque.
- Un sistema hidroneumático inyecta a presión el agua para iniciar el proceso.
- El proceso de purificación incluye filtros pulidores, suavizadores, filtros de carbono activado que elimina arena, sales, olores, sabores, cloro y otras partículas.
- Un sistema de osmosis inversa finaliza el proceso de purificación.
- Una vez purificada, el agua es almacenada en un tanque herméticamente cerrado.
- Antes del llenado del garrafón el agua purificada pasa por una lámpara de luz ultravioleta esterilizadora.

- Para protección durante el proceso de llenado el agua no toca la boquilla despachadora.

4. RESULTADOS

La Tabla 1 muestra el resumen histórico de la calidad del agua en la red de distribución del organismo operador de Ciudad Juárez en un punto de la zona norte en el periodo mayo de 2002 al noviembre de 2004.

ANÁLISIS EN MUESTRA INSTANTÁNEA	MÉTODO ANALÍTICO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	Incertidumbre Ux(95%)	RESUMEN HISTORICO (CON * FUERA DE LA NORMA)
Dureza total (como CaCO ₃)(mg/l)	NMX-AA-72	500.000	0.804	160.812
Sólidos disueltos totales (mg/l)	NMX-11-20	1000.000	N.A.	900.160
Fenoles (mg/l)	NMX-AA-50	0.001	N.A.	<0.01*
Substancias activas al azul metileno (mg/l)	NMX-AA-39	0.500	0.052	<0.5
Cianuros (mg/l)	NMX-AA-58	0.070	0.001	<0.07
Cloro libre	NMX-AA-100	0.2-1.50	N.A.	0.212
Cloruros (mg/l)	NMX-AA-73	250.000	0.735	378.776*
Fluoruros (mg/l)	NMX-AA-77	1.500	--	0.734
pH a 25°C	NMX-AA-08	6.5-8.5	0.055	7.626
Sulfatos (mg/l)	NMX-AA-74	400.000	--	114.274
Coliformes totales (NPM/100 ml)	NMX-AA-42	2.000	N.A.	<2
Coliformes fecales (NPM/100 ml)	NMX-AA-42	No Detectable	N.A.	NO DETECT
Aluminio (mg/l)	NMX-AA-51	0.200	0.106	<0.5*
Arsénico (mg/l)	NMX-AA-46	0.050	--	0.135
Bario (mg/l)	NMX-AA-51	0.700	--	<0.7
Cadmio (mg/l)	NMX-AA-51	0.005	0.002	<0.005
Cobre (mg/l)	NMX-AA-51	2.000	0.006	<2
Cromo total (mg/l)	NMX-AA-51	0.050	0.014	<0.05
Fierro (mg/l)	Stand. Methods	0.300	--	<0.3
Manganeso (mg/l)	Stand. Methods	0.150	--	<0.15
Mercurio (mg/l)	NMX-AA-64	0.001	--	<0.002*
Plomo (mg/l)	NMX-AA_51	0.025	--	<0.025
Sodio (mg/l)	Standard Methods	200.000	--	249.500*
Zinc (mg/l)	NMX-AA-51	5.000	0.005	<5
Color (Unidades Pt-Co)	Standard Methods	20.000	N.A.	11.558
Turbidez (NTU)	NMX-AA-38	5.000	N.A.	<5
Nitrógeno amoniacal (como N) (mg/l)	4500-NH3-E	0.500	0.031	0.168
Nitrógeno-nitratos (como N) (mg/l)	NMX-AA-99	10.000	--	<10
Nitrógeno-nitritos (como N) (mg/l)	NMX-AA-79	0.050	0.014	<.05
Alcalinidad (como CaCO ₃)	NMX-AA-36	300.000	1.160	124.274

Tabla 1. Resumen de la calidad del agua en un punto de la zona norte de Ciudad Juárez

De acuerdo con los datos, los fenoles y cloruros, así como el cadmio, mercurio y sodio están excedidos de la norma.

La tabla 2 es un resumen de la calidad del agua en una de las

despachadoras de agua de la zona norte de Ciudad Juárez para efectos de comparación con la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

ANÁLISIS EN MUESTRA INSTANTÁNEA	MÉTODO ANALÍTICO	LIMITE MAXIMO PERMISI-BLE	RESUMEN HISTORICO (SIN PARAMETROS FUERA DE LA NORMA)
Fenoles (mg/l)	NMX-AA-50	0.001	0.0031
Cloruros(mg/l)	NMX-AA-73	250.000	6.7
Aluminio(mg/l)	NMX-AA-51	0.200	0.0682
Mercurio (mg/l)	NMX-AA-64	0.001	No disponible
Sodio (mg/l)	Standard Methods	200.000	13.58
SDT (ppm)		650	44

Tabla 2. Calidad del agua de la despachadora en un punto de la zona de comparación con la calidad del agua de la fuente en junio de 2006

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

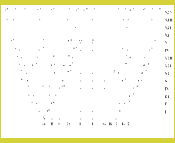
Con base en la información recabada, la observación en el sitio de funcionamiento del equipo de purificación, así como de la tecnología utilizada en la despachadora, se considera que el agua que se vende por esta empresa es de muy buena calidad y a buen precio; cabe mencionar que a los equipos se les da mantenimiento diario, según información del personal de la empresa, y una limpieza general por lo menos una vez por semana. Los procesos de purificación de la despachadora corresponden a los sugeridos por Osmonics. Se recomienda llevar a cabo análisis de laboratorio del agua de manera periódica, para asegurar que se está ofreciendo agua

biológicamente segura ya que alguno de los parámetros de la fuente de suministro (red pública de agua potable) están fuera de la norma.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer a IIQ. Luz del Carmen Agüero Reyes y a la Ing. Isla Dinora Balderrama Arzaga, ambas profesionistas del Laboratorio Ambiental de la UACJ, por los estudios de calidad de agua realizados.





EL TESTAMENTO CIENTIFICO DE CHARLES DARWIN

A LA SEÑORA EMMA DARWIN¹

Down. Julio 15, 1844.



... He terminado justamente el bosquejo de mi *Teoría de las especies*. Si, como creo, esa teoría fuera con el tiempo aceptada aunque más no sea que por un solo juez competente, ello significaría un paso considerable para la ciencia.

