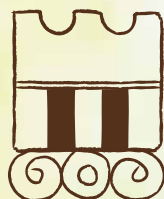


Sociedades Rurales

Producción y Medio Ambiente



Revista semestral del Departamento de Producción Agrícola y Animal
de la UAM-X ISSN 1665-1189



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

27

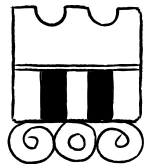
julio 2014

Sociedades Rurales

Producción y Medio Ambiente

Sociedades Rurales

Producción y Medio Ambiente



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General
Dr. Salvador Vega y León

Secretario General
M. en C. Q. Norberto Manjarrez Álvarez

UNIDAD XOCHIMILCO

Rectora
Dra. Patricia E. Alfaro Moctezuma

Secretario
Lic. Guillermo Joaquín Jiménez Mercado

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Director
Dr. Fernando de León González

Jefa del Depto. de Producción Agrícola y Animal
Dra. Ana María Rosales Torres

Director de la revista
Adolfo Álvarez Macías

Comité editorial

Encarnación Aguilar Criado, Universidad de Sevilla
Benjamín Ortiz Espejel, Universidad Iberoamericana,
Campus Puebla
Raquel Marbán Flores, Universidad Complutense
Luis Amado Ayala Pérez, UAM-X
Dan Badulescu, British Columbia University, Canadá
José Alfredo Cesín Vargas, UAER, UNAM
J. Charles Donato Rendón, Universidad Nacional de Colombia
Antonio Flores Macías, UAM-X
Rey Gutiérrez Tolentino, UAM-X
Germán Mendoza Martínez, UAM-X
Raúl Moreno M., Consultor Internacional Costa Rica
Mario Noa Pérez, Universidad de Guadalajara
María Teresa Núñez Cardona, UAM-X
Guadalupe Prado Flores, UAM-X
Guillermo Téllez, Universidad de Arkansas
Jorge Ignacio Servín Martínez, UAM-X
Juan Ku Vera, Universidad de Yucatán

Diseño y formación
D. C. G. Mary Carmen Martínez Santana

Corrección
D. C. G. Amada Pérez

SOCIEDADES RURALES, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Año 2014, número 27, enero-junio de 2014, es una publicación semestral de la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Producción Agrícola y Animal. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Delegación Tlalpan, C.P. 14387, México, D.F., y Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, México, D.F., Tel. 54837231 y 54837230. Página electrónica de la revista: <http://srpma.xoc.uam.mx> y dirección electrónica: aalvarez@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable Adolfo Álvarez Macías. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2011-081214583100-203, ISSN 2007-7556, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Mary Carmen Martínez Santana, asesor externo, correo: macma_577@hotmail.com, fecha de última modificación: 06 de octubre de 2014. Tamaño del archivo 2300 KB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Suscripción anual (2 números)
México: \$220.00
Estados Unidos: \$50.00 USD
Centro América y Sudamérica: \$40.00 USD
Europa: \$60.00 USD

© 2000, Universidad Autónoma Metropolitana, D.R.

Índice

Editorial	9
Política de la revista	13
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
Bothrideres cactophagi SCHWARZ (COLEOPTERA: BOTHRIDERIDAE) asociado a Metamasius spinolae (Gyllenhal) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) bajo condiciones de laboratorio. <i>Lluvia de Carolina Sánchez Pérez, Silvia Rodríguez Navarro, Roberto Alejandro Terrón Sierra, Juan Esteban Barranco Florido y Miguel Ángel Ramos López.</i>	17
Abundancia y biomasa de la comunidad de rotíferos y su relación con parámetros ambientales en tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco. <i>María Elena Castellanos Páez, Margarita Zamora García, Marcela Ivonne Benítez Díaz Mirón, Gabriela Garza Mouriño y Ruben Alonso Contreras Tapia.</i>	27
Abundancia y distribución de ciliados pláncnicos en el lago Catemaco, en temporada de secas. <i>María del Rosario Casique Fernández, Alfonso Esquivel Herrera, Ruth Soto Castor y Celia Bulit.</i>	57

Evaluación económica de la restricción alimenticia y cambios en la densidad en el crecimiento compensatorio de carpas koi (<i>Cyprinus carpio</i>) en sistemas de recirculación. <i>David Martínez Espinosa, Gabriel Ricardo Campos Montes y Laura García Castañeda.</i>	83
La Seguridad Alimentaria y las Políticas Públicas. Una visión conceptual. <i>Robert Williams Cárcamo Mallen y Adolfo Álvarez Macías.</i>	97
ENSAYO	
Sobre el concepto de bienestar y su vínculo con lo ambiental. <i>Marta Magdalena Chávez Cortés y Gilberto Sven Binnqüist Cervantes.</i>	127
RESEÑA	
FIAN International, 2014. El derecho humano a una alimentación adecuada en el marco estratégico mundial para la seguridad alimentaria y la nutrición. Un consenso global. <i>Adolfo Álvarez Macías.</i>	159
GUÍA DE AUTORES	169

Editorial

La revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* ha venido siendo auspiciada por el Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, desde el año 1990. Al inicio su publicación se llevó a cabo en forma impresa, no obstante, en la actualidad se ha venido consolidando como revista electrónica.

En esa perspectiva, la revista también viene intentado mejorar sus procesos editoriales, conforme a los criterios de calidad que dictan los organismos especializados. Por ello, en los últimos números se han mantenido contenidos con un mayor número de colaboraciones, aun cuando esto ha producido ciertos retrasos en la publicación de la revista, sin embargo, se ha mantenido su continuidad.

En cualquier circunstancia, se valoran los avances alcanzados, que esencialmente pueden atribuirse a los autores, árbitros, comentaristas y editoras, así como al respaldo de la Dirección de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud. En esa línea, desde la dirección de la revista se ha actuado para elevar la calidad de las contribuciones, agilizar los periodos de interacción con autores y árbitros, asimismo ampliar la cartera de éstos, adicionalmente ampliar la difusión de la revista para captar mayor número de contribuciones.

En este contexto, sigue abierta la convocatoria para que investigadores y estudiosos –de diversas instituciones nacionales y del extranjero, y desde las diferentes disciplinas relacionadas al desarrollo de las sociedades rurales, producción y medio ambiente– propongan nuevas contribuciones derivadas de sus investigaciones. La participación puede ser directa o por medio de la invitación de pares académicos, estudiantes de posgrado y cualquier otro actor con potencial para proponer trabajos susceptibles de ser publicados.

En este número se vuelven a presentar trabajos variados en cuanto a su temática, traduciendo las crecientes preocupaciones y áreas de estudio que han seleccionado los autores. Así, en el primer artículo se analiza cómo la producción y calidad del nopal son afectadas por la incidencia *Metamasius spinolae* (Gyllenhal), examinando alternativas para el manejo de esta plaga mediante la identificación y caracterización de sus enemigos naturales, para lo cual se llevaron a cabo recolectas de puparios de *M. spinolae* en cultivo de nopal en Zapotitlán, Tláhuac, Distrito Federal. Se logró el conocimiento sobre la biología y distribución de *B. cactophagi* en México, además de existir la posibilidad de su uso como agente de control biológico para *M. spinolae*.

En el segundo artículo se evalúa la biomasa de la comunidad de rotíferos en tres estaciones del canal de Cuemanco, Xochimilco. Se reportan un total de 35 especies, pertenecientes a 17 géneros y 10 familias de rotíferos, lo que representa 27.7% de las especies reportadas para Xochimilco. Las especies más abundantes fueron: *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *K. americana*, *B. havanaensis* y *B. angularis*. Las cinco especies con mayor biovolumen (μm^3) y peso seco (μg) fueron del género *Brachionus*, en orden descendente: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* y *B. budapestinensis*; este mismo género fue el que mayor biomasa aportó en todas las estaciones ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 92.51% de la biomasa total de la comunidad de rotíferos. Se trata de un trabajo de investigación que viene a cubrir un vacío de información importante.

La tercera contribución es similar a la anterior, solo que ésta se enfoca al estudio de los ciliados del plancton en el lago Catemaco, canalizando su composición, abundancia y distribución. Se detectó la dominancia de oligotróficos y que la abundancia total de ciliados varió entre 2 y 57 cél ml⁻¹. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia al combinar mes y sitio de colecta, pero no entre sitios de colecta ni entre distintas profundidades, lo cual refleja el carácter polimíctico del lago. Los resultados permiten considerar al lago en temporada de secas como un cuerpo de agua mixto, con características de ambientes meso y eutróficos.

En una línea similar, en el siguiente artículo se compara la rentabilidad de cuatro estrategias de cría relacionadas con crecimiento compensatorio en *Cyprinus carpio* con fines de ornato. La rentabilidad se estimó de acuerdo a la relación entre el ingreso y los egresos de cada sistema, determinando que la estrategia con mayor rentabilidad fue la de densidad alta-alimento óptimo, sustentada en la venta de peces en el momento más oportuno y del mejor precio de mercado conseguido.

En el último artículo se revisa la noción de seguridad alimentaria, que se traduce como uno de los principales retos de la sociedad moderna. Se plantea que la seguridad alimentaria, misma que se ha distinguido como un concepto en evolución y que tienen un origen multicausal, en el cual intervienen factores estructurales y coyunturales que determinan diferentes dimensiones de la inseguridad alimentaria. Se concluye que al reconocer la multicausalidad de este fenómeno será posible que el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas alcance mayor pertinencia y efectividad en distintas latitudes.

A este número se suma un ensayo en el cual se aborda la noción de bienestar y su relación con lo ambiental, asumiendo que en la práctica actual persiste la concepción de que la sustentabilidad del desarrollo es equivalente al crecimiento económico sostenido, dejando en la marginalidad los requisitos de equidad social e integridad de los ecosistemas. Ante ello, los autores plantean que si se trata de actuar para mejorar el

bienestar de las personas, se tendrían que plantear preguntas como: qué cosas entran en juego cuando se hace referencia al término de bienestar, y de qué manera esta noción es pertinente y aplicable a lo ambiental.

Por último, se presenta la reseña de un documento clave sobre el derecho humano a una alimentación adecuada –en el marco estratégico mundial para la seguridad alimentaria y la nutrición– a partir del cual se desató un largo periplo de negociaciones internacionales, y sobre el que se ha llegado a un consenso global, insuficiente, pero sin duda relevante.

Finalmente, cabe reiterar que el proceso de mejora general en que se mantiene la revista se reforzará para que se logre el reconocimiento necesario que atraiga a nuevos autores y lectores, por tanto, son bienvenidas todas las sugerencias y observaciones que se consideren pertinentes y coadyuven en este proceso.

Adolfo Álvarez Macías
Director

Política de la revista

El Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, continúa con su misión de publicar y avanzar en la consolidación de la revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* para que a su vez, ésta sirva de instrumento de promoción y difusión del trabajo científico del personal académico del propio Departamento, así como de sus pares académicos.

Desde su origen, la revista se planteó con el objetivo central de comunicar y promover los avances del desarrollo de las ciencias y campos de conocimiento asociados al estudio multidisciplinario de la producción y las transformaciones sociales, económicas, tecnológicas y ambientales en los territorios rurales, en la dinámica que caracteriza al sistema alimentario mundial.

Las temáticas que se privilegian en esta publicación comprenden los procesos que inciden en los distintos modelos de producción agropecuaria, silvícola, acuícola y pesquera, así como actividades conexas al desarrollo rural, bajo los métodos de análisis y la aplicación del conocimiento biológico, socioeconómico y ambiental, y los análisis interdisciplinarios que se vienen construyendo. Así, la publicación comprende los cuerpos de conocimientos y metodologías de las ciencias biológicas, sociales y ecológicas que tratan de explicar los problemas científicos, tecnológicos y culturales de las sociedades y territorios rurales, la agricultura, los recursos naturales, la alimentación y el desarrollo regional. En esa lógica, se trata

de que se planteen y discutan alternativas de solución para los diversos problemas y retos locales, regionales, nacionales y globales.

De esta forma, *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* se orienta hacia la evaluación de la investigación de frontera y el nivel actual de la discusión entre disciplinas relacionadas con el objeto de estudio. Desde esa perspectiva, se pretende que las distintas contribuciones a la revista aborden la temática con rigor científico, así como con una visión humanista que brinde proyección y sentido a los resultados presentados.

En ese marco, se reitera que la política de la revista promueve la publicación de trabajos que aporten información inédita y original; bajo el esquema de cuatro secciones: i) Artículos de investigación, ii) Artículos de revisión y Notas de investigación, iii) Ensayos y revisiones bibliográficas y iv) Reseñas de libros y comentarios especializados.

De esta forma, la publicación se mantiene como un campo abierto, crítico y constructivo que busca enriquecer las explicaciones científicas e interpretaciones que coadyuven al desarrollo rural, agropecuario, alimentario y regional, teniendo como principios rectores la equidad, la sostenibilidad y la competitividad.

Aparte de las contribuciones individuales, también se viene fomentando la edición de números temáticos, desarrollados por grupos formales e informales de investigación, para el abordaje de objetos de estudio comunes bajo distintas ópticas analíticas, métodos de trabajo, e incluso disciplinas. Para los interesados en esta segunda opción se les invita a contactar a la dirección de la revista para coordinar de la mejor manera posible alternativas de esta naturaleza.

En síntesis, esta revista se mantiene como una casa abierta para contribuciones del medio científico, tecnológico y del desarrollo que permitan fomentar el trabajo académico.

Para mayor información sobre la publicación, favor de dirigirse a:

Adolfo Álvarez Macías, director de la revista

Edificio 34, tercer piso, jefatura del Departamento de Producción Agrícola y Animal, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, México, D. F. Tels. 5483-7230 y 7231.

aalvarez@correo.xoc.uam.mx

La guía para autores también puede consultarse en:

<http://srpma.xoc.uam.mx>

Bothrideres cactophagi SCHWARZ (COLEOPTERA: BOTHRIDERIDAE) asociado a Metamasius spinolae (Gyllenhal) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) bajo condiciones de laboratorio

Lluvia de Carolina Sánchez Pérez,¹ Silvia Rodríguez Navarro,¹ Roberto Alejandro Terrón Sierra,¹ Juan Esteban Barranco Florido,² y Miguel Ángel Ramos López.³

Resumen. *La producción y calidad del nopal son seriamente afectadas por la incidencia Metamasius spinolae (Gyllenhal); algunas alternativas para el manejo de esta plaga son mediante la búsqueda de sus enemigos naturales. Se recolectaron un total de 130 puparios de M. spinolae en cultivo de nopal, en Zapotitlán, Tlálhuac, Distrito Federal. Después de 17 días, de los puparios sin emergencia, se observó a Bothrideres cactophagi Schwartz (Coleoptera: Bothrideridae) en 20 pupas (18.34%). Los individuos de este parasitoide se encontraron alimentándose de prepupas (10), preimagos (7) y dos adultos de M. spinolae. Los resultados obtenidos incrementan el conocimiento sobre la biología y distribución de B. cactophagi en México, además de existir la posibilidad del uso de esta especie como agente de control biológico para M. spinolae.*

Palabras clave: *Puparios, Nopal, Metamasius spinolae.*

¹ Insectario, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: srodnavarro@gmail.com.

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

³ Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.

Abstract. *The production and quality of prickly pear cactus is seriously affected by the incidence of *Metamasius spinolae* (Gyllenhal), so alternatives for the management of this pest, through the study of their natural enemies are searched. We collected a total of 130 puparia of *M. spinolae* on prickly pear cactus in Zapotitlán, Tlahuac, Distrito Federal. After 17 days, the puparia without emergency were observed and *Bothrideres cactophagi* Schwartz (Coleoptera: Bothrideridae) was found in 20 pupae (18.34 %). Individuals of this parasite were found in ten prepupae, seven preimagos and two adults of *M. spinolae*. The results obtained increase the knowledge on the biology and distribution of *B. cactophagi* in Mexico, in addition to the possibility as a biological control agent for *M. spinolae*.*

Key words: *Puparia, Prickly pear cactus, *Metamasius spinolae**

INTRODUCCIÓN

La familia Bothrideridae es un grupo muy diverso, poco conocido, representada aproximadamente por 38 géneros y 400 especies; se encuentra dividida en cuatro subfamilias: Anommatainae, Bothriderinae, Tereidinae y Xylariophilinae (Lord, 2009). Los factores que determinan su distribución geográfica son los climas desérticos de distribución boreal (Stephan, 1989), así como en clima templado subhúmedo en el centro del país (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2012). Tiene gran diversidad de formas y apariencia, resultando, en ocasiones, difícil su determinación. Muchos poseen formas cilíndricas y presentan adaptaciones morfológicas para vivir en los túneles y galerías de escarabajos barrenadores (Lord, 2009).

Los Bothrideridae se hallan habitualmente bajo la corteza de árboles muertos o en la hojarasca circundante. Están asociados a insectos barrenadores de madera. Las larvas del género *Bothrideres* son ectoparásitos de cerambícidos y buprestidos (Stephan, 1989). En México (Milpa Alta, Distrito Federal), Rodríguez-Leyva *et al.*, 2012, reportaron la presencia de *B. cactophagi* en una pupa de *M. spinolae* en cultivo de nopal. La región

de Milpa Alta es el principal centro productor de nopal verdura *Opuntia ficus indica* (L.) Miller, y cuenta con una superficie sembrada de 4327 ha, una producción cercana a las 341 365 toneladas y un rendimiento de 78.89 ton/ha (SIAP, 2013).

M. spinolae es una de las plagas más importantes del nopal (Sánchez *et al.*, 2013; Cerón-González *et al.*, 2012). Se distribuye por todo el país y su presencia afecta la producción y reduce la calidad del cultivo (Orduño, 2009; Sánchez *et al.*, 2013).

La importancia económica y agrícola del cultivo de nopal, así como los daños ocasionados por la presencia de *M. spinolae* han generado alternativas para el manejo de este picudo, tanto en estado larvario como adulto. El control biológico permite disminuir grandes poblaciones de insectos plaga, ya que mediante el uso de enemigos naturales se reduce su densidad poblacional de manera temporal o permanente (van Driesche *et al.* 2008). La presencia de *B. cactophagi* que daña puparios en plantaciones orgánicas de Milpa Alta (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2012) genera nuevas líneas de investigación para el estudio de su biología y distribución, con énfasis en su potencial como agente de control biológico sobre poblaciones de *M. spinolae*. En México, existe muy poca información acerca de la relación entre *B. cactophagi* y *M. spinolae*, es por ello que el objetivo del presente estudio fue la detección y evaluación de la presencia de *B. cactophagi* asociado a *M. spinolae* en cultivo de nopal bajo condiciones de laboratorio, en Zapotitlán, Tláhuac, Distrito Federal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 130 puparios de *M. spinolae*, en mayo del 2013, dentro de parcelas de nopal verdura ubicadas en Zapotitlán, Tláhuac, D.F., localizadas a los 19°29'37" N, 99°03'98" W, posteriormente se llevaron al Insectario de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Los puparios se mantuvieron individualmente en vasos de plástico

transparente de un litro de capacidad y se cubrieron con tela de malla. Se mantuvieron en cámara bioclimática Lumistell® bajo condiciones controladas a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ y 65% de HR.

Cuando se observó la presencia de parasitoides, éstos fueron colocados en alcohol al 70% para su determinación taxonómica. La identificación se realizó tomando como base la morfología detallada descrita por Rodríguez-Leyva *et al.* (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

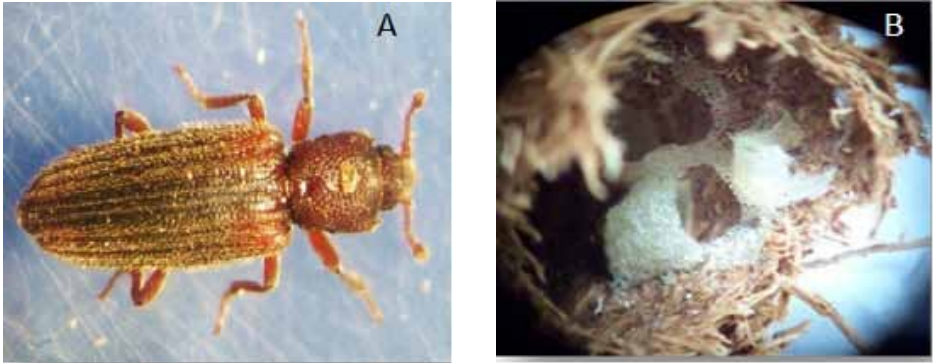
La determinación taxonómica de los parásitos colectados en puparios, procedentes de Zapotitlán, Tláhuac, D.F., corresponde a estados adultos de *B. cactophagi* (Figura 1A).

B. cactophagi fue reportado por Rodríguez-Leyva *et al.* (2012) en Milpa Alta, D.F., sin especificar la localidad exacta y sólo en una prepupa de *M. spinolae*. Los datos obtenidos en este trabajo muestran que *B. cactophagi* se encontró parasitando 20 puparios de un total de 130 (Figura 1B). El parasitismo representó 15.38%, mientras que la sobrevivencia de los puparios emergidos fue de 12.3% en condiciones de laboratorio, con una mortalidad de 72% (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Puparios emergidos y parasitados de *M. spinolae* en condiciones de laboratorio.

Puparios	No. de Individuos	Porcentaje (%)
Emergidos	16	12.3
Parasitados	20	15.38
Muertos	94	72.3
Total	130	99.98

Figura 1. A) Adulto de *Bothrideres cactophagi* Schwarz (Coleoptera: Bothrideridae), B) Pupario de *M. spinolae* parasitado por *B. cactophagi*.



Fotografía: Lluvia Sánchez Pérez.

Además se detectó que *B. cactophagi* se alimenta de prepupas, preimagos y adultos de *M. spinolae* (Figura 2). El daño que ocasiona *B. cactophagi* se produce al alimentarse de su huésped en el interior del pupario. Los adultos de *B. cactophagi* perforan el abdomen y la cabezas de las prepupas, observándose el daño mayor en dos prepupas, donde sólo se encontró la cabeza y las mandíbulas, indicativo de que consumen todo el insecto, además de que los preimagos presentaron los mismos daños y perforaciones. También, se colectaron adultos de *B. cactophagi* vivos en el interior de preimagos de *M. spinolae* como se muestra en la figura 1A.

Figura 2. Daños producidos por *B. cactophagi* sobre prepupas de *M. spinolae*.



Fotografía: Lluvia Sánchez Pérez

Por otra parte, en dos adultos de *M. spinolae* se observó que los parásitos se encontraban alojados debajo de los élitros, alimentándose del abdomen y consumiéndolo por completo (Figura 3).

Figura 3. Adultos de *M. spinolae* totalmente parasitados por *B. cactophagi*.



Fotografía: Lluvia Sánchez Pérez

De acuerdo con los resultados, se observó la formación de crisálidas de *B. cactophagi* en dos puparios de *M. spinolae*, este dato coincide con Stephan (1989), quien señala que el ciclo de vida de *B. cactophagi* se completa dentro del hospedero, en este caso en prepupas, preimagos y adultos de *M. spinolae*. Otro dato importante es que *B. cactophagi*, tal como los adultos, tiene hábitos gregarios como lo señaló Stephan (1989).

Con los datos obtenidos se complementa la información sobre la distribución de *B. cactophagi*, ya que de acuerdo con Stephan (1989) se localiza desde el desierto de Sonora, México, hasta Guatemala, sin precisar ninguna localidad. Este género ha sido considerado de poca importancia económica y su presencia puede pasar desapercibida, sin embargo, no se puede restar importancia al papel que estos insectos juegan en los ecosistemas como agentes de control biológico (Sánchez *et al.*, 2013).

Por otra parte, existen muchas otras especies que pueden ser benéficas y utilizadas para el control biológico en la agroforestería (Letourneau *et al.*, 2012): en este caso en particular, la capacidad parasítica de *B. cactophagi* sobre poblaciones de *M. spinolae*. Los resultados permiten considerar su uso potencial como un agente de control biológico para *M. spinolae*, con la posibilidad establecer una cría, a nivel de laboratorio, y su evaluación en campo para su aplicación posterior dentro del mismo.

Por lo anterior, es necesario realizar estudios y profundizar en la información sobre la biología, hábitos y preferencias alimenticias de este insecto para determinar si es posible su reproducción en condiciones controladas, así como su interacción con otros insectos.

CONCLUSIONES

Los resultados aportan datos precisos sobre la distribución geográfica de *B. cactophagi* en México, al colectarse en Zapotitlán. *B. cactophagi* presentó 15.38% de parasitismo; la emergencia de puparios fue de 12.3 % y la mortalidad de *M. spinolae* de 72.3%. La presencia de adultos y larvas vivas

corroboran que *B. cactophagi* se reproduce y completa su ciclo de vida sobre *M. spinolae*. Estos resultados demuestran las altas posibilidades del uso de *B. cactophagi* como agente de control biológico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el Conacyt con el número de registro 467703, como becaria de la Maestría de Ciencias Agropecuarias y por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, con los proyectos divisionales: Insectos y ácaros de importancia Agrícola en México y Evaluación de conidios y quitinasas de hongos filamentosos producidos en cultivo sólido para su uso potencial en el control biológico y en la industria farmacéutica.

A los alumnos del módulo de Estrategias para la protección vegetal en los sistemas agrícolas: Hortencia Graciano Zavala, David Rivera Bautista, Susana Valverde Salazar y Martín Velázquez Rojas, por su apoyo en la colecta del material entomológico.

Al Dr. José Francisco Cervantes Mayagoitia por sus revisiones y comentarios al trabajo

BIBLIOGRAFÍA

- Cerón, C. *et al.*, 2012, "Evaluación de insecticidas sintéticos sobre adultos de *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) procedentes de Tlalnepantla, Morelos", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Estado de México, México, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3: 217-229.
- Letourneauk, S. *et al.*, 2012, "Perennial habitat fragments, parasitoid diversity and parasitism in ephemeral crops", en *Journal of Applied Ecology*, 49: 1405-1416.

- Lord, P., 2009, "Bothrideridae. Cocoon-forming beetles", en *The Tree of Life Web Project*, en <http://tolweb.org/Bothrideridae/9165/2013.07.22>, consultado el 22/08/2013.
- Orduño, N., 2009, *Virulencia de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae sobre picudo barrenador del nopal Metamasius spinolae*, Tesis de Maestría, Posgrado en Fitosanidad, Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Edo. de México.
- Rodríguez, E. et al., 2012, "Bothrideres cactophagi Schwarz (Coleoptera: Bothrideridae), parásitoide del picudo del nopal en México", en *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 28: 218-221.
- Sánchez, L. et al., 2013, "Extractos enzimáticos de *Beauveria bassiana*, una alternativa para el control de *Metamasius spinolae* (Gyllengal Busk), bajo condiciones de laboratorio", en *Entomología Mexicana* 12(1): 273-279.
- SIAP, 2013, *Cierre de la producción agrícola de nopal verdura. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca*, Sagarpa, México, en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=346, consultado el 17/03/2013.
- Stephan, K., 1989, *The Bothrideridae and Colydiidae of America north of Mexico (Coleoptera: Clavicornia and Heteromera)*, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, Florida.
- Van Driesche, M. et al., 2008, *Control of Pests and Weeds by Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*, Blackwell, Malden.

Abundancia y biomasa de la comunidad de rotíferos y su relación con parámetros ambientales en tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco

María Elena Castellanos Páez,¹ Margarita Zamora García,¹ Marcela Ivonne Benítez Díaz Mirón,² Gabriela Garza Mouriño,¹ y Ruben Alonso Contreras Tapia.¹

Resumen. El presente trabajo tiene como objetivo la evaluación de la biomasa de la comunidad de rotíferos en tres estaciones del canal de Cuemanco, Xochimilco. A las muestras se les determinaron biovolumen, carbono orgánico total y cenizas totales. Se reportan un total de 35 especies, pertenecientes a 17 géneros y 10 familias de rotíferos, lo que representa 27.7% de las especies reportadas para Xochimilco. Las especies más abundantes fueron: *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *K. americana*, *B. havanaensis* y *B. angularis*. Las cinco especies con mayor biovolumen (μm^3) y peso seco (μg) fueron del género *Brachionus*, en orden descendente: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* y *B. budapestinensis*, este mismo género fue el que mayor biomasa aportó en todas las estaciones ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 92.51% de la biomasa total de la comunidad de rotíferos. *B. budapestinensis* contribuyó con la mayor biomasa en todas las estaciones ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 34% de la biomasa total.

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco., email: spaez@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave: Rotíferos, Biomasa, Biovolumen, Xochimilco, Brachionus.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the biomass of the rotifer community in three sampling stations of the Cuemanco channel, Xochimilco. The rotifer samples were used to determine biovolume, total organic carbon and total ash. A total of 35 species belonging to 17 genera and 10 families were found, which represents 27.7% of the species reported for Xochimilco. The most abundant species were: *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *K. americana*, *B. havanaensis* and *B. angularis*. The genus with the highest biovolume (μm^3) and dry weight (mg) was *Brachionus*. In descending order, the five species with the highest biovolume and dry weight were: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* and *B. budapestinensis*. *Brachionus* was the genus with the largest biomass contribution in all sampling points ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representing 92.51% of the total biomass of the rotifer community. *B. budapestinensis* supplied the greatest amount of biomass in all the samples ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), with 34% of the total.

Keywords: Rotifers, Biomass, Biovolume, Xochimilco, Brachionus.

INTRODUCCIÓN

En los cuerpos de agua dulce, el zooplancton está constituido principalmente por ciliados, rotíferos, copépodos y otros crustáceos (Wallace y Snell, 2001). La capacidad del zooplancton de utilizar al fitoplancton, y su disponibilidad como alimento para peces, determinan la eficiencia de la cadena alimenticia (Zingel y Haberman, 2008). Debido a esto, el precisar la composición específica del zooplancton puede ser un excelente criterio para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas (Gannon y Stemberger, 1978). Así, la evaluación de la biomasa de esta comunidad proporciona información cuantitativa de la materia disponible para los siguientes niveles tróficos, aunque las dificultades en determinar la biomasa explican los pocos trabajos publicados sobre este tema (Rossa *et al.*, 2007).

Nagao *et al.*, 2001, puntualizan que expresar la biomasa en términos de peso seco, peso seco libre de cenizas y carbón proveen la mejor estimación de este parámetro.

En términos de biomasa de zooplancton, en los cuerpos de agua dulce los metazoarios casi siempre son los más abundantes (Downing y Rigler, 1984; Zingel y Haberman, 2008), y dentro de éstos, se encuentra el phylum Rotifera, que puede representar hasta 30% de la biomasa del plancton de un cuerpo de agua (Hardy *et al.*, 1984). Aunque los rotíferos usualmente tienen menor biomasa que los micro crustáceos, su biomasa no debe ser subestimada, ya que su alta tasa de renovación los hace muy importantes en la dinámica trófica de las comunidades planctónicas de agua dulce (Ruttner-Kolisko, 1977; Bogdan y Gilbert, 1982).

Los primeros estudios de rotíferos en el lago de Xochimilco fueron realizados por Sámano (1931 y 1936); Carlin-Nilson (1935); Ahlstrom (1932 y 1940) y Osorio-Taffall (1942). Posteriormente, fue hasta 1996-1997, cuando Garza-Mouriño y Castellanos-Páez (2003) continuaron con las investigaciones sobre estos pequeños organismos en Xochimilco. Luego, siguieron los trabajos de Flores-Burgos *et al.* (2003); Garza-Mouriño *et al.* (2003); Nandini *et al.* (2005) y Enríquez-García *et al.* (2009). A la fecha, se han reportado más de 120 especies de rotíferos para este ecosistema.