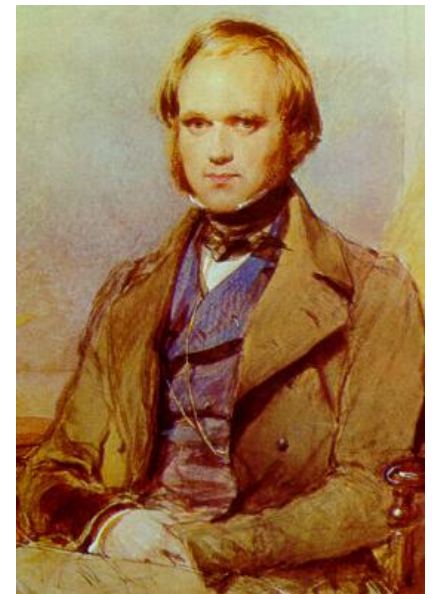
En consecuencia, escribo esto para el caso de una muerte repentina, como mi más solemne y última voluntad, la cual estoy seguro será considerada por ti como si estuviera legalmente incluida en mi testamento: destinar cuatrocientas libras a la publicación del referido esbozo y que tú misma, o por intermedio de Heinsleigh², te ocupes de promoverla.

Deseo que mi apunte sea dado a alguna persona competente, con esa suma para inducirlo a tomarse el trabajo de mejorarlo o ampliarlo. Le lego todos mis libros sobre historia natural, los cuales están marcados o tienen referencias al final de las páginas, rogándole que observe cuidadosamente y considere tales pasajes como vinculados en forma inequívoca, o en todo caso, de manera indirecta con el asunto principal.

Deseo que hagas una lista de todos esos libros a fin de tentar a algún editor. Asimismo te pido que le entregues todos aquellos recortes divididos sin gran esmero en ocho o diez carpetas oscuras. Los recortes con las citas copiados de varias obras son los que pueden ayudar a mi editor.

También deseo que tú, o algún amanuense, ayude a descifrar aquellos que el editor crea de posible utilidad. Dejo a su criterio interpolar esos datos en el texto, como notas o bajo forma de apéndice.

Como el examen de las referencias y recortes será una

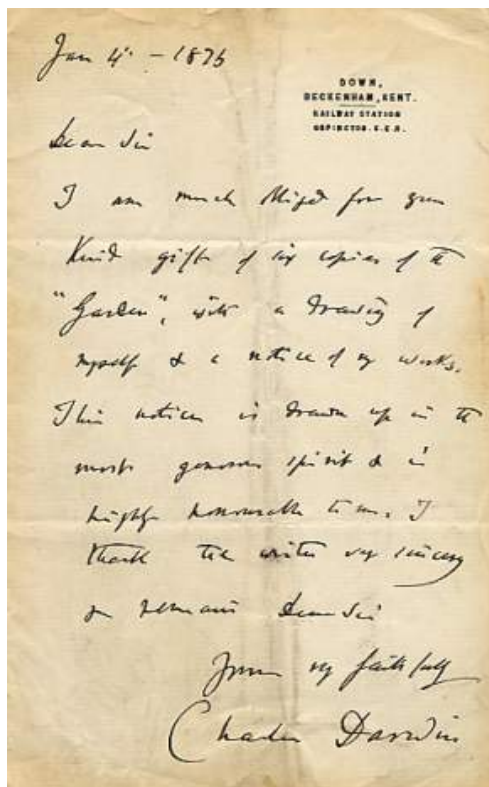


¹ Darwin, C. *Memorias y epistolario*. Arg.: Ed. Elevación; 1946.

² Heinsleigh Wedwood, cuñado de Darwin.

larga tarea, y el corregir y ampliar y alterar el orden de mi esbozo va a llevar un tiempo considerable, deajo esa suma de cuatrocientas libras como remuneración y además toda la ganancia que pueda dar la obra.

Considero por esto que el editor puede publicar el esbozo bien por cuenta de algún impresor o a su propio riesgo. Muchas de las notas de las carpetas contienen meras sugerencias y opiniones viejas, ahora inútiles, y muchos de los datos resultarán probablemente sin conexión con mi teoría.



Con respecto a los editores, el Sr. Lyell³ sería el mejor si quisiera encargarse de la tarea; creo que le agradecería el trabajo y que encontraría varios hechos nuevos para él. Como el editor debe ser geólogo tanto como naturalista, después de Lyell el mejor sería el profesor Forbes⁴ de Londres. En su defecto (excelente en muchos aspectos) podría ser el profesor Henslow⁵. El doctor Hooker⁶ estaría muy bien. Luego se puede considerar también al Sr. Strickland⁷.

Si ninguno de esos quisiera emprender la tarea, te pediría que consultes con Ch. Lyell o alguna otra persona de capacidad sobre quien podría ser, desde luego un geólogo y naturalista. Si 100 libras más constituyeran la diferencia para conseguir un buen editor, desearía que aumentes el ofrecimiento a quinientas libras.

El resto de mis colecciones en historia natural puede ser donado a cualquiera o a algún museo que lo acepte.

[La siguiente nota parece haber formado parte de la carta original, pero debe haber sido agregada en una fecha posterior]

³ Sir Charles Lyell (1797–1875). Geólogo escocés amigo de Darwin.

⁴ Edward Forbes. Con su obra *The lake as a microcosm*, publicada en 1887, contribuyó a la conformación de la ecología.

⁵ Rev. John Stevens Henlow (1796–1861). Botánico y geólogo.

⁶ Joseph Dalton Hooker (1817–1911). Botánico y explorador, autor del *Himalayan journal, Botany of the Antarctic voyage*, entre otros. Fue el primer científico de prestigio que reconoció públicamente *El origen de las especies* de Darwin.

⁷ Hugh Edwin Strickland. Después del nombre del señor Strickland hay una frase que ha sido borrada, pero que aún puede leerse: “El profesor Owen estaría muy bien, pero supongo que no querrá ocuparse de semejante trabajo”.

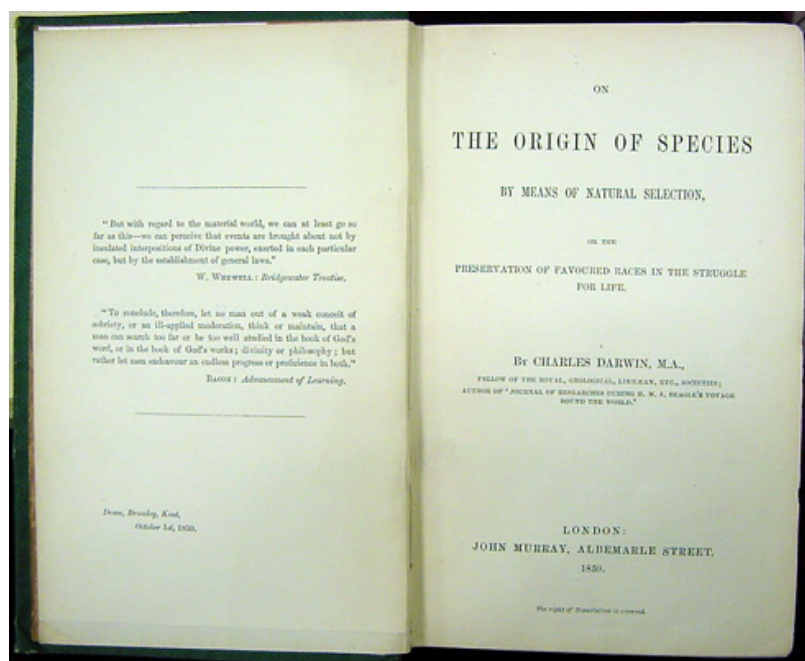
Lyell, especialmente con la ayuda de Hooker (y de algún buen zoólogo), sería el mejor de todos. No siendo un editor que prometa consagrar su tiempo a la tarea, no me parece necesario pagar esa suma.