En este contexto, el presente trabajo se enfocó en la determinación de:

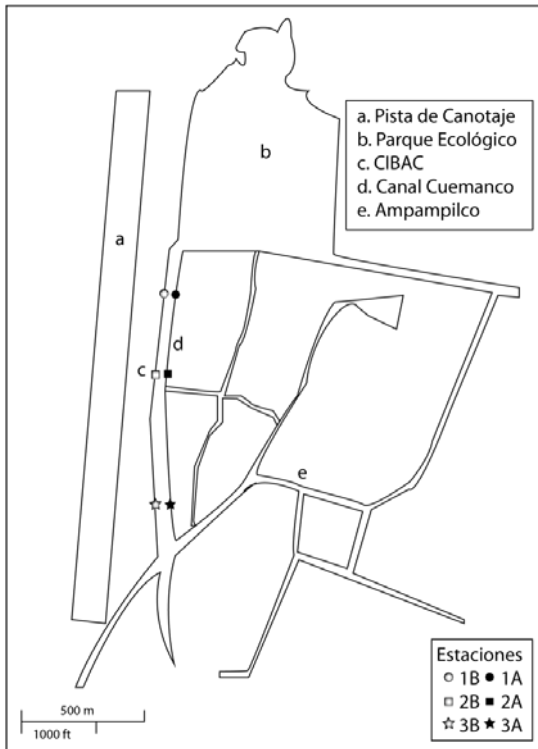
- 1) la biomasa de la comunidad de rotíferos empleando diferentes métodos;
- 2) el género y la especie que aportan mayor biomasa en la comunidad de rotíferos.

ÁREA DE ESTUDIO, MÉTODOS Y TÉCNICAS

Estaciones de muestreo

Fueron seleccionadas tres estaciones en el Canal Cuemanco, Xochimilco (Figura 1). En cada una de las estaciones fueron considerados los dos lados del canal. La distancia entre cada estación fue de aproximadamente 500 m.

Figura 1. Estaciones de muestreo de zooplancton en el canal Cuemanco, Xochimilco.



Parámetros físicos y químicos

En cada una de las estaciones se determinaron los siguientes parámetros físicos y químicos: pH, temperatura, profundidad, transparencia, oxígeno disuelto y nutrientes. Para la medición de pH y temperatura se empleó un potenciómetro (Conductronic pH 10 Digital pH meter), pre-

viamente calibrado con soluciones buffer (pH 7 y 10). La transparencia y profundidad fueron determinadas empleando un Disco de Secchi con cuerda graduada cada centímetro. La determinación de la concentración de oxígeno disuelto se realizó mediante el método de Winkler, modificado por Strickland y Parsons (1972). Para la determinación de nutrientes (nitritos, nitratos, amonio y fósforo total) se emplearon técnicas de colorimetría por espectrofotometría, empleando un espectrofotómetro marca Hach (2800).

Pigmentos fotosintéticos

Para la determinación de pigmentos se utilizó la técnica descrita por Barreiro-Güemes y Signoret-Poillon (1999).

Biomasa de rotíferos

La biomasa de la comunidad de rotíferos se determinó mediante tres técnicas distintas: biovolumen, carbono orgánico total y cenizas totales.

Determinación del biovolumen de rotíferos

El biovolumen se determinó mediante la técnica propuesta por Ruttner-Kolisko (1977), en la que se utilizan fórmulas geométricas para estimar el volumen de los rotíferos. Para la colecta de material biológico, en cada estación se filtraron 50 L de agua a través de un filtro con luz de malla de 1,500 μm (para quitar desechos), y un filtro con luz de malla de 55 μm . La muestra se fijó con formol al 4% final y se guardó en tubos de polipropileno de 30 ml, previamente etiquetados. Para determinar la abundancia de la especie de rotíferos, se realizaron conteos de alícuotas de 1 ml de cada muestra usando una cámara de Sedgewick-Rafter, en un microscopio óptico Nikon Eclipse E200. De las muestras fijas se aislaron especí-

menes de cada estación empleando un microscopio estereoscópico Nikon SMZ2800, y se realizaron montajes semipermanentes para la obtención de fotografías e imágenes. Las mediciones de los organismos se hicieron a partir de imágenes tomadas con un microscopio óptico Olympus BX50 equipado con una cámara digital Lumenera Infinity 1, y el analizador digital de imágenes Image Pro Plus v.7 de Media Cybernetics.

El biovolumen se convirtió a peso húmedo asumiendo que $10^6 \mu\text{m}^3$ equivalen a $1 \mu\text{g}$ de peso húmedo (Bottrell *et al.*, 1976). El factor de conversión 0.1 de peso húmedo a peso seco se empleó para todas las especies (Doohan, 1973).

Biomasa a partir del método de cenizas totales

Las estimaciones de biomasa, a partir de este método, se realizaron para los organismos que se obtuvieron de una muestra de 50 litros de agua, filtrados con una luz de malla de $55 \mu\text{m}$, después de haber quitado lo retenido con $1500 \mu\text{m}$. Posteriormente, la biomasa se concentró utilizando un equipo Millipore con filtros Whatman GF/F ($0.7 \mu\text{m}$). Los filtros fueron previamente pesados y pre calcinados a una temperatura de 450°C durante 4 horas, éstos fueron colocados en un desecador con silica gel para evitar la absorción de humedad. Los filtros con la muestra de cada estación fueron empleados para la determinación de peso fresco, peso seco y cenizas totales.

Determinación de peso fresco

La determinación de peso fresco se realizó empleando la siguiente fórmula (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

Peso húmedo = Peso del filtro con la muestra húmeda - peso del filtro inicial

Determinación de peso seco

Para la determinación de peso seco, los filtros con las muestras fueron colocados en cápsulas de porcelana, previamente lavadas, etiquetadas, secadas y pesadas. Las cápsulas con las muestras se pesaron y se colocaron en un horno a una temperatura de 60 a 80°C. El tiempo de secado fue hasta que el peso de las muestras fue constante. Una vez que el peso fue constante se colocaron en un desecador con silica gel hasta que se enfriaron y se pesaron nuevamente en una balanza analítica marca Ohaus (Explorer Pro EP214C d= 0.1 mg). Para el cálculo de peso seco se empleó la siguiente fórmula (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

$$\text{Peso de la muestra seca} = \text{Peso del contenedor} + \text{muestra seca} - \text{Peso del contenedor vacío}$$

Determinación de cenizas totales

Para la determinación de cenizas totales se utilizaron cápsulas de porcelana, éstas se colocaron en una mufla a una temperatura de $475 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 17 minutos para tener un peso constante, una vez pasado ese tiempo, se mantuvieron en un desecador hasta tener temperatura ambiente y fueron pesadas en una balanza analítica. Los filtros con la muestra seca fueron colocados en las cápsulas de porcelana e incinerados a una temperatura de $575 \pm 5^\circ\text{C}$ durante dos horas. Posteriormente, se colocaron en un desecador, una vez alcanzada la temperatura ambiente se pesaron. Para la determinación de las cenizas totales se utilizó la fórmula siguiente (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

$$\text{Peso de la muestra} = \text{Peso de la cápsula con muestra} - \text{Peso de la cápsula vacía}$$

$$\text{Peso de las cenizas} = \text{Peso de la cápsula con cenizas} - \text{Peso de la cápsula vacía}$$

$$\% \text{ de cenizas en base seca} = \frac{\text{Peso de las cenizas} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Determinación de Carbono Orgánico Total

Para la recolecta de material biológico se filtraron 3 000 L a través de una red de zooplancton con una luz de malla de 60 μm en el lado B de cada estación. Las muestras se concentraron en Probetas de 100 ml para conocer el volumen de la materia colectada. Posteriormente, se colocaron en cápsulas de porcelana previamente etiquetadas, lavadas y secadas. Las muestras se secaron en un horno a una temperatura de 80°C durante 24 horas, para obtener materia seca. La determinación de carbón orgánico total se realizó con el método de Walkley y Black (Walkley, 1947). Para seguir este método, se pesaron 0.1 g de muestra seca de cada estación.

RESULTADOS

Parámetros físicos, químicos y biológicos

Los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las estaciones de muestreo se presentan en el cuadro 1. En general, la temperatura del biotopo superficie fue ligeramente mayor a la del fondo, con una diferencia menor a 1°C. El rango de la temperatura superficial fue de 20.3 a 22.4°C, mientras que la mínima en el fondo fue de 19.7°C y la máxima de 22°C. El pH en ambos biotopos fue de 8.67 a 9.14. La profundidad de canal en la estación 1 fue de 43 a 48 cm, en la 2 de 58 a 62 cm, y en la 3 de 60 a 62 cm.

El oxígeno disuelto tuvo mayor concentración en la superficie, con un rango de 7.66 a 8.25 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, y en el fondo de 5.05 a 7.66 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. El fósforo total tuvo una máxima concentración en la 2AF de 13.4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. La mayor concentración del amonio (0.87 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) fue en la 2BS. En la 1AF se dieron las mayores concentraciones de nitritos y nitratos.

Cuadro 1. Parámetros físicos, químicos y biológicos de las tres estaciones de muestreo en el canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	1A		1B		2A		2B		3A		3B	
Biotopo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Temperatura (°C)	20.3	19.7	20.6	20.8	21.1	20.8	21.8	21.7	22	22	22.4	21.7
pH	8.97	9.01	9	9.03	9.13	9.14	8.84	8.83	8.92	8.86	8.80	8.67
Profundidad (cm)	43	43	48	48	58	58	62	62	62	62	60	60
O ₂ (mg·L ⁻¹)	5.15	5.15	5.85	5.65	8.25	7.5	5.05	4.25	8.2	7.66	7.05	5.45
Chl a (mg·L ⁻¹)	0.143	0.107	0.269	0.083	0.137	0.072	0.100	0.376	0.078	0.132	0.073	0.077
Chl b (mg·L ⁻¹)	0.020	0.012	0.047	0.009	0.014	0.006	0.006	0.069	0.002	0.010	0.002	0.005
Chl c1 y c2 (mg·L ⁻¹)	0.008	0.001	0.021	0.002	0.007	0.002	0.003	0.059	0.001	0.012	0.001	0.003
Cartenoides (mg·L ⁻¹)	0.069	0.058	0.130	0.044	0.069	0.037	0.049	0.174	0.042	0.065	0.040	0.043
Fósforo total (mg·L ⁻¹)	6.0	6.4	7.4	5.4	7.0	13.4	4.8	5.9	7.9	7.0	6.1	4.1
Amonio NH ₄ (mg·L ⁻¹)	0.29	0.43	0.1	0.37	0.37	0.25	0.87	0.43	0.39	0.29	0.28	0.31
Nitrito NO ₂ (mg·L ⁻¹) ²	0.006	0.009	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.008	0.01	0.009	0.009
Nitrato NO ₃ (mg·L ⁻¹)	0.112	0.118	0.108	0.073	0.083	0.085	0.078	0.076	0.097	0.11	0.099	0.096

F: fondo; S: superficie

Composición de especies de rotíferos

El número total de especies registradas fueron 35, pertenecientes a 17 géneros y 10 familias. Las especies de la comunidad de rotíferos encontradas en las estaciones se muestran en el cuadro 2. Las (X) indican la presencia de las especies localizadas en cada estación. La familia conspicua fue Brachionidae con 13 especies, seguida por Lecanidae con 6 especies.

Cuadro 2. Listado de especies de rotíferos presentes en el canal Cuemanco, Xochimilco.

Especie / Estación	1AS	1AF	1BS	1BF	2AS	2AF	2BS	2BF	3AS	3AF	3BS	3BF
Asplanchnidae												
<i>Asplanchna</i> sp. (Gosse, 1850)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Brachionidae												
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus budapestinensis</i> (Daday, 1885)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus caudatus</i> (Borrois y Daday, 1894)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus havanaensis</i> (Rousselet, 1911)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus urceolaris</i> (Müller, 1773)						X	X		X		X	X
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)	X	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)											X	
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)				X	X		X	X	X		X	
Epiphanidae												
<i>Epiphanes brachionus</i> (Ehrenberg, 1837)										X		

<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)												X
<i>Euchlanis triquetra</i> (Ehrenberg, 1838)									X			
Fiosculariidae												
<i>Ptygura pedunculata</i> (Edmondson, 1939)	X		X	X				X	X			
Lecanidae												
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	X		X						X	X	X	X
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)				X								
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)				X				X	X	X	X	X
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)									X			
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)				X								X
Lepadellidae												
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	X					X		X			X	
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	X			X								
Mytilinidae												
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1930)								X				X
Synchaetidae												
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	X				X	X	X	X	X	X	X	X
Testudinellidae												
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	X	X						X	X			X
Trichocercidae												
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)									X			
<i>Trichocerca insignis</i> (Herrick, 1885)								X				
Trochosphaeridae												
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	X	X	X	X		X		X				

Riqueza y abundancia de especies de rotíferos

La abundancia y número de especies de rotíferos presentes en cada estación se muestran en el cuadro 3. Como se puede observar, la estación 1B tuvo la mayor abundancia de rotíferos (con 2,027.40 ind·L⁻¹ y 1,847.40 ind·L⁻¹, biotopo superficie y fondo, respectivamente), y la que menor abundancia presentó fue la estación 3B (con 332.40 ind·L⁻¹ y 259.80 ind·L⁻¹, biotopo superficie y fondo, respectivamente). La estación 2BF presentó la mayor riqueza con 24 especies, a diferencia de la estación 2AS que presentó la menor riqueza (16 especies).

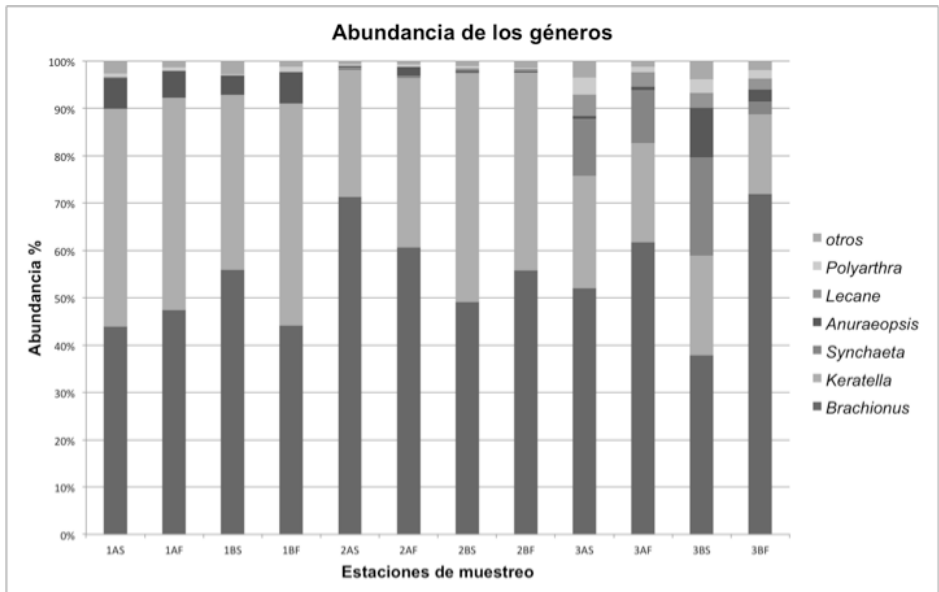
Cuadro 3. Abundancia de la comunidad de rotíferos en las diferentes estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Abundancia (ind·L ⁻¹)	Número de especies
1AS	1,893.00	22
1AF	1,881.00	17
1BS	2,027.40	19
1BF	1,847.40	22
2AS	1,480.20	16
2AF	1,285.20	20
2BS	1,160.40	20
2BF	1,327.20	24
3AS	256.80	19
3AF	529.80	19
3BS	332.40	22
3BF	259.80	20

Keratella tropica fue la especie más abundante en casi todas las estaciones, con excepción de los puntos de muestreo 2AS, 3BS y 3BF, en donde las especies más abundantes fueron *Brachionus budapestinensis*, *Synchaeta pectinata* y *Brachionus budapestinensis*, respectivamente. En ambos biotopos (superficie y fondo) de las estaciones 1A, 1B, 2A y 2B, la abundancia de *Keratella tropica* fue mayor a $410.40 \text{ ind}\cdot\text{L}^{-1}$. En general, las cinco especies más abundantes fueron *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus havanaensis*, *Keratella americana* y *Brachionus angularis*.

El género *Brachionus* fue el más abundante en todas las estaciones, representando entre 38 y 72% de la abundancia de rotíferos (Figura 2), seguido por el género *Keratella*.

Figura 2. Abundancia de rotíferos (por género) en el Canal Cuemanco, Xochimilco.



Diversidad de especies

Los valores de la diversidad, determinada con el índice de Shannon-Wiener y de la equidad, encontradas en las estaciones de muestreo se presentan en el cuadro 4. El biotopo superficie tuvo valores mayores en los índices de Shannon-Wiener comparado con el fondo (con excepción de la estación 2A). El resultado más alto del índice de Shannon-Wiener se observó en la estación 3BS (2.42) y el menor en la 2BF (1.61). La mayor equidad se encontró en la 3AS (0.82) y la menor en la 2BF (0.50).

Cuadro 4. Índices de diversidad en las estaciones de muestreo del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	H'	H'_{max}	J'
1AS	1.98	3.09	0.64
1AF	1.94	2.83	0.68
1BS	2.02	2.89	0.70
1BF	1.94	3.04	0.64
2AS	1.68	2.77	0.61
2AF	1.74	2.94	0.59
2BS	1.68	3.00	0.56
2BF	1.61	3.22	0.50
3AS	2.41	2.94	0.82
3AF	2.20	3.00	0.73
3BS	2.42	3.09	0.78
3BF	2.35	3.00	0.78

Similitud entre estaciones

La similitud obtenida (Cuadro 5) con el índice de Jaccard tuvo su mínimo valor entre las estaciones 1BF-3AS y 1BF-3BF, y la mayor similitud se presentó entre las estaciones 1AS-1BS y 1AF-1BS.

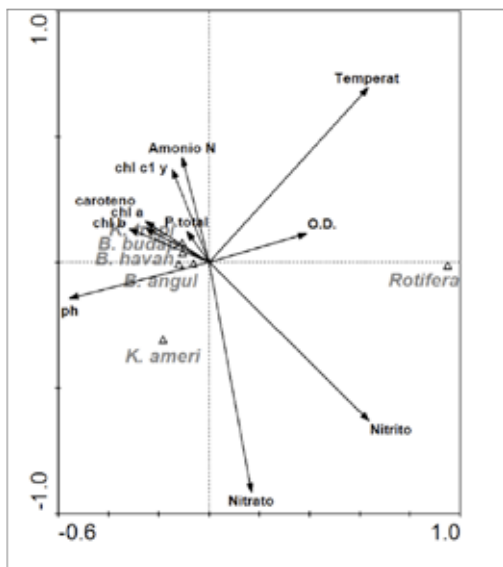
Cuadro 5. Matriz de similitud de Jaccard entre las estaciones de muestro del Canal Cuemanco, Xochimilco.

	1AS	1AF	1BS	1BF	2AS	2AF	2BS	2BF	3AS	3AF	3BS	3BF
1AS		0.30	0.31	0.29	0.28	0.30	0.29	0.30	0.25	0.28	0.27	0.28
1AF			0.31	0.29	0.30	0.30	0.29	0.29	0.25	0.28	0.26	0.27
1BS				0.30	0.29	0.30	0.28	0.29	0.26	0.29	0.26	0.27
1BF					0.27	0.28	0.28	0.29	0.24	0.25	0.25	0.24
2AS						0.29	0.29	0.29	0.27	0.30	0.28	0.28
2AF							0.29	0.29	0.26	0.28	0.28	0.27
2BS								0.30	0.28	0.26	0.29	0.29
2BF									0.26	0.26	0.27	0.25
3AS										0.27	0.29	0.28
3AF											0.28	0.29
3BS												0.28
3BF												

Análisis de correspondencia canónica

El análisis de correspondencia canónica se muestra en la figura 3. La distribución de las especies se ven influenciadas fuertemente por las concentraciones de clorofila a y b, y en una menor medida por el pH, amonio y fósforo total. La temperatura, oxígeno disuelto, nitritos y nitratos no mostraron una influencia sobre la distribución de las especies más abundantes.

Figura 3. Análisis de correspondencia canónica de las especies más abundantes de rotíferos y los parámetros físicos, químicos y biológicos.



Biomasa de la comunidad de rotíferos

En el cuadro 6 se muestran los valores promedio (\pm desviación estándar) de las medidas morfométricas (largo, ancho y alto) de los organismos medidos, del biovolumen y del peso seco. El valor máximo y el mínimo para cada una de las variables se marcan en negritas.

El cuadro 7 muestra la biomasa estimada a partir del biovolumen y la abundancia de las especies de rotíferos. Los valores mínimos y máximos se resaltan en negritas. La estación que mayor biomasa presentó fue la estación 2AS, mientras que la estación 3BS tuvo la menor biomasa. En cuanto a biotopos, el fondo tuvo biomásas mayores que la superficie en las estaciones 1A, 2B, 3A y 3B. Las biomásas en las estaciones 1B y 2A fueron mayores en el biotopo superficie.

Cuadro 6. Medidas morfométricas, biovolumen y peso seco de las especies de rotíferos que comprenden 95% de la abundancia en las tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Especie	Largo (µm)	Ancho (µm)	Alto (µm)	Biovolumen (x 10 ⁵ µm ³)	Peso seco (µg)
<i>Anuraeopsis fissa</i>	80.83 ± 3.3	51.13 ± 2.0	48.54 ± 2.0	0.66 ± 0.07	0.066
<i>Brachionus angularis</i>	97.29 ± 5.9	89.20 ± 7.5	62.89 ± 3.8	3.16 ± 0.57	0.316
<i>Brachionus budapestinensis</i>	126.79 ± 10.7	102.41 ± 10.1	86.03 ± 11.5	6.46 ± 1.53	0.647
<i>Brachionus calyciflorus</i>	214.17 ± 31.3	161.97 ± 19.8	141.44 ± 19.7	29.26 ± 9.76	2.927
<i>Brachionus caudatus</i>	121.37 ± 17.0	101.80 ± 11.0	92.83 ± 13.0	6.84 ± 2.62	0.685
<i>Brachionus havanaensis</i>	116.43 ± 13.1	99.40 ± 9.7	66.98 ± 8.4	4.57 ± 1.34	0.457
<i>Brachionus quadridentatus</i>	154.35 ± 19.6	146.66 ± 24.3	102.16 ± 13.0	13.89 ± 5.61	1.389
<i>Brachionus urceolaris</i>	227.94 ± 37.6	195.33 ± 37.7	168.00 ± 27.7	46.24 ± 24.46	4.624
<i>Keratella americana</i>	97.82 ± 5.0	54.11 ± 2.3	48.31 ± 2.3	0.37 ± 0.04	0.037
<i>Keratella cochlearis</i>	90.07 ± 3.0	52.04 ± 5.7	60.22 ± 2.9	0.43 ± 0.04	0.043
<i>Keratella tropica</i>	113.68 ± 5.8	65.39 ± 2.7	55.43 ± 5.9	0.63 ± 0.05	0.063
<i>Lecane bulla</i>	73.99	71.32	29.6	0.82	0.082
<i>Lecane cornuta</i>	120.17 ± 7.6	109.84 ± 0.9	48.07 ± 3.0	3.33 ± 0.40	0.333
<i>Lecane luna</i>	126.51 ± 0.5	108.42 ± 7.8	50.61 ± 0.22	3.63 ± 0.22	0.363
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	109.34 ± 14.7	60.19 ± 8.7	43.73 ± 5.8	3.15 ± 0.64	0.316
<i>Synchaeta pectinata</i>	133.47 ± 11.5	104.96 ± 9.6	*	3.88 ± 0.95	0.389
<i>Trichocerca bicristata</i>	103.18 ± 14.8	46.82 ± 4.3	*	1.21 ± 0.39	0.121

* Esta medida no es necesaria para la determinación del biovolumen según Ruttner-Kolisko, 1977.

Cuadro 7. Biomasa estimada de la comunidad de rotíferos en las estaciones de muestreo.

Estación	Biotopo	Abundancia (ind·L ⁻¹)	Biomasa (µg·L ⁻¹)
1A	S	1,893.00	48.73
	F	1,881.00	50.21
1B	S	2,027.40	67.74
	F	1,847.40	46.46
2A	S	1,480.20	72.20
	F	1,285.20	49.41
2B	S	1,160.40	48.33
	F	1,327.20	63.28
3A	S	256.80	23.87
	F	529.80	37.45
3B	S	332.40	15.65
	F	259.80	20.55

Biomasa estimada con el método de cenizas totales

En el cuadro 8 se muestra la biomasa estimada a partir del método de cenizas totales. Como se puede observar, la estación con mayor biomasa (mgC·m³) es la estación 1, seguida por la 2 y la 3. Cabe mencionar que esta biomasa estuvo compuesta por organismos del plancton de entre 1500 y 55 µm, por lo que los rotíferos no conforman toda la biomasa reportada.

Al combinar los métodos de biovolumen y cenizas totales para conocer la biomasa en términos de carbón, se encontró que los rotíferos comprenden 4.77% de la biomasa en la estación 1B; 4.73% en la estación 2B; y 7.90% en la estación 3B. Los datos se muestran en el cuadro 9. El porcentaje restante corresponde a fitoplancton, otras especies de zooplancton o materia orgánica suspendida.

Cuadro 8. Biomasa de las estaciones de muestreo estimada a partir del método de cenizas totales del canal de Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Peso seco de la muestra de 50 L (mg)	Peso de las cenizas (mg)	% de cenizas de base seca	Peso seco (mg·m ³)	Biomasa (mgC·m ³)
1B	71.0	25.4	35.8	1,420.00	508.36
2B	51.1	16.0	31.3	1,022.00	319.886
3B	9.9	1.0	10.1	198.00	19.998

Cuadro 9. Porcentaje de biomasa en peso seco correspondiente a rotíferos en el canal de Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Peso seco muestra 50L (mg)	Biomasa peso seco (µg·L ⁻¹)	Biomasa peso seco de rotíferos (µg·L ⁻¹)	% Biomasa peso seco correspondiente a rotíferos
1B	71.00	1,420.00	67.74	4.77
2B	51.10	1,022.00	48.33	4.73
3B	9.90	198.00	15.65	7.90

Para conocer la biomasa en términos de carbón, se emplearon los porcentajes correspondientes a las especies de las estaciones multiplicado por la biomasa en carbón de cada estación (Cuadro 10). Con estos resultados se confirma que la estación 1BS fue la estación que mayor biomasa (24.25 mgC·m³), seguido por la estación 2BS y 3BS (15.13 y 1.58 mgC·m³, respectivamente).

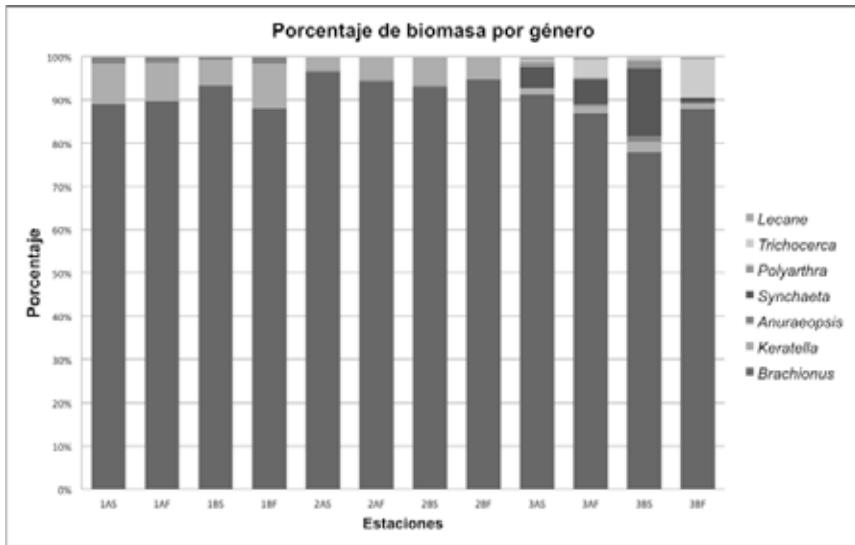
El género que aportó mayor biomasa en todas las estaciones fue *Brachionus* con 37.90 mgC·m³. La especie que mayor biomasa proporcionó a la comunidad de rotíferos en las tres estaciones fue *Brachionus budapestinensis* (13.87 mgC·m³).

Cuadro 10. Biomasa en términos de carbón de cada especie por metro cúbico en las estaciones de Cuemanco, Xochimilco.

Especies	% de la biomasa			Biomasa en carbón (mgC·m ³)			
	1BS	2BS	3BS	1BS	2BS	3BS	Total
<i>Keratella tropica</i>	0.22	0.31	0.16	1.10	0.99	0.03	2.12
<i>Brachionus budapestinensis</i>	1.60	1.73	1.12	8.11	5.54	0.22	13.87
<i>Keratella americana</i>	0.06	0.01		0.28	0.04		0.33
<i>Brachionus havanaensis</i>	1.33	0.53	0.54	6.74	1.71	0.11	8.56
<i>Brachionus angularis</i>	0.66	0.28	0.28	3.34	0.90	0.06	4.29
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0.04		0.11	0.20		0.02	0.22
<i>Keratella cochlearis</i>	0.01	0.01	0.03	0.08	0.02	0.01	0.10
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.87	1.86	3.55	4.40	5.94	0.71	11.05
<i>Synchaeta pectinata</i>			1.24			0.25	0.25
<i>Brachionus quadridentatus</i>			0.67			0.13	0.13
<i>Polyarthra dolichoptera</i>			0.13			0.03	0.03
<i>Trichocerca bicristata</i>			0.05			0.01	0.01
<i>Lecane bulla</i>			0.03			0.01	0.01
Total	4.77	4.73	7.90	24.25	15.13	1.58	

En la figura 4 se muestra el porcentaje de biomasa que aporta cada género a la comunidad de rotíferos. El género *Brachionus* aporta entre 78 y 96% de la biomasa de la comunidad de rotíferos.

Figura 4. Porcentaje de biomasa por género de rotíferos en cada estación del Canal Cuemanco, Xochimilco.



Correlación de Pearson entre la biomasa y los factores ambientales

La biomasa tuvo un coeficiente de correlación ($p < 0.5$) significativo con el pH y los pigmentos fotosintéticos. Esto concuerda con los resultados del análisis de correspondencia canónica (Figura 3). Por otro lado, la biomasa tuvo una correlación negativa con el nitrito, oxígeno disuelto y temperatura (Cuadro 11), lo que también concuerda con el análisis de correspondencia canónica (Figura 3).

Cuadro 11. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables ambientales y la biomasa de rotíferos de las estaciones de muestreo en Cuemanco, Xochimilco.

Parámetro	Biomasa (mgC·m ³)
Amonio NH ₄	-0.094246548
Nitrito NO ₂	-0.695791592
Nitrato NO ₃	0.16491907
P. total	0.382626109
O.D.	-0.695791592
Temperatura °C	-0.948892815
pH	0.894074822
chl a	0.864254158
chl b	0.839641433
chl c1 y c2	0.845309992
Carotenoides	0.845309992

Porcentaje de Materia orgánica y porcentaje de carbono

El porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total se muestra en el cuadro 12. El porcentaje de materia orgánica osciló entre 52.3 y 60.2%, mientras que el de carbono osciló entre 30.4 y 34.9%. La estación con menor porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total fue la 1B.

Cuadro 12. Porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total de las estaciones de muestreo.

Estación	% Materia orgánica	% Carbono orgánico total
1B	52.3	30.4
2B	60.2	34.9
3B	60.2	34.9

DISCUSIÓN

Las 35 especies de rotíferos encontradas en el estudio representan 27.7% del total de las especies registradas para Xochimilco (Cuadro 2). El número de especies concuerda con los resultados de Nandini *et al.* (2005), quienes reportan que en cuatro estaciones del lago de Xochimilco coexisten de 25 a 30 especies en cada sitio, siendo los géneros dominantes: *Brachionus*, *Keratella*, *Polyarthra*, *Trichocerca*, *Filinia* y *Asplanchna*.

Las especies que se encontraron en todas las estaciones estudiadas son: *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus caudatus*, *Brachionus havanaensis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella tropica*, *Polyarthra dolichoptera* y *Trichocerca bicristata*. Las especies con menor presencia fueron: *Epiphanes brachionus*, estación (3A), *Euchlanis dilatata* (3B), *Euchlanis triquetra* (3A) y *Trichocerca insignis* (2B).

Algunos géneros de rotíferos son considerados como indicadores de la calidad y del estado trófico de los cuerpos de agua (Gannon y Stemberger, 1978). La presencia del género *Brachionus* es indicativo de contaminación orgánica, de moderada a alta (Sládeček, 1983; Duggan *et al.*, 2001; Ejsmont-Karabin, 2012), mientras que la presencia de los géneros

Keratella y *Trichocerca* se asocia a condiciones eutróficas (Mäemets, 1983; Radwan y Popiolek, 1989).