Si hubiera alguna dificultad en conseguir un editor que quiera dedicarse en absoluto a la cuestión y pensar en la relación de los pasajes marcados en los libros y copiados en los recortes de papel, entonces sería mejor publicar mi esbozo tal cual está, consignando que fue trazado hace varios años y de memoria, sin consultar ninguna obra y sin ninguna intención de publicarlo en su actual forma.

[La idea de que el esbozo de 1844 pudiera quedar, en caso de su muerte, como único testimonio de su obra, parece haber trabajado su mente durante mucho tiempo, pues en agosto de 1854, cuando terminó con los cirrípedos, y pensaba emprender su obra “sobre las especies”, agregó en el reverso de la carta las siguientes palabras]

Hooker es con mucho el hombre más capaz de editar mi volumen sobre las especies. Agosto de 1854.

En 1859 Darwin publicó su obra cumbre *El origen de las especies*. Falleció en 1882, a la edad de 73 años. Sobrevivió casi 38 años a su testamento literario⁸



⁸ Pies de página, figuras y comentario final de *CULCyT*.



Publica o perece

PUBLICAR PARA VIVIR EN LA ACADEMIA Y LA CIENCIA

Publicar representa un gran logro, tomando en cuenta que a esto antecede un enorme trabajo de investigación y escritura, pero a veces este triunfo llega a ser insuficiente cuando de sobrevivir en el ámbito académico y científico se trata. Esto se debe a que todo lo que el profesor investigador saque a la luz pública será evaluado y tasado por los colegas, práctica a la que se le denomina “revisión de pares” (peer review). El valor del trabajo ante los demás dependerá de su originalidad y profundidad, su relevancia para el sistema de conocimiento, su potencial utilidad científica o práctica, de si el medio impreso empleado está registrado en un index internacional y del carácter de la revista donde fue publicado.

Pero en este escenario, como en cualquier otra actividad del hombre, hay niveles de aprendizaje, investigación y éxito. No se puede esperar o pedir lo mismo a un profesor de Oxford que a otro de la Universidad de Huejoquilla. Y no porque no exista masa crítica para hacer investigación de calidad –pues en México la hay; en menos cantidad pero sí con la visión y la capacidad necesarias para hacer cosas trascendentes–, sino por que se carece de infraestructura moderna, de apoyo financiero para construir y renovar el equipo y, principalmente, de la confianza por parte de los sectores productivo y de servicios.

Según Bunge (2000), los investigadores que en los países desarrollados no publican en revistas de

circulación internacional no son vistos como científicos por sus pares. Su presencia en revistas y foros especializados es objeto de una continua vigilancia, escrutinio y calificación. “Su actividad no es evaluada por directores de departamento, ni menos aún por funcionarios estatales, sino por las revistas que sopesan sus artículos y por los organizadores de congresos encargados de seleccionar a los expositores invitados. Estos jueces son, en última instancia, los que determinan el rango y el salario de los investigadores.”

Y agrega, “en esos países, la consigna es: “publica o perece.” Esta consigna impone una lucha muy dura por la supervivencia académica. Allí no hay tal cosa como estabilidad del investigador. Si se le seca a uno el cerebro, mala suerte. Tendrá que ganarse la vida enseñando cursos elementales, con lo cual será mucho más útil y feliz que simulando seguir siendo lo que acaso fue alguna vez (o nunca) lo fue, cuando aún tenía curiosidad y empuje.”

Las publicaciones científicas y académicas, que son la medida universal de reconocimiento y recompensa dentro de la comunidad universitaria (en la cual está inserta la mayoría de los miembros de la comunidad científica mexicana), han pasado a formar parte de los sistemas de evaluación del personal docente de las universidades públicas de México. Cada año, los profesores universitarios reúnen pruebas documentales del producto del trabajo del año inmediatamente anterior para someterlo a una revisión arbitrada que, de acuerdo a un sistema de puntuación, le permitirá recibir una “beca

académica” que complementará mensualmente su salario.

Como en cualquier tipo de sistemas de evaluación, las críticas no han faltado. No obstante, este programa ha hecho que los profesores participantes se esfuercen por llevar registros de sus actividades –que no todos lo hacían antes, y menos aún formalmente– y por producir nuevos materiales. Aunque no todo el trabajo evaluado dentro de este esquema tenga que ver con la investigación (o “generación de conocimiento”, como se le denomina oficialmente), se ha sembrado la preocupación por crear archivos del trabajo personal e institucional.

Pero investigar y tener resultados que publicar tampoco es suficiente para un científico. ¿Cuántas veces no hemos visto en México investigadores universitarios que después de realizar sus estudios almacenan lo que encontraron? ¿O estudiantes de licenciatura o postgrado que después de haber terminado sus proyectos de investigación para titularse, son incapaces de traducirlos en una tesis? Y esos materiales se quedan entre legajos y cuadernillos, y todo por que no saben escribir; porque ignoran la manera de escribir un artículo o una disertación.

La escritura de documentos científicos, empezando por lo básico que son las tesis hasta el desarrollo de propuestas científicas para la generación de recursos destinados a la realización de investigación propia, es un factor poco estimado y menos reconocido que incide positivamente no sólo en la generación de publicaciones científicas, sino en la creación de ciencia *per se*.

Los artículos científicos publicados son los que, en buena medida, hablarán por el autor, y algo que no deberá de hacer mientras continúe su vida en la academia. Pero esto no debe

confundir a los jóvenes, un investigador no está todo el tiempo escribiéndolos y sacándolos a la luz, pues, aunque a muchos les pueda resultar difícil de entender, el académico investigador gasta más tiempo redactando reportes a instituciones que subsidiaron sus estudios, buscando financiamiento y elaborando nuevos proyectos y, si está comprometido con la educación superior, preparando materiales de enseñanza (Yore, 2002).