Con relación a la riqueza de especies, la estación con menor número de especies fue la 2AS (16), mientras que la estación 2BF fue la estación más rica (24). La mayor abundancia se encontró en las estaciones 1B, y las más bajas en las estaciones 3A y la 3B. Los valores más altos obtenidos con el índice de Shannon-Wiener (H') se presentaron en la estación 3 en ambos biotopos (superficie y fondo), con valores por encima de 2.20. También la mayor equidad (J') se encontró en la estación 3 en sus dos biotopos, seguidas por la estación 2, y por último, la estación 1. Odum (1983) menciona que entre más alto sea el valor del índice de Shannon-Wiener, mayor es la diversidad de la comunidad y está menos dominada por una o pocas especies, por lo tanto, la comunidad estudiada presenta una alta diversidad de especies.

El coeficiente de similitud de Jaccard sugiere que las estaciones 3BF y 1BF son las que mayor diferencia presentan (con un valor de 0.24), y 1AS y 1AF comparten una mayor similitud con 1BS (0.31). Las similitudes o disparidades pueden ser reflejo de la diferencia o semejanza en la calidad del agua (Walsh *et al.*, 2008).

El análisis de correspondencia canónica muestra que la distribución de las especies más abundantes en las estaciones estudiadas, se ve influenciada en su mayoría por los pigmentos fotosintéticos (alimento), y por el pH, amonio y fósforo en menor medida (Figura 3). Mientras que la biomasa presentó un coeficiente de correlación significativo con los pigmentos fotosintéticos y con el pH. Estos resultados concuerdan con diversos reportes que sugieren que la distribución de las especies de rotíferos, composición y abundancia se encuentran influenciadas por factores abióticos, como la temperatura (Miracle, 1974; Radwan, 1984; Mikschi, 1989; Sellami *et al.*, 2009), oxígeno disuelto (Mikschi, 1989), y el pH (Radwan y Bielánska-Grajner, 2001), además del alimento (Whitman *et al.*, 2004; Sellami *et al.*, 2009; Perbiche-Neves *et al.*, 2013).

Las cinco especies con mayor biovolumen (μm^3) y peso seco (μg) fueron del género *Brachionus*: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* y *B. budapestinensis*. Las especies con menor biovolumen y peso seco fueron del género *Keratella*: *K. tropica*, *K. cochlearis* y *K. americana*.

La variación en la estimación de los pesos de los organismos acuáticos puede depender de los cambios en las condiciones ambientales, tipos de cuerpos de agua, cambios estacionales en la composición de los organismos y los métodos de muestreo, determinación y uso de diferentes factores de conversión (Dumont *et al.*, 1975; Bottrell *et al.*, 1976; Duncan *et al.*, 1985).

La estación con mayor biomasa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) fue la 2AS con $72 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, y la de menor fue la 3BS con $15.65 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. En general, la 2 tuvo una mayor biomasa, con valores entre 48.33 y $72.20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, seguida por la 1, cuyos valores van de 46.46 a $67.74 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, y por último la 3 con 15.65 y $37.45 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Cabe destacar que debido a las complicaciones que representa la estimación de la biomasa, existen pocos estudios relativos a la comunidad de rotíferos en ambientes similares a Xochimilco. Los datos obtenidos en la presente investigación mostraron que el canal Cuemanco tiene mayor biomasa que otros cuerpos de agua con temperaturas, nivel de eutrofización y profundidad diferentes (Obertegger *et al.*, 2004; Bonecker *et al.*, 2007; Casanova *et al.*, 2009), y similar a la reportada por otros autores (Urabe, 1992). Los ambientes eutróficos tienden a tener mayor biomasa de zooplancton que ambientes oligotróficos (Kalff, 2002). Esto destaca la importancia de la comunidad de rotíferos en Xochimilco.

El género que aportó mayor biomasa en todas las estaciones fue *Brachionus* ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), lo que representa 92.51%. La especie que mayor biomasa proporcionó a la comunidad de rotíferos en las tres estaciones fue *Brachionus budapestinensis* ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 34%, seguida de *B. calyciflorus* que contribuyó con 27% ($11.05 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$). En tercer y cuarto lugar: *B. havanaensis* y *B. angularis*, quienes añadieron 8.56 y $4.29 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$, representando 20.9 y 10.5%, respectivamente.

CONCLUSIONES

En el Canal Cuemanco la biomasa de los rotíferos se ve representada en su mayoría por especies del género *Brachionus* (92.51 %).

La especie que mayor biomasa aportó a la comunidad de rotíferos fue *B. budapestinensis* con 34 %.

Los parámetros ambientales tienen un efecto en la abundancia de las especies más representativas en las estaciones analizadas, mientras que la biomasa tiene un coeficiente de correlación significativo con los pigmentos fotosintéticos y el pH.

AGRADECIMIENTOS

Marcela Ivonne Benítez Díaz Mirón, agradece el apoyo de Conacyt por la beca Doctoral No. 227103/46776.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahlstrom, H., 1932, "Plankton rotatoria from Mexico", en *Transactions of the American Microscopical Society*, 51: 242-251.
- Ahlstrom, H., 1940, "A revision of the Rotatoria genera *Brachionus* and *Platyias* with descriptions of one new species and two new varieties", en *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 77(3): 148-184.
- Barreiro, T. y M. Signoret, 1999, *Productividad primaria en sistemas acuáticos costeros. Métodos de evaluación*, Colección de Libros de Texto, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Bogdan, G. y J. Gilbert, 1982, "Seasonal patterns of feeding by natural populations of *Keratella*, *Polyarthra*, and *Bosmina*: Clearance rates, selectivities, and contributions to community grazing", en *Limnology and Oceanography*, 27(5): 918-934.

- Bonecker, C. *et al.*, 2007, "Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil", en *Hydrobiologia*, 579(1): 115-123.
- Bottrell, H. *et al.*, 1976, "A review of some problems in zooplankton production studies", en *Norwegian Journal of Zoology*, 24: 419-456.
- Carlin Nilsson, B., 1935, "Rotatorien aus Mexico", en *Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund förhandlingar*, 5: 175-185.
- Casanova, M. *et al.*, 2009, "Rotifer abundance, biomass, and secondary production after the recovery of hydrologic connectivity between a river and two marginal lakes (São Paulo, Brazil)", en *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 39(4): 292-301.
- Castellanos, M. *et al.*, 1999, *Aislamiento, caracterización, biología y cultivo del rotífero Brachionus plicatilis (O.F. Müller)*, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Dooan, M., 1973, "An Energy Budget for Adult Brachionus plicatilis Muller (Rotatoria)", en *Oecologia*, 13(4): 351-362.
- Downing, A. y H. Rigler, 1984, *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*, Vol. 17, 2a ed., Blackwell Scientific Publishers, Londres.
- Duggan, C. *et al.*, 2001, "Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state", en *Hydrobiologia*, 446-447: 155-164.
- Dumont, J. *et al.*, 1975, "The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters", en *Oecologia*, 19(1): 75-97.
- Duncan, A. *et al.*, 1985, "Carbon weight on length regressions of Daphnia spp. grown at threshold food concentrations", en *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22: 3109-3115.
- Ejsmont, J., 2012, "The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: rotifer trophic state index", en *Polish Journal Ecology*, 60: 339-350.

- Enríquez, C. *et al.*, 2009, "Seasonal dynamics of zooplankton in Lake Huetzalin, Xochimilco (Mexico City, Mexico)", en *Limnological Ecology and Management of Inland Waters*, 39(4): 283-291.
- Flores, J. *et al.*, 2003, "Estudio preliminar sobre la fauna de rotíferos de Xochimilco (México)", en Stephan, E. (ed.), *El agua en la cuenca de México: Sus problemas históricos y perspectivas de solución*, Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco, A.C., Parque Ecológico de Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Gannon, E. y S. Stemberger, 1978, "Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality", en *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1): 16-35.
- Garza, G. y E. Castellanos, 2003, "Diversidad de rotíferos en los canales de la región noroeste de la zona chinampera de Xochimilco, Distrito Federal", en Stephan, E. (ed.), *El agua en la cuenca de México: sus problemas históricos y perspectivas de solución*, Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco, A.C., Parque Ecológico de Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Garza, G. *et al.*, 2003, "Género *Brachionus* (Rotifera) en la zona chinampera del Lago de Xochimilco, Distrito Federal, México", en *Scientiae Nature*, 6(1): 63-68.
- Hardy, R. *et al.*, 1984, "About the relationship between the zooplankton and fluctuating water levels of Lago Camaleao, a central Amazonian varzea lake", en *Amazoniana Kiel*, 9(1): 43-52.
- Kalff, J., 2002, *Limnology: inland water ecosystems*, Prentice, Hall, Inc., Nueva Jersey.
- Mäemets, A., 1983, "Rotifers as indicators of lake types in Estonia", en *Hydrobiologia*, 104: 357-361.
- Mikschi, E., 1989, "Rotifer distribution in relation to temperature and oxygen content", en *Hydrobiologia*, 186(1): 209-214.
- Miracle, R., 1974, "Niche structure in freshwater zooplankton: a principal components approach", en *Ecology*, 55: 1306-1316.

- Nagao, N. *et al.*, 2001, "High ash content in net-plankton samples from shallow coastal water: possible source of error in dry weight measurement of zooplankton biomass", en *Journal of Oceanography*, 57: 105-107.
- Nandini, S. *et al.*, 2005, "Seasonal variations in the species diversity of planktonic rotifers in Lake Xochimilco, Mexico", en *Journal of Freshwater Ecology*, 20(2): 287-294.
- Obertegger, U. *et al.*, 2004, "The zooplankton of Lake Tovel. Studi Trentini di Scienze Naturali", en *Acta Biologica*, 81: 369-378.
- Odum, P., 1983, *Ecología, el vínculo entre las ciencias sociales y las naturales*, Continental, México.
- Osorio, B., 1942, "Rotíferos planctónicos de México I, II y III", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 3(1-4): 23-79.
- Perbiche, G., 2013, "Relations among planktonic rotifers, cyclopoid copepods, and water quality in two Brazilian reservoirs", en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 138-149.
- Radwan, S., 1984, "The influence of some abiotic factors on the occurrence of rotifers of łączna and Włodawa Lake District", en *Hydrobiologia*, 112: 117-124.
- Radwan, S. y B. Popiolek, 1989, "Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophy", en *Hydrobiologia*, 186/187: 235-238.
- Radwan, S. e I. Bielańska, 2001, "Ecological structure of psammic rotifers in the ecotonal zone of Lake Piaseczno (eastern Poland)", en *Developments in Hydrobiology*, 153: 221-228.
- Rossa, C. *et al.*, 2007, "Biomassa de rotíferos em ambientes dulcícolas: revisão de métodos e fatores influentes", en *Interciencia*, 32(4): 220-226.
- Ruttner, A., 1977, "Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers", en *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 8: 71-76.
- Sámamo, A., 1931, "Contribución al conocimiento de la fauna de los rotíferos de México", en *Anales del Instituto de Biología*, México, 2: 157-163.

- Sámamo, A., 1936, "Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo III. Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares vecinos", en *Anales del Instituto de Biología*, México, 7: 269-270.
- Sellami, I. *et al.*, 2009, "Abundance and biomass of rotifers in relation to the environmental factors in geothermal waters in Southern Tunisia", en *Journal of Thermal Biology*, 34(6): 267-275.
- Sládeček, V., 1983, "Rotifers as indicators of water quality", en *Hydrobiologia*, 100: 169-201.
- Strickland, D. y R. Parsons, 1972, *A practical handbook of seawater analysis*, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Urabe, J., 1992, "Midsummer succession of rotifer plankton in a shallow eutrophic pond", en *Journal of Plankton Research*, 14(6): 851-866.
- Walkley, A., 1947, "A critical examination of a rapid method for determination of organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents", en *Soil Science*, 63: 251-257.
- Wallace, L. y W. Snell, 2001, "Rotifera", en Thorp, H. y P. Covich (eds.), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Colorado State University, Department of Fishery and Wildlife Biology, Fort Collins, EEUU.
- Walsh, J. *et al.*, 2008, "Rotifers from selected inland saline waters in the Chihuahuan Desert of Mexico", en *Saline systems*, 4: 7-11.
- Whitman, L. *et al.*, 2004, "Characterization of Lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblages", en *Ecological Indicators*, 4: 277-286.
- Zingel, P. y J. Haberman, 2008, "A comparison of zooplankton densities and biomass in Lakes Peipsi and Võrtsjärv (Estonia): rotifers and crustaceans versus ciliates", en *Hydrobiologia*, 599(1): 153-159.

Abundancia y distribución de ciliados pláncnicos en el lago Catemaco, en temporada de secas

María del Rosario Casique Fernández, Alfonso Esquivel Herrera, Ruth Soto Castor y Celia Bulit¹

Resumen. *El estudio de los ciliados del plancton en lagos de México está en etapas iniciales. El lago Catemaco tiene una función histórica, social y económica destacada, y de acuerdo con ese contexto se estudió la composición, abundancia y distribución de los ciliados. Dominaron los oligotricos y la abundancia total de ciliados varió entre 2 y 57 cél ml⁻¹. Se analizó la variabilidad espacio-temporal de la abundancia y se caracterizó la relación entre factores ambientales y biológicos mediante un análisis de componentes principales. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia al combinar mes y sitio de colecta, pero no entre sitios de colecta ni entre distintas profundidades, lo cual refleja el carácter polimíctico del lago. Las reducidas proporciones atómicas N:P, la elevada concentración de clorofila a y la turbidez, la dominancia de cianobacterias en el fitoplancton y la abundancia intermedia de ciliados permiten considerar al lago en temporada de secas como un cuerpo de agua mixto, con características de ambientes meso y eutróficos.*

Palabras clave: *Microplancton, Lago polimíctico, Variabilidad espacial.*

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: celiabulit@gmail.com.

Abstract. *The ecological study of planktonic ciliates in Mexican lakes is in its initial stages. Lake Catemaco has a historical, social and economic major role. In this context the composition, abundance, and distribution of ciliates were studied. Oligotrichs were dominant and total abundance of ciliates varied between 2 and 57 cel ml⁻¹. The spatial and temporal variability in the abundance of ciliates was analyzed and relationships among environmental variables and ciliates abundance were characterized using a principal component analysis. No significant differences between collection sites or between surface and bottom depths were found, but between month and collection site combined, which reflects the polymixis effects. Reduced N:P atomic ratios, high chlorophyll concentrations and turbidity, cyanobacteria dominance and ciliate abundance allow characterizing the lake during the dry season as one intermediate between meso and eutrophic lakes.*

Key words: *Microplankton, Polymictic lake, Spatial distribution*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el estudio de los ciliados pláncnicos en ambientes dulceacuícolas se ha visto impulsado por nuevos conocimientos acerca de su relevancia en el circuito microbiano, todo ello a partir del trabajo de Azam *et al.* (1983) y de numerosos estudios posteriores (Jurgens y Jørgensen, 2000; Wiackowski *et al.*, 2001; Montagnes *et al.*, 2008; Aleya *et al.*, 2009, entre otros). Sin embargo, en lagos tropicales los trabajos distan del alcance de los realizados en lagos templados y fríos aun cuando los ciliados constituyen un enlace trófico significativo por ser consumidores de bacterioplancton y fitoplancton, y presas de protistas mayores, de otros organismos del zooplancton y de larvas de peces (Moustaka-Gouni *et al.*, 2006; Zingel y Noges, 2008; Montagnes *et al.*, 2010).

En lagos de diferentes latitudes y de distintos estados tróficos se ha abordado el estudio de la abundancia, distribución y diversidad de cilia-

dos, y su papel en el flujo de energía y la regeneración de nutrimentos (Hecky y Kling, 1981; Pace y Orcutt, 1981; Beaver y Crisman, 1982; Beaver *et al.*, 1988; Taylor y Heynen, 1987). Los escasos estudios sobre ciliados del plancton en lagos tropicales se han realizado principalmente en Brasil (Barbieri y Godinho, 1989; Gomes y Godinho, 2003; Velho *et al.*, 2005), en Filipinas (Lewis, 1985), en el este africano (Burian *et al.*, 2013), entre otros ejemplos. En México existen estudios puntuales e intensivos, particularmente sobre diferentes aspectos tróficos de ciliados en lagos tipo cráter, como el de Alchichica (Macek *et al.*, 2006; Macek *et al.*, 2008; Peštova *et al.*, 2008; Bautista-Reyes y Macek, 2012). Sin embargo, son escasos los trabajos sobre aspectos ecológicos de ciliados plánticos en cuerpos de agua epicontinentales (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2011). Considerando que estos cuerpos de agua tienen una función histórica, social y económica en su vínculo con las poblaciones aledañas y están sujetos a la explotación de recursos, al uso recreacional, y adicional a que son reservorios de diversidad biológica, es necesario considerar sus diferentes aspectos.

El lago Catemaco es uno de los sistemas lacustres más importantes del país por su producción pesquera comercial y local (Sagarpa, 2007). Se localiza en una ecorregión hidrológica cuya conservación está amenazada y requiere acciones remediadoras (Lara-Lara *et al.*, 2008); además, en años recientes, la producción del caracol tegogolo y de peces endémicos se ha visto mermada de acuerdo con los testimonios de los pescadores, aun cuando en el periodo de 1980-1989 hubo un incremento de 65% en todas las capturas del lago (Torres-Orozco *et al.*, 1997), que aumentaron de 1310 a 2095 t, con un rendimiento promedio de 276 kg ha⁻¹. Esta captura representa el segundo lugar en producción de los cuerpos de agua epicontinentales del país (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995).

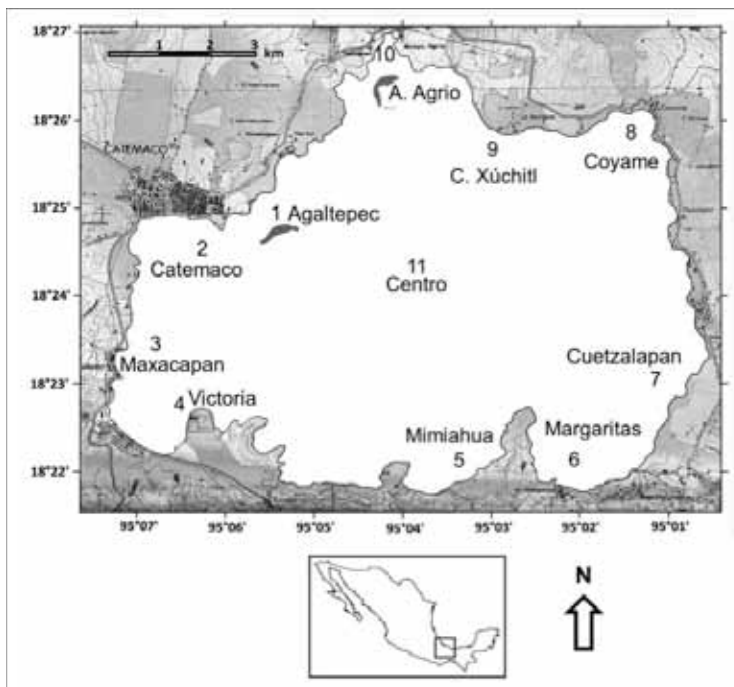
En este contexto, los objetivos de este trabajo son: 1) caracterizar a nivel general la composición, la abundancia y distribución de los ciliados del plancton, y 2) estimar la influencia de los factores ambientales sobre la abundancia y distribución espacial en diferentes profundidades y en distintos sitios del lago.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El lago Catemaco forma parte de la cuenca del río Papaloapan, y se localiza en el macizo volcánico de Los Tuxtlas al sureste del estado de Veracruz (18° 21'-18°27' N y 95° 01'-95 07' O). Con una superficie de 72.5 km² es uno de los diez lagos naturales más extensos de México, polimíctico, con una profundidad máxima de 22.5 m y temperatura anual del agua entre 23 y 28 °C (Figura 1, Pérez-Rojas y Torres-Orozco, 1992).

Figura 1. Ubicación geográfica del lago Catemaco, localización de los sitios de muestreo y toponimia.



El clima de la zona es cálido-húmedo, con lluvias en verano y principalmente en otoño. La precipitación media anual oscila en alrededor de 4900 mm, y aunque llueve todo el año, es posible distinguir una época de “lluvias”, de junio a febrero, y otra de “secas”, de marzo a mayo (Torres-Orozco *et al.*, 1996). Debido a la cercanía con la costa, el área es afectada directamente por los “nortes” vientos que ocurren durante el invierno y que provocan descenso de temperatura y lluvia, como ocurrió durante el trabajo de campo de mayo.

Hace décadas el lago estuvo circundado por selva alta perennifolia (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995), pero actualmente los terrenos adyacentes han sido deforestados y se utilizan para fines agrícolas y ganaderos. Varios arroyos desembocan en el lago, y en el margen nor-noreste existen manantiales de aguas carbonatadas (Pérez-Rojas, 1984).

Colecta y análisis de las muestras

Para este estudio se tomaron muestras de agua de superficie y de fondo (30 cm aproximadamente por sobre el sustrato) de todas las variables estudiadas, en 11 sitios representativos de los ambientes del lago, en marzo y mayo de 2011, durante la temporada seca (Figura 1). En cada sitio se midió la profundidad con un cable lastrado y una cinta métrica, y la transparencia con un disco de Secchi de 0.3 m de diámetro. La temperatura y la conductividad se registraron con un termohalinoconductivímetro YSI; el pH se midió con un potenciómetro Hanna; el oxígeno disuelto se determinó por el método de Winkler (APHA *et al.*, 1992) y la velocidad del viento se midió con un anemómetro Maximum.

Para determinar la concentración de amonio, nitritos, nitratos y fósforo reactivo soluble se obtuvieron muestras de agua de 250 ml, que se filtraron por medio de filtros Whatman GF/F y se procesaron siguiendo métodos espectrofotométricos estandarizados (APHA, *et al.*, 1992). Una vez obtenidos los resultados, se calculó la proporción N:P para establecer cuál

fue el elemento limitante (Phlips *et al.*, 1997; Havens *et al.*, 2003; Schindler *et al.*, 2008). También se estimó la concentración de clorofila *a* por espectrofotometría de acuerdo con la técnica de Jeffrey y Humphrey (1975).

Para la identificación y el recuento de los ciliados del microplancton se fijaron 100 ml de agua con solución ácida de Lugol (2% v/v). Dado que la variabilidad de los ciliados entre sitios de muestreo y entre niveles (superficie y fondo) no fue estadísticamente significativa, de acuerdo con los análisis realizados, no se hicieron los conteos de las réplicas, aun cuando las muestras se colectaron por duplicado. Se siguió la técnica de Utermöhl (Hasle, 1978), y se sedimentó una muestra de 10 ml durante 24 horas en una cámara de sedimentación y se contaron todos los ciliados del fondo; la abundancia se expresó en cél ml⁻¹. Como la fijación con Lugol oscurece estructuras y detalles necesarios para la identificación (Jerome *et al.*, 1993), la información sobre la composición taxonómica es limitada.

Adicionalmente, las muestras se blanquearon con tiosulfato de sodio y se tiñeron con DAPI (4,6-diamidino-2 fenilindol; concentración final 2.25 µg por 10 ml; Strüder-Kypke *et al.*, 2002) en la misma cámara de sedimentación para observar y caracterizar los núcleos de los ciliados. Se utilizó un microscopio invertido Zeiss Axiovert 25 CFI equipado con epifluorescencia, y los recuentos fueron realizados con magnificaciones de 400× y 1000×. Se identificaron los ciliados al menor nivel taxonómico posible usando el sistema de clasificación de Lynn (2008), así como los trabajos de Foissner y Berger (1996) y de Foissner *et al.* (1999).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se determinaron los valores mínimos, máximos y el promedio de los resultados de factores fisicoquímicos y biológicos en los 11 sitios de muestreo. Se elaboró un diagrama de caja y bigote con el programa SigmaPlot 12 para analizar la dispersión alrededor de la mediana. También se obtuvo un diagrama para el intervalo de confianza de la media al 95%, en combinaciones de los factores: sitio de muestreo y mes, con el programa Statistica 7.

Adicionalmente y para analizar y comparar la variabilidad espacial y temporal de la abundancia de ciliados entre los 11 sitios de muestreo, entre profundidades de la columna de agua (superficie y fondo), y entre diferentes meses (marzo y mayo), se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis, por las razones que enunciaremos en el apartado de Resultados.

Para analizar la relación entre los factores ambientales considerados y la abundancia de los ciliados, se hizo un análisis de componentes principales (ACP). Esta técnica de ordenación permite reducir la información existente a pocas dimensiones que conservan la variación original (Leps y Smilauer, 2003). Para el ACP se emplearon las siguientes variables: temperatura del agua, profundidad, transparencia, velocidad del viento, pH, oxígeno disuelto, conductividad, nutrientes de nitrógeno, fósforo reactivo soluble, clorofila a y la abundancia de ciliados, utilizando el programa Statistica 7.

RESULTADOS

Variables ambientales y biológicas

En la temporada seca se registraron variaciones generales en los factores ambientales del lago: los promedios de los 11 sitios de muestreo y los rangos se presentan en el cuadro 1. Así, la temperatura del agua osciló entre 21 y 29 °C, y el oxígeno disuelto fluctuó entre 2.2 y 9.3 mg l⁻¹, con un porcentaje de saturación de 26 y 108.9 %, respectivamente. El pH varió de alcalino (9.0) a ligeramente ácido (6.3) entre marzo y mayo. En mayo, la velocidad del viento fue en aumento y las aguas del lago estuvieron más turbias, con una transparencia máxima que se redujo de 1.20 a 0.73 m con respecto a marzo. En algunos sitios la turbidez fue elevada y sólo una décima parte de la columna de agua puede considerarse capa eufótica, calculada con base en la profundidad del disco de Secchi (Wetzel, 2001; Edmonson, 2005).

Las concentraciones de nutrientes de nitrógeno fueron relativamente bajas, mientras que las de fósforo reactivo soluble fueron elevadas en general (Cuadro 1). Los valores extremos de la relación atómica N:P fueron 0.03 y 2.00, en aguas de superficie en marzo, resultados indicativos de que los nutrientes de nitrógeno son limitantes. Entre los factores biológicos, la concentración de clorofila *a* en la temporada de secas tuvo un rango de variabilidad entre 13.08 mg m⁻³, y 153.8 mg m⁻³, y fue elevada en general. Las mayores concentraciones se encontraron en aguas de 3 m de profundidad, cercanas al fondo, en la estación 5 del sur del lago (Figura 1).

Cuadro 1. Variables ambientales, nutrientes y clorofila del lago Catemaco en temporada de secas.

	Marzo		Mayo	
Viento (m s ⁻¹)	2 (0-4)		2 (0-6)	
Profundidad (m)	3 (1.10-7.60)		3 (0.55-10)	
Transparencia (m)	0.80 (0.66-1.20)		0.65 (0.55-0.73)	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Temperatura (°C)	24.7 (23.3-25.8)	24.3 (23.2-25.3)	26.4 (25-29)	26.3 (21-29)
Conduct. (μS cm ⁻¹)	135.8 (126.4-206.5)	138.1 (125.1-226.5)	132.9 (50.2-173.6)	168.7(105.5-464.4)
pH	8.1 (7.2-9)	7.7 (7.2-8.3)	7.5 (6.6-8.3)	7.4 (6.3-8.4)
O ₂ (mg l ⁻¹)	5.9 (2.2-8)	5.3 (3.9-9.3)	4.1 (3-6.7)	3.6 (2.6-4.8)
NH ₄ ⁺ (μM)	1.40 (0-6.52)	1.38 (0.21-2.85)	1.60 (0.04-5.20)	2.21(0.46-3.74)
NO ₂ ⁻ (μM)	0.22 (0-0.85)	0.21 (0-0.84)	0.35 (0-1)	0.36 (0-1)
NO ₃ ⁻ (μM)	3.94 (0.18-10.4)	3.75 (0-9.1)	2.08 (0-5.35)	3.4 (0-10.9)
PO ₄ ³⁻ (μM)	3.19 (1.27-10.2)	8.99 (1.33-44.1)	3.61 (1.37-11.6)	2.27 (0.63-4.15)
Relación N:P	0.74 (0.03-2)	0.52 (1.34-0.08)	0.68 (0.09-1.09)	1.23 (1.71-0.73)
Clorofila <i>a</i> (mg m ⁻³)	62.47(19.88-100.2)	62.41(16.87-100.9)	96.66(25.23-129.6)	99.47 (13.08-153.8)

Nota: Se presentan los promedios de los 11 sitios de muestreo y los rangos entre paréntesis.

Las observaciones cualitativas del fitoplancton indican que las cianobacterias de los géneros *Cylindrospermopsis*, *Planktolyngbya* y *Aphanothece* fueron muy abundantes, y también se presentaron diatomeas del género *Aulacoseira*, clorofitas y dinoflagelados, aunque en menor cantidad. En las cámaras de sedimentación los organismos del metazooplancton fueron rotíferos de los géneros *Brachionus* y *Keratella*, nauplios de copépodos, larvas cercaria y escasos cladóceros.

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CILIADOS PLÁNTICOS

Se identificaron 20 géneros de ciliados en el plancton del lago en temporada de secas (Cuadro 2), y se distinguieron 6 morfotipos diferentes que no pudieron ser identificados. Los oligotricos *Rimostrombidium* sp. y *Pelagostrombidium* sp. dominaron en abundancia con 39 cél ml⁻¹ y 53 cél ml⁻¹, en promedio, respetivamente, seguidos por *Mesodinium* sp. con 21 cél ml⁻¹; *Pelagohalteria* sp., *Limnostrombidium* sp., *Belonophrya* sp. y *Actinobolina* sp. siguieron en frecuencia. El tamaño de *Rimostrombidium* y *Mesodinium* varió entre 20 y 35 µm, el de *Pelagostrombidium* entre 40 y 65 µm, mientras que los restantes midieron entre 40 y 100 µm.

La abundancia total de ciliados del plancton osciló entre 2 (sitio 7 en mayo), y 57 cél ml⁻¹ (sitio 4 en mayo), en tanto que el promedio general fue 26 cél ml⁻¹ (Cuadro 3).

Cuadro 2. Géneros de ciliados encontrados en el lago de Catemaco, de acuerdo con la clasificación de Lynn (2008).

Orden Heterotrichida
Condylostoma sp.
Linostomella sp.
Orden Choreotrichida
Pelagostrombidium sp.
Rimostrombidium sp.
Orden Stichtotrichida
Hypotrichidium sp.
Orden Sporadotrichida
Pelagohalteria sp.
Orden Strombidiida
Limnostrombidium sp.
Orden Haptorida
Actinobolina sp.
Belonophrya sp.
Monodinium sp.
Lacrymaria sp.
Paradileptus sp.
Lagynophrya sp.
Orden Cyclotrichiida
Mesodinium sp.
Orden Pleurostomatida
Litonotus sp.
Orden Nassulida
Obertrumia sp.
Orden Prorodontida
Coleps sp.
Pelagothrix sp.
Orden Bursariomorphida
Paracondylostoma sp.
Orden Peniculida
Frontonia sp.

Cuadro 3. Abundancia de ciliados del plancton en los 11 sitios estudiados, en aguas de superficie y de fondo.

Estaciones	Marzo		Mayo	
	Superficie cél ml ⁻¹	Fondo cél ml ⁻¹	Superficie cél ml ⁻¹	Fondo cél ml ⁻¹
1. Agaltepec	22	32	15	25
2. Catemaco	28	24	25	31
3. Maxacapan	44	37	36	37
4. Victoria	28	32	49	57
5. Mimiahua	10	13	38	22
6. Margaritas	20	6	49	37
7. Cuetzalapan	26	35	2	5
8. Coyame	17	26	18	29
9. C. Xúchitl	22	24	30	30
10. Arroyo Agrio	19	8	31	14
11. Centro	23	20	30	37
Promedio	24	23	29	29
Promedio gral.	26			

En la figura 2 se presenta la distribución de la abundancia de ciliados con respecto a la mediana de los 11 sitios en aguas superficiales y de fondo. Se observa que las medianas son mayores en mayo, que en la estación seca, y las distribuciones de los valores no son simétricas respecto a la mediana, por lo que no son normales. El diagrama también indica diferencias en la dispersión de los datos entre los distintos grupos, por lo que no se cumple el requisito de homocedasticidad para un ANDEVA paramétrico. Por las razones indicadas se hizo un análisis de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, 1979).