Referencias:

Bunge, Mario. 2000. *El futuro de la ciencia en la Argentina: La cenicienta de siempre*. Buenos Aires. La Nación.

Yore, L.D. 2002. *Written discourse in scientific communities: a conversation with two scientists about their views of science, use of language, role of writing in doing science, and compatibility between their epistemic views and language*. Australia: University of Victoria.

publicaoperece@yahoo.com



La Puerta



De educación y política... según Platón

En el libro *La República de Platón*, y en *Las Leyes* de una manera más extensa, está definido el problema de la educación.

“...algún dios ha concedido a los seres humanos estas dos artes, la de la música y la gimnasia, con miras a dos cosas: la fogosidad y el ansia de saber. De forma que ambas alcancen un ajuste armonioso entre sí...”

Cuando escuchamos las palabras "gimnasia" y "música" hoy, relacionamos a la primera con juegos de tipo físico: levantamiento de pesas, boxeo, jabalina; y la segunda con cosas como: tocar la guitarra, la flauta, la cítara o lo que fuese. No es exactamente lo que pretendían los griegos o lo que quería expresar Platón.

Él hablaba de la Gimnasia -gymnós, desnudez- como de una aptitud especial en los jóvenes, los cuales podían desarrollar toda su pureza en el sentido físico de descontaminación. Platón recomienda separar las generaciones -y eso fue muy discutido-, no está de acuerdo en que los jóvenes sean educados por los padres; Platón propone en *La República* que sólo durante cinco años -en el llamado gineceo- los niños estén a cargo de sus padres, y que luego tienen que pasar a manos los paidagogoi, o sea, los pedagogos o maestros.

Dice Platón, de una manera muy cruda, que cualquier hombre es capaz de tener hijos, pero no cualquiera es capaz de educarlos. Entonces, proponía que después de los cinco años -cosa que se hacía en la Grecia clásica- los niños pasaran a institutos especiales en donde se les educara en la parte física y en la espiritual. Esa parte física se basaba principalmente en un culto a las fuerzas y en un culto a la pureza, y la parte espiritual era la Música, pero por Música entendían el ejercicio de las Musas. Las Musas eran las antiguas Diosas que regían la Historia, la Oratoria, la Música propiamente dicha, la Pintura, el Teatro, etc. O sea, que el joven tenía estas dos grandes vertientes, se pretendía—verdaderamente—un cuerpo sano y se pretendía un espíritu cultivado, un espíritu propenso a las artes y a todo lo que fuese humanista.

Este conjunto de un cuerpo sano y de un espíritu abierto a toda la creación es propio del mundo clásico. Además, Platón creía que existía una gran relación entre el cuerpo y el alma. Los socráticos decían que el cuerpo era como una vasija y el alma como el agua que la llenaba y que es obvio que el agua tome la forma de la vasija que la contiene, por lo que hace falta un cuerpo sano en todas sus extensiones y hace falta una vida sana, un medio sano para que pueda también el alma educir todos sus sanos aspectos.

“...¿no necesitaremos que nuestro Estado sea un supervisor siempre atento a esto, si queremos preservar la estructura básica del mismo?...”

...nuestros gobernantes deben ser los mejores guardianes, ¿no han de ser acaso los más aptos para guardar el estado?...

...Y en tal caso ¿no conviene que, para comenzar, sean inteligentes, eficientes y preocupados por el Estado?...

...hay que seleccionar hombres de índole tal que, cuando los examinemos, nos parezcan más inclinados a hacer toda la vida lo que hayan considerado que le conviene al Estado, y que de ningún modo estarían dispuestos a obrar en sentido opuesto.”

Al tiempo que se lee esta columna con seguridad habremos ya llevado a cabo uno de los ejercicios más representativos de la democracia: la elección.

Podremos estar o no de acuerdo de cómo se llevaban las cosas a cabo en la Grecia clásica, pero lo que si podemos apreciar a través de la lectura es que tenían necesidades y preocupaciones semejantes a las nuestras. Es decir, querían vivir lo mejor posible: buena educación para los hijos, que los mejores hombres y mujeres ocuparan en la sociedad el cargo para el que fueran los más aptos...los mejores.

Con seguridad estamos de acuerdo con lo anterior, pero cuando “examinamos” a tales hombres y mujeres.. ¿lo hacemos con el mismo propósito que en la Grecia Clásica? Quizás cabría una pregunta más simple: ¿examinamos a la gente que debe guardar el estado?

jorge.rodas@itesm.mx

Peligran 981 especies de plantas: Instituto de Biología de la UNAM

En México 981 especies de plantas se encuentran en riesgo, incluso 141 están en peligro de extinción, advirtió Javier Caballero Nieto, director del Jardín Botánico, dependiente del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien reconoció que no existe un número real de la tasa de extinción de la biodiversidad del país.

Al anunciar la celebración del Día Nacional de Jardines Botánicos, el próximo sábado, señaló que el Jardín Botánico de la UNAM, con 12 hectáreas de extensión, cuenta con 5 mil especímenes de mil 200 especies de plantas mexicanas.

En ese sitio, mediante técnicas *in vitro*, son clonadas especies bajo amenaza de extinción.

Acompañado por Linda Balcázar Sol, coordinadora de difusión del jardín, Caballero Nieto destacó que entre las colecciones destacan las de agaváceas y crasuláceas, propias de México, que constituyen un gran acervo de germoplasma *in situ*.

Precisamente en el laboratorio de tejidos se busca la propagación *in vitro*, sobre todo de especies en peligro de extinción.

Aunque precisó que no hay números reales de la tasa de extinción de especies en el territorio nacional, hasta ahora se ha documentado la pérdida de cuatro de la flora mexicana, mientras que la tasa de deforestación en el país es de cerca de 700 mil hectáreas de bosques y selvas por año.

Advirtió que una práctica que constituye un "serio riesgo" para la biodiversidad etnobotánica del país, junto con la deforestación y la desaparición de hábitats, es el tráfico ilegal de especies, que calculó en "millones de dólares", aun cuando reconoció que no hay cifras que reflejen con exactitud el monto del ilícito.

Por otra parte, informó que si bien los científicos de la UNAM trabajan en la realización de un mapa de la biodiversidad de México, "es un proceso largo, interinstitucional y multidisciplinario", y reveló que en el herbario de la UNAM existen "más de un millón 200 mil especímenes".

Por otra parte, insistió en la necesidad de regular las prácticas de biopiratería con las plantas

potencialmente medicinales, cuyo uso ha sido comprobado durante miles de años por las etnias del país, y que son objeto de deseo de las grandes farmacéuticas transnacionales.