Figura 2. Diagramas de cajas y bigotes que indican la distribución por cuartiles de la abundancia de ciliados en aguas de superficie y de fondo de los 11 sitios de trabajo.

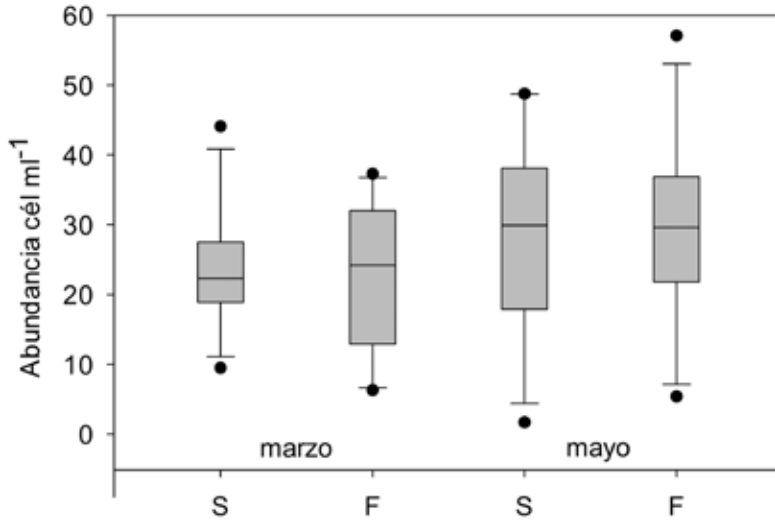


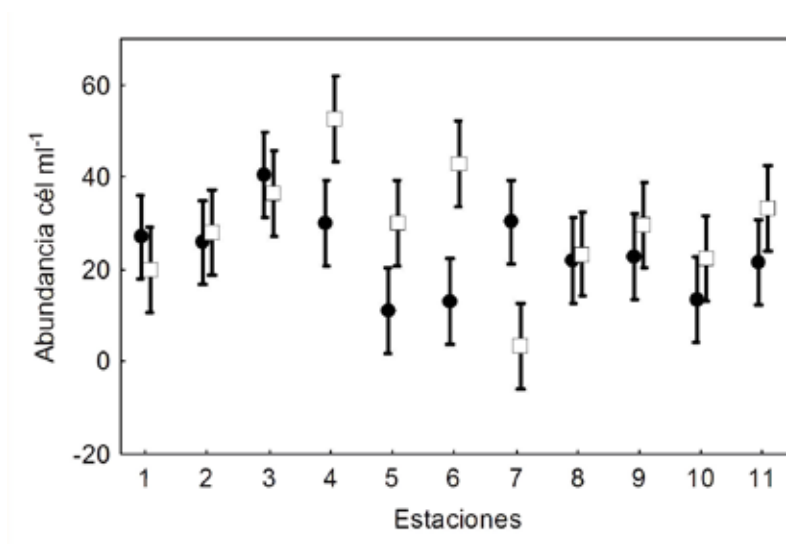
Figura 2. Casique et al.

La línea al interior de la caja representa la mediana de la abundancia en 11 sitios, los extremos de la caja: el primer y el tercer cuartiles, y los círculos señalan los valores atípicos.

Para explorar los efectos de las combinaciones de mes, profundidad de muestreo y sitio, se elaboró una gráfica de los intervalos de confianza de la media al 95%. Se observaron diferencias en la abundancia de ciliados en la combinación de mes y sitio de muestreo (Figura 3). Sin embargo, los resultados del análisis de Kruskal-Wallis indican que las diferencias observadas en la abundancia de ciliados en los 11 sitios de muestreo no fueron significativas ($\alpha=0.05$, $H=15.87$, $p=0.10$; Cuadro 4). Tampoco existieron diferencias significativas entre las abundancias de ciliados a distintas

profundidades ($H=0.06$, $p=0.81$), ni entre las abundancias en marzo y en mayo ($H=3.02$, $p=0.08$). Con base en dichos resultados se graficó la distribución espacial de los promedios de abundancia por sitio de muestreo. En marzo, en los sitios 3, 4 y 7 se encontraron las mayores abundancias, y en el sitio 10, la menor. En cambio, en mayo las abundancias mayores se encontraron en los sitios 4, 6 y 11, y la menor en el sitio 7 (Figuras 4 y 5).

Figura 3. Intervalos de confianza de la abundancia de ciliados en marzo y en mayo, en los 11 sitios de muestreo.



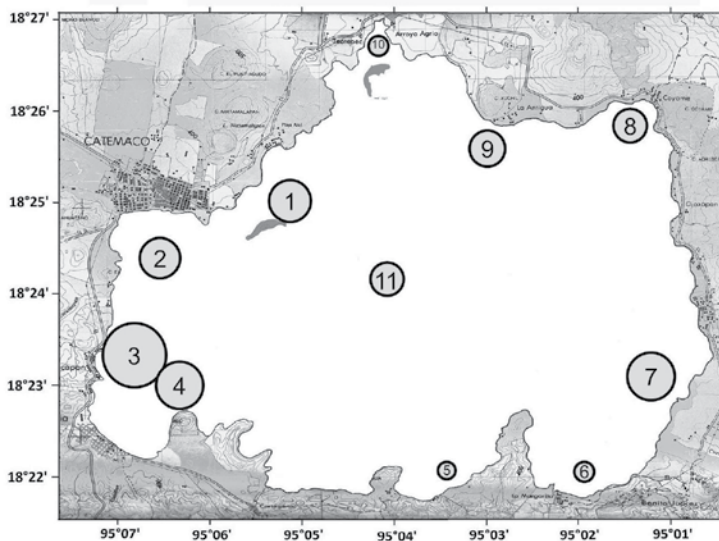
Los círculos representan los datos de marzo; los cuadrados, los de mayo e indican el valor medio de abundancia, mientras que las barras corresponden al intervalo de 95% de confianza.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis sobre la abundancia de ciliados del plancton en agua de superficie y agua de fondo de 11 sitios, en marzo y mayo.

Fuente de variación	G.L.	H	p
Sitio	10 N= 44	15.87	0.10
Nivel	1 N= 44	0.06	0.81
Mes	1 N= 44	3.02	0.08

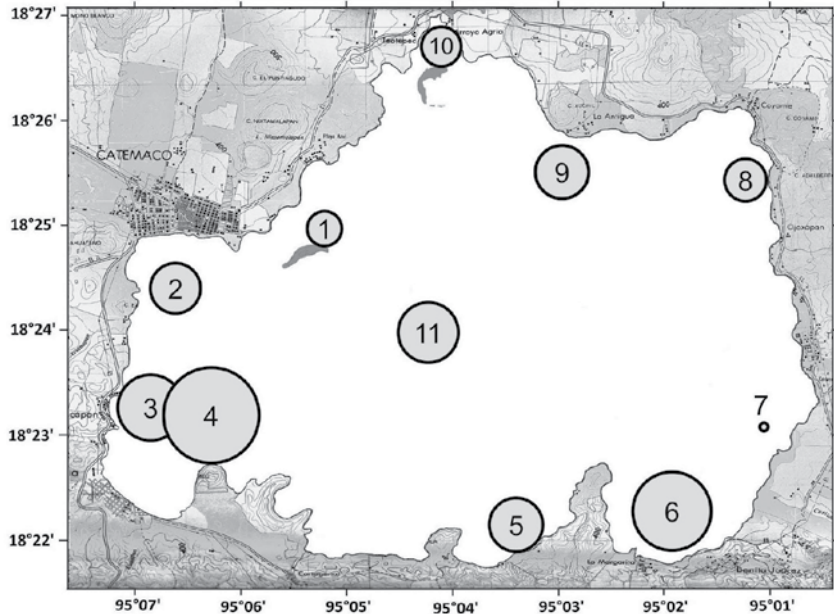
G.L.: grados de libertad, H: valor del estadístico de Kruskal-Wallis, p: probabilidad, N: número de casos.

Figura 4. Distribución espacial de la abundancia de ciliados en marzo.



El área de los círculos es proporcional al promedio de abundancia de ciliados de los niveles de superficie y fondo en los 11 sitios de trabajo.

Figura 5. Distribución espacial de la abundancia de ciliados en mayo.

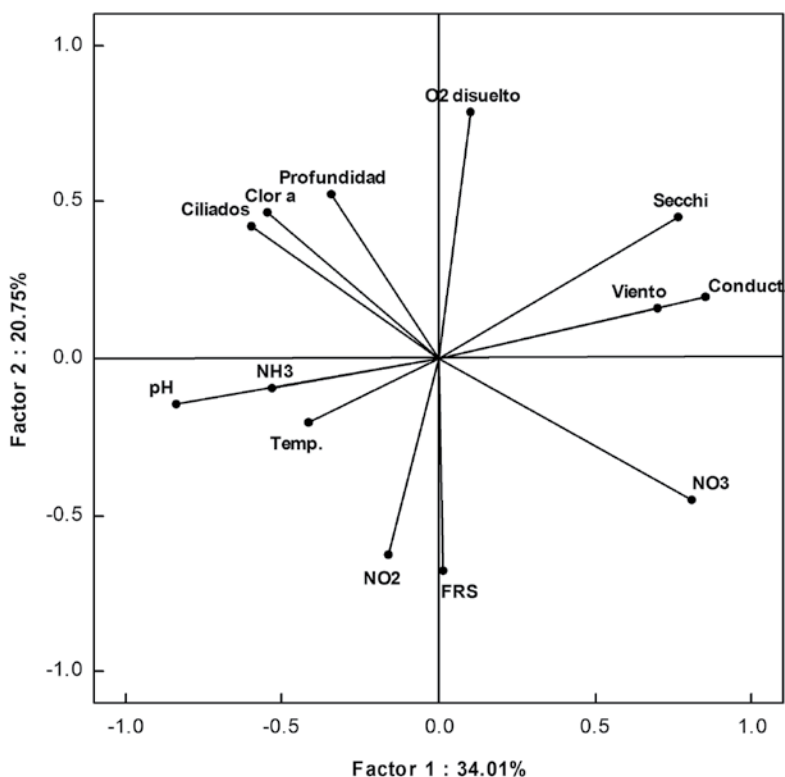


El área de los círculos es proporcional al promedio de abundancia de ciliados de los niveles de superficie y fondo en los 11 sitios de trabajo.

El ACP indica que la estructura en las matrices de variables ambientales y abundancia de ciliados es compleja. Los dos primeros componentes principales explican entre 54.76% y 46.54% de la variación total de los factores considerados en marzo y mayo, respectivamente (Figuras 6 y 7). El diagrama de ordenación de los resultados de marzo muestra que el primer componente está determinado por los pesos opuestos de la conductividad y la velocidad del viento, por un lado, y del pH y la concentración de amonio, por otro. La abundancia de ciliados se asocia en un grupo con la clorofila a. También se aprecian pesos opuestos entre

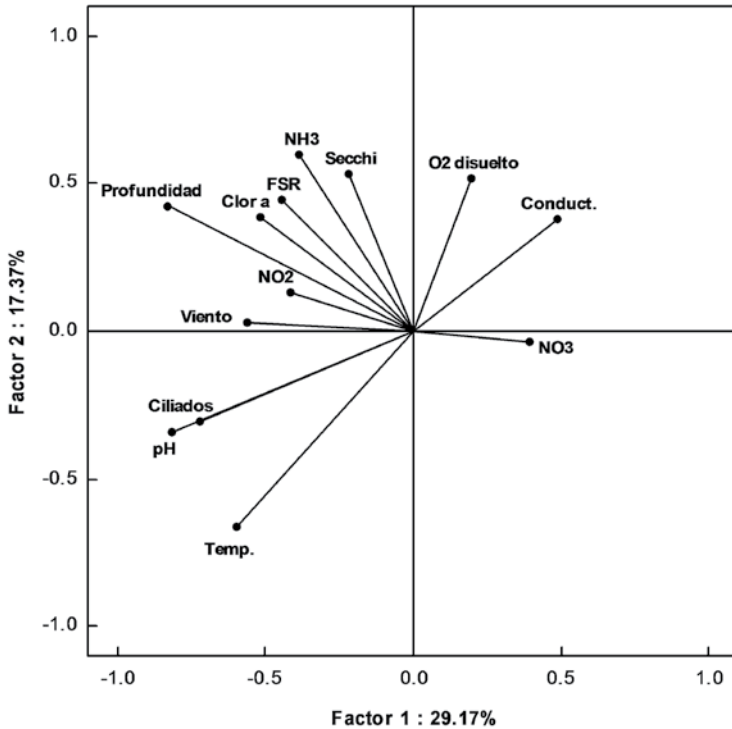
la abundancia de ciliados y la concentración de nitratos (Figura 6). En mayo, en cambio, el primer componente se relaciona con la concentración de nitratos y la velocidad del viento que muestran pesos opuestos, y la abundancia de ciliados se asocia con el pH en un grupo (Figura 7). Las mayores abundancias de ciliados ocurrieron en las estaciones 4 y 6, donde el pH fue mayor a 8, lo cual explica la alta correlación del ACP.

Figura 6. Diagrama de ordenación basado en el ACP de variables ambientales, biológicas y abundancia de ciliados en marzo.



FSR: Fósforo Soluble Reactivo, clor a: clorofila *a*, Conduct: Conductividad.

Figura 7. Diagrama de ordenación basado en el ACP de variables ambientales, biológicas y abundancia de ciliados en mayo.



FSR: Fósforo Soluble Reactivo, clor a: clorofila *a*, Conduct: Conductividad.

DISCUSIÓN

Este primer estudio sobre características básicas de los ciliados del plancton de Catemaco indica que los organismos son taxonómicamente similares a los de otros lagos. Diversos trabajos señalan que la composición taxonómica de los ciliados no muestra cambios notables en lagos con distintos gradientes tróficos y que, en general, dominan los oligotricos (Mathes y Arndt, 1994; Hwang y Heath, 1997; Pfister *et al.*, 2002), lo cual

fue confirmado por van Wichelen *et al.* (2013) en un amplio estudio sobre 66 lagos europeos. Asimismo, la variabilidad en la abundancia encontrada en Catemaco es frecuente entre los ciliados del plancton, aunque su investigación en lagos tropicales es todavía limitada y se concentra en cuerpos acuáticos brasileños, africanos y algunos más (Cuadro 5). En cuanto a tamaño, predominaron ciliados pequeños (20-30 μm), que son los consumidores dominantes del pico y del nanoplancton en Catemaco, en lugar de los nanoflagelados heterótrofos, que es la condición más común (Beaver y Crisman, 1982; Zingel *et al.*, 2007).

Cuadro 5. Abundancia de ciliados en ambientes acuáticos tropicales y subtropicales.

Cuerpo de agua	Estado trófico	Abundancia de ciliados cél ml^{-1}	Referencia
Lago Oglethorpe, EEUU	eutrófico	110 (máx.)	Pace y Orcutt, 1981
Lago Lanao, Filipinas	-	28 (promedio)	Lewis, 1985
Lago Valencia, Venezuela	eutrófico	218 (promedio)	Lewis, 1985
Reservorio Río Grande, Brasil	eutrófico	17	Barbieri y Godinho, 1989
Lago Kinsley, EEUU	oligotrófico	45 (máx.)	Beaver y Crisman, 1990
Lago East Lake, EEUU	mesotrófico	86 (máx.)	Beaver y Crisman, 1990
Lago Scott, EEUU	eutrófico	356	Beaver y Crisman, 1990
Lago Houhu, China	mesotrófico	35.5 (promedio)	Song, 2000
Lago Naini Tal, India	eutrófico	55-116 (mín.-máx.)	Shukla y Gupta, 2001
Lago Victoria, África	mesotrófico	20.1 (promedio)	Yasindi y Taylor, 2003
Lago Monte Alegre, Brasil	eutrófico	389 (S) 97 (F)	Gomes y Godinho, 2003
Reservorio Irai, Brasil	eutrófico	7.2-47.1 (mín.- máx.)	Velho <i>et al.</i> , 2005
Lago Araras, Brasil	-	51.91 (máx.)	Bagatini <i>et al.</i> , 2013
Lago Dongshan, China	-	164.7 (máx.)	Zou <i>et al.</i> , 2013
Lago Catemaco, México	meso-eutrófico	26 (2-57)	Este trabajo

Nota: Se presentan los resultados disponibles en cada caso (mínimos, máximos y/o promedios).