"No hemos trabajado en la protección de las mismas, y ésta es una tarea que corresponde tanto a científicos como a las autoridades federales y locales."

El Jardín Botánico, considerado uno de los más importantes del mundo y líder en América Latina, ofrecerá al público conciertos, conferencias, exposiciones, visitas guiadas y actividades lúdicas para niños, jóvenes y adultos, de 10 a 17 horas mañana, sábado 4 de marzo.

Caballero Nieto precisó que además de las técnicas *in vitro* aplicadas en el laboratorio de cultivo de tejidos de plantas en peligro de extinción se realizan estudios etnobotánicos, citogenéticos, anatómicos, morfológicos, moleculares y sobre sistemática de grupos, entre otros.

Explicó que en México las investigaciones refieren que 981 especies de plantas están en alguna categoría de riesgo dentro de la norma correspondiente, por razones como la desaparición de su hábitat o fenómenos relacionados con la deforestación y la sobrecolecta.

Expuso que el Instituto de Biología desarrolla un sistema de información sobre la biodiversidad nacional, ya que posee prácticamente todas las colecciones del territorio. Al respecto, dijo que se tiene la capacidad de generar mapas que describan la distribución de especies y que pronostiquen la extinción.

A su vez, la bióloga Linda Balcázar, coordinadora del área de difusión y educación del Jardín Botánico, precisó que cuando se extingue una variedad se afectan otras 20 relacionadas directamente.

Calculó que para el año 2060 habrán desaparecido miles de especies, tres por día. Expuso que en el contexto de la celebración del Día Nacional de los Jardines Botánicos, los visitantes podrán saber que las plantas se domesticarán.

La Jornada. Marzo 3, 2006
José Galán

Homo energético, modo catastrófico de consumo insostenible para el planeta

AFP. París, 10 de marzo. El modo de vida de un europeo, que implica un consumo promedio de energía equivalente a cuatro toneladas de petróleo por año es insostenible para el planeta, afirma Jean-Marc Jancovici, un experto en cuestiones de clima y energía.

Jancovici, asesor del gobierno francés y de grandes empresas, acaba de publicar un libro que pretende ser un grito de alerta: *Llene el tanque, por favor. La solución al problema de la energía*.

Si se traducen en su equivalente en trabajo humano, pagado al precio del salario mínimo francés, esos hábitos suponen que cada europeo tiene a su servicio en forma permanente el equivalente de 100 trabajadores domésticos.

A continuación, según sus cálculos y redondeando, se presenta lo que cuestan algunos hábitos del *homo energético*, en sus equivalentes en combustible y emisiones de gas carbónico (CO₂) en la atmósfera. El CO₂ es uno de los principales gases con efecto invernadero responsables del cambio climático.

La base de cálculo es un litro de combustible igual a 2.7 kilogramos (kg) de CO₂ emitido:

Un año de uso de automóvil, es decir, 14 mil kilómetros (km), equivale a mil 400 litros de gasolina (incluida su fabricación), lo que es igual a 3 mil 780 kg de CO₂.

El trayecto París-Nueva York-París en avión equivale a cerca de 600 litros de gasolina, igual a 1.6 toneladas de CO₂.

Un año de iluminación de una casa promedio, según el modo de producción de electricidad (represas o centrales a carbón, por ejemplo) es igual a 400 kg de CO₂ (en Grecia, 450 kg de CO₂; Noruega o Suiza, 2.5 kg).

Un año de calefacción a fuel de una casa de 100 m² equivale a mil 800 litros, es decir, 4.86 toneladas de CO₂.

La calefacción a fuel y el desplazamiento en automóvil tienen índices similares de emisión de CO₂, pero con la calefacción a gas, las emisiones bajan 30 por ciento.

Un kilo de carne vacuna en el plato es igual a 1.4 litros de carburante, es decir, 3.7 kilogramos de CO₂ (esencialmente debido a la fabricación del tractor y a la agroquímica, sin

contar el gas metano que emiten las vacas ni el protóxido de los abonos químicos).

Un kilo de pescado de Francia es igual a 0.6 litros de diesel, es decir, alrededor de 1.6 kilogramos de CO₂.

Un kg de atún (pescado en alta mar, por lo que su tonelaje supone más combustible) es equivalente a 1.2 litros de diesel, es decir, alrededor de 3.2 kg de CO₂

Un kilogramo de langostinos, igual a tres litros de combustible, es decir, más de ocho kg de emisiones de CO₂.

Una botella de champaña equivale, en emisiones de CO₂, a siete km en automóvil, lo que es igual a 1.7 kg de CO₂.

Fabricar una computadora con pantalla plana equivale a 400 litros de combustible (sobre todo por el carbón utilizado para alimentar las centrales eléctricas que permiten funcionar a los fabricantes de componentes en Asia y en Estados Unidos) equivale a 1.3 toneladas de CO₂.

Si un litro de gasolina significa la energía desplegada por 10 pares de piernas trabajando por ocho horas, se necesitarían mil hombres para hacer un trayecto de mil kilómetros en automóvil, y 6 mil esclavos para un vuelo trasatlántico.

La Jornada. Marzo 11, 2006

La ciencia en México, en estado de subdesarrollo lamentable: Ruy Pérez Tamayo

Hace unos días, el Fondo de Cultura Económica (FCE) editó el libro *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*, del investigador Ruy Pérez Tamayo, en el cual describe y documenta hechos sobresalientes de este tema en nuestro país a partir de 1912.

En entrevista con *La Jornada*, el autor menciona: "El objetivo de este libro es crear conciencia.

Vernos en un espejo con claridad para ver qué somos, hasta dónde hemos caminado, cuáles son los obstáculos que hemos enfrentado y cuáles los que hemos superado. Mientras no aprendamos a mirarnos a nosotros mismos, a analizar nuestros problemas y a ver con qué



Ruy Pérez Tamayo.
Foto Carlos Ramos M.

fuerzas contamos, no vamos a avanzar como sociedad.

Por eso realicé este trabajo, que es una especie de ofrenda a la comunidad científica para

"La prioridad número uno en el país debe ser la educación"

que vea de dónde venimos y a dónde podemos llegar".

El académico precisa que las autoridades encargadas de apoyar y difundir el conocimiento científico en México tienen

que tomar "conciencia

del valor que tiene para la sociedad el apoyo a la ciencia y la tecnología, porque la sociedad tiene que sustentarse en estas dos ramas para actualizarse y poder vivir en el siglo XXI. La sociedad contemporánea depende del conocimiento, de saber hacer cosas para ser capaces de desarrollarse. Si mantenemos una sociedad ignorante, basada en supersticiones y creencias medievales, no vamos a progresar, nos vamos a quedar en este nivel. La prioridad número uno en el país debe ser la educación. Lo que gana un profesor de primaria es una tragedia nacional; a los maestros se les ha transformado en unos parias que viven una vida miserable, que no tienen para cubrir sus necesidades básicas. La educación en México ha sido confinada a uno de los últimos renglones del interés gubernamental, lo cual es suicida".

El también jefe del Departamento de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) informa que *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX* "nace a partir del libro *Historia de la ciencia en México*, de Elías Trabulse, quien documenta el tema a partir del siglo XVI y lo lleva hasta principios del XX, exactamente hasta 1912, cuando se realiza el primer Congreso Científico Mexicano; un libro espléndido que no sólo es descriptivo sino también sirve como una antología, porque reproduce trabajos científicos a lo largo de esos cuatro siglos.

"Pensé que podría completarlo con la historia de la ciencia en el siglo XX porque he vivido una buena parte de ese periodo y porque me dedico a la investigación científica;

escribirlo siendo juez y parte del proceso. Lo primero que hice fue documentarme para escribir

**Hoy día, la ciencia en México:
"está en un estado de subdesarrollo lamentable"**

la primera mitad del siglo XX, y la segunda parte es un relato de mi experiencia personal. La investigación concluye en 2000, pero en estos seis años que llevamos del presente siglo la situación no es muy diferente, así que podría considerarse que es una historia de 1900 a nuestra época."

Estado actual de la ciencia

Pérez Tamayo comparte lo que descubrió al realizar esta investigación: "Que el estado y desarrollo de la ciencia en México de 1900 a 1952, cuando se funda Ciudad Universitaria, fue muy pobre, tuvimos poca paz civil durante 30 años, y cuando concluyó estábamos en un estado primitivo de subdesarrollo; lo que ocurre a partir del inicio de la segunda mitad del siglo XX: empiezan a consolidarse grupos de investigación gracias a la creación de Ciudad Universitaria; a partir de entonces el crecimiento de la ciencia en el país ha sido progresivo y extraordinariamente saludable. Cuando uno compara cómo estábamos en 1950 (no había nombramiento de investigadores, institutos ni proyectos de investigación) a como estamos en la actualidad, podemos ver que el crecimiento ha sido muy grande".

En 1950, no había en México "nombramiento de investigadores, institutos, ni proyectos de investigación"

El optimismo de la anterior percepción de Pérez Tamayo mengua cuando se le pregunta sobre el papel de la ciencia mexicana en el mundo: "El desarrollo de la ciencia en México respecto de otras naciones de primer mundo -las cuales comenzaron hace siglos a trabajar, promover y apoyar la ciencia- está en un estado de subdesarrollo lamentable. En México tenemos muy poco tiempo de haber empezado este trabajo, aunque no lo hemos hecho tan mal: tenemos nombramientos de investigadores, institutos de investigación y un organismo oficial que apoya y fomenta la ciencia en México como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología".

El investigador precisa que el problema de la ciencia en nuestro país "no es de calidad; tenemos

investigadores de máximo nivel en muchas disciplinas, el problema es de cantidad, somos muy pocos. Tenemos una masa crítica de

científicos mínima, hay menos de un científico por cada 10 mil habitantes, mientras en Alemania hay 42 y en Japón 38 por la misma cantidad de gente. Si lo medimos de esta manera nuestra capacidad de desarrollo científico es muy pequeña... bueno, aunque no es lo único que está subdesarrollado en México", añade.

El científico extiende su anterior respuesta y agrega: "Todo el país está así porque la ciencia está subdesarrollada y no al contrario. La razón por la que está en subdesarrollo es multifactorial. Lo que ha ayudado a su desarrollo, que sí existe, es decir, la razón más importante, es la conciencia civil, la sociedad mexicana; porque a las autoridades no les interesa, aún no tienen el nivel de conciencia sobre la importancia que tiene el desarrollo de la sociedad al apoyar la ciencia y la tecnología".

Escenarios futuros

En el epílogo de *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*, Pérez Tamayo da tres posibles escenarios futuros, explica: "Uno pesimista, otro optimista y el tercero realista. El primero es que vamos a seguir como hasta ahora con el discurso de que la ciencia y la tecnología son importantes, pero reduciendo el apoyo que reciben; somos el país de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos que gasta menos en ciencia y tecnología, y el que menos doctores graduados tiene por año; estas cifras se traducen en indiferencia de las autoridades, las cuales deben promover el desarrollo de la ciencia, porque la iniciativa privada en nuestro medio nunca ha tenido el menor interés. Además, cuando algún científico termina su doctorado no tiene dónde trabajar, no hay nuevas plazas; la única que las ha aumentado es la UNAM, todas las demás no han creado nuevas plazas ni instituciones.

"El escenario optimista es que las autoridades acepten que la ciencia y la tecnología son importantes para el desarrollo de la sociedad, para que le den más apoyo, no sólo económico, sino de interés. El último escenario, el realista, es que como ocurrió en los pasados 50 años del siglo anterior vamos a seguir siendo comunidad científica a pesar de la indiferencia de las autoridades, así hemos vivido y no hay nada que se ponga a ello."

La Jornada. Marzo 17, 2006
Jorge Caballero

Ignora el gobierno el papel de la ciencia como palanca de desarrollo



Octavio Paredes. Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias

Desafortunadamente, en México los políticos no han terminado de entender que las únicas palancas para salir del subdesarrollo son la ciencia y la tecnología, acompañadas con un fuerte componente de educación de calidad en todos los niveles, afirmó Octavio Paredes López, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias.

Al participar en el 15 aniversario del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Durango, Paredes López enfatizó que mientras el presidente de México, Vicente Fox, busca acomodo a los jóvenes inmigrantes en Estados Unidos y Canadá, se soslaya el papel del conocimiento como generador de la riqueza que tanto requiere el país.

"Si este país no se cambia la estrategia que ha mantenido hasta ahora, cada día tendrá que pedir más acomodo para nuestros jóvenes fuera del país, con el enorme riesgo de la pérdida de identidad cultural y de la soberanía nacional", dijo.

El biotecnólogo del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato, del Instituto Politécnico Nacional, mencionó que mientras en China –que ocupa el quinto lugar mundial en inversión en ciencia y el próximo año ocupará el segundo lugar– ha sacrificado programas urgentes que no generan riqueza, en México se ha disminuido el presupuesto de forma gradual al pasar del 0.42 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) en el 2000, al 0.34 por ciento este año.

Durante el festejo en el que se analizó la perspectiva de la ciencia en el estado de Durango, con la participación de científicos miembros de la AMC como Antonio Peña, Julio Muñoz, Joaquín Ortiz Cereceres y Sergio Guevara, entre otros,

Paredes López llamó al gobierno estatal a invertir el 1 por ciento del Producto Estatal Bruto de forma gradual, ya que el sector en la entidad norteña es “muy pobre”.

Computación para niños

Asimismo, Paredes López ratificó el apoyo de la AMC y sus integrantes para impulsar programas que permitan impulsar la ciencia del estado, como lo ocurrido con el programa de *Computación para Niños*, con el que la Academia, junto con el gobierno del estado, instaló un centro de cómputo en la zona del Mezquital en la sierra duranguense y que fue inaugurado ayer.

En la ceremonia en la que estuvieron presentes el secretario de educación de Durango, Héctor Arreola, y el director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado, Hiram Medrano, se reconoció el esfuerzo de la Academia por montar el dicho centro en una de las zonas más deprimidas de la región.

“A diferencia de otros programas de computación, el nuestro sí funciona y se han impartido más de 150 talleres con el que enseñamos a los niños de las comunidades más empobrecidas a acercarse a las modernas tecnologías de la computación y a internet”, señaló Paredes López.

El presidente de la AMC ofreció montar más centros como este en el estado. “No tenemos dinero, pero sabemos y podemos conseguirlo si el gobierno del estado se compromete a aportar la mitad”.

Ante tal ofrecimiento, Héctor Arreola se comprometió a colaborar para montar otro centro en una comunidad indígena.

Por su parte, Hiram Medrano, informó que pronto se instalará el Sistema Estatal de Investigadores, con el que se apoyará a los científicos que no forman parte del Sistema Nacional de Investigadores. Asimismo, mencionó que el gobierno del estado de Durango otorgó este año un incremento del 120 por ciento al presupuesto al sector.

Academia Mexicana de Ciencias
Boletín AMC/24/06
Durango, Durango. Marzo 31, 2006

Paredes pide a la comunidad científica vincularse con la sociedad

Al concluir su periodo como presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Octavio Paredes López instó a la comunidad científica del país a explorar nuevas rutas para resarcir rezagos y lograr que el conocimiento y la innovación estén dentro de las prioridades nacionales para, con ello, contribuir al mejoramiento de la competitividad y de la calidad de vida de la población.

“Estamos ante la oportunidad de explorar la generosidad del conocimiento para contribuir a la moderación de un clima político nacional, que se caracteriza por la dificultad para escuchar propuestas que resuelvan los desequilibrios sociales y la ausencia de miradas a largo plazo que posibiliten situar a la nación en el siglo XXI”.

Durante la ceremonia de inicio del LVII Año Académico de la AMC, Paredes López insistió en que los científicos mexicanos deben hacer algunos esfuerzos para posicionar el conocimiento y la innovación en la agenda de prioridades nacionales, aunque aclaró que se debe ser realista en cuanto a las posibilidades de lograr avances significativos en la próxima administración presidencial.

Acompañado por el presidente entrante de la AMC, Juan Pedro Laclette, y el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Gustavo Chapela, Paredes López afirmó que es necesario que los tomadores de decisiones de los destinos del país entiendan el carácter estratégico del conocimiento y de la innovación para combatir los desequilibrios sociales, mejorar la calidad de vida y fortalecer la competitividad.

“Ello nos debe llevar (a la comunidad científica) a redoblar el cabildeo con los distintos actores sociales. Debemos insistir, subrayar y reiterar que nuestra fuerza social no radica en los votos que comprometamos sino en el talento, el rigor, la creatividad y la capacidad de explorar las soluciones a los problemas nacionales”.

Para lograr lo anterior, dijo el presidente saliente de la AMC, los científicos tienen diversos compromisos como es el de solidarizarse y participar en el entrenamiento del profesorado de los niveles básicos y de media-superior para la enseñanza interactiva de la ciencia, para con ello ayudar a cambiar la calidad de la educación que se imparte en el país.

En ese sentido, hizo énfasis en que la comunidad científica mexicana se ha convertido

con los años en un referente capaz de incidir en algunos asuntos públicos de competencia propia, “e incluso otros colegas de fuera de la AMC han respondido con generosidad para colaborar en las iniciativas que impulsamos”.

Paredes, adscrito al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) Unidad Irapuato, del Instituto Politécnico Nacional, precisó que México se encuentra en un momento de decisiones históricas que marcarán la manera de cómo se inserte en el siglo XXI.

Por ello, aseveró, ha sido fundamental mantener la neutralidad de la AMC respecto a la esfera pública, partidos y organizaciones políticas, lo cual ha permitido dialogar y encontrar receptividad en todos los entornos de tintes diversos, en organismos de investigación como en esferas gubernamentales y partidos políticos.

Sin embargo, Paredes López alertó que actualmente hay algunos temores dentro de los centros públicos de investigación, por decisiones verticales que atentan contra la autonomía de esas instituciones, por lo que le solicitó al titular del Conacyt intervenir ante la administración federal para impedir que en estos últimos meses se vulnere la autonomía de dichos centros.

Destacó que actualmente también es el momento de poner una atención particular a la ética y a las buenas prácticas de investigación con el objeto de evitar distorsiones y perversiones que son tendencias inevitables si no se establecen disposiciones que impidan abusos, simulaciones, plagios o mal uso de los recursos.

Paredes López anunció que esta semana se firmó el acuerdo para la construcción del auditorio de la AMC, que tendrá una capacidad para 500 personas y cuyo costo deja cubierto el Consejo Directivo saliente.

Finalmente, agradeció a las instituciones educativas, instancias gubernamentales y políticas y fundaciones que apoyaron a través de diversos mecanismos, la realización de las actividades de la AMC durante su periodo, así como la confianza que la membresía de la Academia le brindó durante estos últimos dos años.

En su oportunidad, Jacques Zagury, presidente de la Asociación Mexicana de Amigos del Instituto Weizmann, entregó el Premio Weizmann a cinco jóvenes, que resultaron ganadores de este concurso que reconoce a las mejores tesis de doctorado de las áreas de ciencias exactas, ciencias naturales e ingenierías.

Mencionó que para la edición de este año, se inscribieron un total de 68 tesis de doctorado, 20 en el área de ciencias exactas, 35 en ciencias naturales y 13 en ingenierías.

Los ganadores en esta ocasión fueron: Adrián Arturo Huerta Hernández y Carolina Romero Salazar en Ciencias Exactas; David Guillermo Mendoza Cózatl y José Gerardo Rojas Piloni, en Ciencias Naturales, y Eduardo Castellanos Sahagún, en Ingeniería y Tecnología.

Academia Mexicana de Ciencias
Boletín AMC/29/06
México, D.F. Abril 28, 2006

Presidente de la AMC ve etapa incierta para la ciencia



Juan Pedro Laclette,
presidente de la AMC

Nos encontramos en una etapa incierta para el desarrollo científico y tecnológico de México, mencionó Juan Pedro Laclette, al asumir esta tarde la presidencia de la Academia Mexicana de Ciencias.

“Estamos al final de un sexenio que despertó grandes expectativas, con la aprobación de la Ley de Ciencia y Tecnología y del acuerdo legislativo para invertir el 1 por ciento del PIB en investigación, desarrollo e innovación, pero que en la realidad resultó pobre, puesto que la inversión no sólo no aumentó sino que disminuyó considerablemente”, dijo.

El también director del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México lamentó que ninguno de los candidatos con probabilidad de ganar la próxima elección presidencial haya privilegiado hasta ahora el tema de la inversión en investigación y desarrollo como un motor para el crecimiento nacional.

Para ello, se comprometió hacer llegar a cada uno de los cinco candidatos a la Presidencia de la República el documento *Por un Nuevo paradigma de Política Pública para el Conocimiento y la Innovación en México*, cuya elaboración estuvo a cargo del presidente saliente, Octavio Paredes López, y que será distribuido previamente a cada uno de los miembros de la AMC.

“Una política sostenida de inversión pública y privada en investigación y desarrollo mejora la educación, impulsa la mano de obra y estimula el surgimiento de nuevas tecnologías y productos, en otras palabras genera prosperidad”, afirmó Laclette, quien es doctor por el Instituto de Investigaciones Biomédicas y posdoctor por la Universidad de Harvard.

Durante la ceremonia de Inicio del XLVII Año Académico de la AMC –en la que ingresaron 59 nuevos miembros a esta institución– se comprometió a continuar con los esfuerzos de su antecesor respecto a la labor de convencimiento ante las autoridades gubernamentales, actuales y futuras, para lograr que la investigación y el desarrollo sean adoptados en una verdadera política de estado, y conseguir que estos rubros sean reconocidos y aprovechados como un bien social.

Asimismo, informó que reforzará el trabajo colegiado de las secciones regionales de la AMC, así como los programas permanentes que la integran, además de fomentar la vinculación nacional e internacional con otras academias.

De igual manera, detallará la posición de la institución que preside sobre temas de gran pertinencia como agua, energía, medio ambiente, pérdida de la biodiversidad, sociedad civil, educación y salud.

“Reafirmo mi convicción de una ciencia mexicana comprometida con la búsqueda de la verdad, así como de la prosperidad y del bienestar de la sociedad que la sustenta. Una ciencia mexicana con un claro compromiso social”, expresó Juan Pedro Laclette, quien es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel III.

El presidente de la AMC ha enfocado su carrera científica al estudio de la cisticercosis humana y porcina, y en tiempos recientes, a la amibiasis, y actualmente coordina el consorcio que pretende dilucidar el genoma de la *Taenia solium*.

Cabe destacar que Juan Pedro Laclette cuenta con más de cien publicaciones, tanto científicas como de divulgación; ha dirigido 30 tesis, entre ellas 9 de doctorado; y ha dictado

conferencias en instituciones nacionales y extranjeras, entre las que destacan las Universidades de Harvard y Georgia, el Center for Disease Control de Atlanta, y la Escuela de Salud Pública de Holanda.

Durante la ceremonia llevada a cabo en la Casa Tlalpan, tomaron también posesión los demás integrantes del Consejo Directivo: Rosaura Ruiz, quien se desempeñará como vicepresidenta; Mari Carmen Sierra Puche, como tesorera; José Franco, secretario electo, y Osvaldo Mutchinick, secretario designado.

En su participación, Gustavo Chapela Castañares, director general de Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología, reconoció que los retos para la construcción de una sociedad sustentada en el conocimiento constituyen un desafío para el conjunto del sistema educativo, desde el nivel preescolar; sin embargo, es necesario reconocer que con un posgrado nacional de alta calidad y un emplazamiento científico consolidado y competitivo se tendrá la oportunidad de participar en la nueva etapa del desarrollo mundial.

“El fortalecimiento del posgrado nacional y el desarrollo científico tecnológico deben reconocerse como prioridades nacionales, tal y como a ocurrido en otros países”, dijo.

Recordó que la productividad de un investigador se mide con base en el número de artículos y patentes que genera, así como la cantidad de estudiantes de doctorado cuyas tesis dirige hasta obtener el grado.

En ese sentido, lamentó que el promedio de estudiantes graduados por los miembros del Sistema Nacional de Investigadores involucrados con los Programas Nacionales de Posgrado sea de 0.08 por cierto, lo que representa un graduado por cada 12 años por cada integrante. “En nuestras instituciones (universidades y centros de investigación), el indicador es entre 0.35 y 0.4 por cierto, lo que equivale a un estudiante graduado cada tres años”.

Chapela Castañares indicó que para revertir esta tendencia se requiere reforzar los apoyos al posgrado nacional, enfocarlos en los programas orientados a la formación de investigadores, así como alinear los instrumentos de fomento de la investigación científica, aunado a la generación de nuevos mecanismos de fomento que colaboren efectivamente con las tareas que realizan los investigadores que forman estudiantes de posgrado.

El director del Conacyt añadió que atender estos problemas en gran medida supone resolver una situación estructural, lo que implica aplicar políticas de mayor alcance y profundidad,

que aquellas que comúnmente se asocian con la investigación y el desarrollo tecnológico.

Durante la ceremonia, Ambrosio Velasco Gómez, integrante de la Comisión de premios de la AMC y director de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, presentó a los ganadores de los Premios a las mejores tesis de doctorado en Ciencias Sociales y Humanidades.

En la edición 2005, en el área de Ciencias Sociales lo recibieron Francisco Ibarra Palafox por la tesis *Minorías Culturales, Estado Nacional e Instituciones Políticas básicas. Un modelo teórico para el acomodo de las minorías culturales*, y Abigail Rodríguez Nava por

Desempleo Involuntario en Equilibrio General Competitivo.

En el área de Humanidades, Jorge Enrique Linares Salgado por *Principios de una ética para el mundo tecnológico*, y Ramfis Ayús Reyes por *El habla en situación: conversaciones y pasiones. Estudio sobre la vida social en un mercado.*

Academia Mexicana de Ciencias
Boletín AMC/30/06
México, D.F. Abril 28, 2006



Estudio de Charles Darwin. Down House.