S: Superficie, F: Fondo, -: no disponible.

Si se considera que la abundancia y la diversidad de los ciliados se relacionan con las concentraciones de clorofila y con la productividad de los lagos, se esperaría que el lago Catemaco albergara elevada abundancia de ciliados (Beaver y Crisman, 1982). Sin embargo, los resultados indican que la abundancia es intermedia entre las de otros cuerpos de agua comparables (Cuadro 5). Las elevadas concentraciones y el rango de variación de clorofila *a* de un orden de magnitud en Catemaco son frecuentes en lagos donde dominan cianobacterias filamentosas (Chapman y Schelske, 1997; Hwang y Heath, 1997; van Wichelen *et al.*, 2013). La asociación entre la abundancia de ciliados y la clorofila *a*, indicada por el ACP de marzo, significa que la abundancia de ciliados se correlaciona positivamente con la de clorofila, y que la importancia relativa de los ciliados dentro de las redes microbianas aumenta en un gradiente de clorofila desde lagos eutróficos a hipertróficos (Conty y Bécares 2013, Ong'Ondo *et al.* 2013).

La elevada turbidez de las aguas, las reducidas proporciones atómicas N:P, la elevada concentración de clorofila *a*, la dominancia de cianobacterias en el fitoplancton y la abundancia intermedia de ciliados permiten considerar al lago, en temporada de secas, como un cuerpo de agua mixto, con características de ambientes meso y eutróficos (Esquivel-Herrera *et al.*, 2009). Si únicamente se considerara la abundancia de ciliados, Catemaco podría ubicarse entre los lagos mesotróficos, según la caracterización de Beaver y Crisman (1982), y entre los lagos intermedios, de acuerdo con van Wichelen *et al.* (2013).

La distribución espacialmente homogénea de los ciliados, entre los distintos sitios de muestreo y entre las diferentes profundidades durante la estación seca, refleja el proceso de mezcla continua de las aguas que caracteriza al lago Catemaco (Torres- Orozco *et al.*, 1996; Komárková y Tavera, 2003). La variación del pH, en cambio, puede estar relacionada con procesos locales (como la actividad bacteriana) que ocurren a escalas menores, y los ciliados se encuentran en ambientes dulceacuícolas con amplias variaciones de pH (Foissner *et al.*, 1999).

Por otra parte, los ciliados encontrados en el plancton son de distintos niveles tróficos, lo que indica disponibilidad de recursos alimenticios, así como versatilidad de los organismos para aprovecharlos. *Rimostrombidium* y *Pelagostrombidium* son consumidores de bacterias, cianobacterias, diatomeas y flagelados autótrofos, mientras que *Pelagohalteria* puede tener simbiontes autótrofos e ingerirlos, y *Mesodinium* también. *Actinobolina*, *Belonophrya* y *Litonotus* se alimentan de otros ciliados y protistas (Foissner y Berger, 1996; Lynn, 2008).

Es importante mencionar que los ciliados son fuente de alimento para cladóceros, copépodos y rotíferos, además de peces poecílidos en sus etapas tempranas (Lair *et al.*, 1994; Jack y Gilbert, 1997). Esto reviste particular importancia en el lago Catemaco, donde dos de las principales especies objeto de pesquería son planctófagas en etapas de adulto: el topote *Dorosoma petenense* y la pepesca *Bramocharax caballeroi*, además de ser endémicas, al igual que los poecílidos (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995).

En conclusión, el estudio realizado indica que la composición de ciliados del plancton del lago Catemaco en temporada de secas es similar a la de otros lagos. Asimismo, la abundancia resulta intermedia respecto a la encontrada en ambientes comparables y su distribución espacial es, en general, relativamente homogénea. Además, los ciliados de Catemaco tienen un espectro trófico amplio, indicativo de la disponibilidad de alimento adecuado. Si se toma en cuenta la abundancia de ciliados, el lago se puede caracterizar como mesotrófico. En cambio, la turbidez del agua, la concentración de nutrimentos de fósforo, la proporción N:P y la concentración de clorofila permiten clasificarlo como eutrófico. Esa diferencia indicaría que los procesos de la red trófica microbiana en los que participan los ciliados juegan un papel importante en la modificación de los factores mencionados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aleya, L. *et al.*, 2009, "Abundance and biomass of prokaryotic and eukaryotic microorganisms coupled with environmental factors in an arid multi-pond solar saltern (Sfax, Tunisia)", en *J. Mar. Biol. Assoc.*, Reino Unido, 89: 243-253.
- APHA (American Public Health Association), 1992, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th ed., American Public Health Association, Washington D. C.
- Azam, F. *et al.*, 1983, "The ecological role of water-column microbes in the sea", en *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10: 257-263.
- Bagatini, I. *et al.*, 2013, "Protozooplankton and its relationship with environmental conditions in 13 water bodies of the Mogi-Guaçu basin-SP", en *Brazil. Biota Neotrop.*, 13(4): 152-163.
- Barbieri, M. y M. Godinho, 1989, "Ecological studies on the planktonic protozoa of a eutrophic reservoir (Rio Grande Reservoir-Brazil)", en *Hydrobiologia*, 183(1): 1-10.
- Bautista, F. y M. Macek, 2012, "Ciliate food vacuole content and bacterial community composition in the warm monomictic crater Lake Alchichica, México", en *FEMS Microbiol. Ecol.*, 79: 85-97.
- Beaver, J. y T. Crisman, 1982, "The trophic response of ciliated protozoans in freshwater lakes, *Limnol.*", en *Oceanogr.*, 27(2): 246-253.
- Beaver, R. *et al.*, 1988, "Distribution of planktonic ciliates in highly colored sub-tropical lakes: comparison with clearwater ciliate communities and the contributions of myxotrophic taxa to total autotrophic biomass", en *Freshwater Biol.*, 20(1): 51-60.
- Beaver, R. y T. Crisman, 1990, "Seasonality of planktonic ciliated protozoa in 20 subtropical Florida lakes of varying trophic state", en *Hydrobiologia*, 190: 127-135.
- Burian, A. *et al.*, 2013, "Microzooplankton feeding behaviour: grazing on the microbial and the classical food web of African soda lakes", en *Hydrobiologia*, 710: 61-72.

- Chapman, D. y L. Schelske, 1997, "Recent appearance of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in five hypereutrophic Florida lakes", en *J. Phycol.*, 33(2): 191-195.
- Conty, A. y E. Bécares, 2013, "Unimodal patterns of microbial communities with eutrophication in mediterranean shallow lakes", en *Hydrobiologia*, 700: 257-265.
- Edmonson, W., 2005, "Lake Washington", en O'Sullivan, E. y S. Reynolds (comps.), *The Lakes Handbook*, vol. 2, *Lake Restoration and Rehabilitation*, Blackwell Science, Oxford.
- Esquivel, A. et al., 2009, "Diagnóstico del estado trófico y de la calidad bacteriológica del agua, sedimento y caracol (*Pomacea patula catemacensis*) del Lago de Catemaco, Veracruz", en Ayala, L. et al. (comps.), *Contribuciones Metodológicas al Conocimiento de los Recursos Naturales*, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM-Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Sociedad Mexicana de Historia Natural, México.
- Foissner, W. y H. Berger, 1996, "A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology", en *Freshwater Biol.*, 35: 375-482.
- Foissner, W. et al., 1999, *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates*, Informationsberichte Heft 3/99, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Heft 3/99, Alemania.
- Gomes, A. y J. Godinho, 2003, "Structure of the protozooplankton community in a tropical shallow and eutrophic lake in Brazil", en *Acta Oecol.*, 24: 153-161.
- Hasle, R., 1978, "The inverted-microscope method", en Sournia, A. (comp.), *Phytoplankton manual*, UNESCO, París.
- Havens, E. et al., 2003, "N: P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution", en *Environ. Pollut.*, 122(3): 379-390.

- Hecky, E. y J. Kling, 1981, "The phytoplankton and protozooplankton of Lake Tanganyika: species composition, biomass, chlorophyll content and spatio-temporal distribution", en *Limnol. Oceanogr.*, 26: 548-564.
- Hwang, J. y T. Heath, 1997, "The distribution of protozoa across a trophic gradient, factors controlling their abundance and importance in the plankton food web", en *J. Plankton Res.*, 19(4): 491-518.
- Jack, D. y J. Gilbert, 1997, "Effects of metazoan predators on ciliates in freshwater plankton communities", en *J. Eukaryot. Microbiol.*, 44: 194-199.
- Jeffrey, W. y F. Humphrey, 1975, "New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton", en *Biochem. Physiol. Pflanz.*, 167: 191-194.
- Jerome, A. *et al.*, 1993, "The effect of the quantitative protargol stain and lugol's and bouin's fixatives on cell size: A more accurate estimate of ciliate species biomass", en *J. Eukaryot. Microbiol.*, 40: 254-259.
- Jurgens, K. y E. Jeppesen, 2000, "The impact of metazooplankton on the structure of the microbial food web in a shallow, hypertrophic lake", en *J. Plankton Res.*, 22: 1047-1070.
- Komárková, J. y R. Tavera, 2003, "Steady state of phytoplankton assemblage in the tropical lake Catemaco (México)", en *Hydrobiologia*, 502: 187-196.
- Lair, N. *et al.*, 1994, "The feeding of a larval fish, *Lebistes reticulatus*, on ciliates and rotifers", en *Mar. Microb. Food Webs*, 8: 337-345.
- Lara J. *et al.*, 2008, "Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales", en *Capital Natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*, Conabio, México.
- Leps, J. y P. Smilauer, 2003, *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Lewis, M. Jr., 1985, "Protozoan abundance in the plankton of two tropical lakes", en *Arch. Hydrobiol.*, 104(3): 337-343.

- Lynn, H., 2008, *The ciliated protozoa: characterization, classification, and guide to the literature*, 3a. ed., Springer, Nueva York.
- Macek, M. *et al.*, 2006, "Seasonal dynamics, composition and feeding patterns of ciliate assemblages in oligotrophic lakes covering a wide pH range", en *Arch. Hydrobiol.*, 166(2): 261-287.
- Macek, M. *et al.*, 2008, "Seasonal and spatial dynamics of a ciliate assemblage in a warm-monomictic lake Alchichica (Puebla, México)", en *Hidrobiológica*, 18(1 suplemento): 25-35.
- Mathes, J. y H. Arndt, 1994, "Biomass and composition of protozooplankton in relation to lake trophy in north German Lakes", en *Mar. Microb. Food Webs*, 8(1-2): 357-375.
- Montagnes, J. *et al.*, 2008, "Selective feeding behaviour of key free-living protists: avenues for continued study", en *Aquat. Microb. Ecol.*, 53: 83-98.
- Montagnes, J. *et al.*, 2010, "The protozooplankton-ichthyoplankton trophic link: an overlooked aspect of aquatic food webs", en *J. Eukaryot. Microbiol.*, 57: 223-228.
- Moustaka, M. *et al.*, 2006, "Plankton food web structure in a eutrophic polymictic lake with a history of toxic cyanobacterial blooms", en *Limnol. Oceanogr.*, 51(1): 715-727.
- Ong'ondo, O. *et al.*, 2013, "Ecology and community structure of ciliated protists in two alkaline-saline Rift Valley lakes in Kenya with special emphasis on *Frontonia*", en *J. Plankton Res.*, 35: 759-771.
- Pace, L. y D. Orcutt, 1981, "The relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in a freshwater zooplankton community", en *Limnol. Oceanogr.*, 26: 822-830.
- Pérez, A., 1984, *Investigaciones geológicas preliminares en el lago de Catemaco, Veracruz*, Tesis profesional, Facultad de Ingeniería-UNAM, México.
- Pérez, A. y R. Torres, 1992, "Geomorfología y batimetría del lago de Catemaco, Veracruz, México", en *An. Inst. Cs. Mar Limnol.*, UNAM, 19(1): 19-24.

- Peštova, D. *et al.*; 2008, "Ciliates and their phytoplankton-feeding activity in a high-altitude warm monomictic saline lake", en *Eur. J. Protistology*, 44: 13-25.
- Pfister, G. *et al.*, 2002, "Pelagic ciliates (Protozoa, Ciliophora) of different brackish and freshwater lakes - a community analysis at the species level", en *Limnologia*, 32(2): 147-168.
- Phlips, E. *et al.*, 1997, "Relationships between phytoplankton dynamics and the availability of light and nutrients in a shallow subtropical lake", en *J. Plankton Res.*, 19: 319-342.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2007, NOM-041-2004. Primera sección, en Sagarpa. gov.mx/archivosnormateca/SAGI5MARO7-3.pdf., consultado el 20/05/2013.
- Sánchez, M. *et al.*, 2011, "Planktonic ciliates in a hypertrophic pond: functional role and importance", en *J. Environ. Biol.*, 32: 497-503.
- Schindler, W. *et al.*, 2008, "Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment", en *Proc. Natl. Acad. Sci USA*, 105: 11254-11258.
- Shukla, U. y K. Gupta, 2001, "Assemblage of ciliated protozoan community in a polluted and non-polluted environment in a tropical lake of central Himalaya: Lake Naini Tal, India", en *J. Plankton Res.*, 23: 571-584.
- Sokal, R. y J. Rohlf, 1979, *Biometría*, 1ª ed. española, H. Blume Ediciones, Madrid.
- Song, B., 2000, "A comparative study on planktonic ciliates in two shallow mesotrophic lakes (China): species composition, distribution and quantitative importance", en *Hydrobiologia*, 427: 143-153.
- Strüder, M. *et al.*, 2002, *The user-friendly guide to coastal planktonic ciliates*, en <http://www.liv.ac.uk/ciliate/site/index.htm>., consultado el 05/06/2012.
- Taylor, D. y M. Heynen, 1987, "Seasonal and vertical distribution of Ciliophora in Lake Ontario", en *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 2185-2191.

- Torres, R. y A. Pérez, 1995, "El lago de Catemaco", en De la Lanza, G. y L. García (comps.), *Lagos y presas de México*, Centro de Ecología y Desarrollo, México.
- Torres, R. *et al.*, 1996, "Some limnological features of three lakes from Mexican neotropics", en *Hydrobiologia*, 341: 91-99.
- Torres, R. *et al.*, 1997, "Limnología", en Dirzo, R. *et al.* (comps.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM.
- Van Wichelen, J. *et al.*, 2013, "Planktonic ciliate community structure in shallow lakes of lowland Western Europe", en *Eur. J. Protistol.*, 49: 538-551.
- Velho, F. *et al.*, 2005, "Abundance, biomass and size structure of planktonic ciliates in reservoirs with distinct trophic states", en *Acta Limnol. Bras.*, 17(4): 361-371.
- Wetzel, G., 2001, *Limnology. Lake and River Ecosystems*, 3a ed., Academic Press, Nueva York.
- Wiackowski, K. *et al.*, 2001, "What factors control planktonic ciliates during summer in a highly eutrophic lake?", en *Hydrobiologia*, 443: 43-57.
- Yasindi, W. y D. Taylor, 2003, "Abundance, biomass and estimated production of planktonic ciliates in lakes Victoria and Malawi", en *Aquat. Ecosyst. Health*, 6: 289-297.
- Zingel, P. *et al.*, 2007, "Ciliates are the dominant grazers on pico- and nanoplankton in a shallow, naturally highly eutrophic lake", en *Microb. Ecol.*, 53: 134-142.
- Zingel, P. y T. Noges, 2008, "Protozoan grazing in shallow macrophyte and plankton lakes", en *Fund. Appl. Limnol.*, 171: 15-25.
- Zou, Q. *et al.*, 2013, "Seasonal pattern of planktonic ciliates in a subtropical shallow urban Lake", en *Biol. Sciences*, 5(5): 210-219.

Evaluación económica de la restricción alimenticia y cambios en la densidad en el crecimiento compensatorio de carpas koi (*Cyprinus carpio*) en sistemas de recirculación

David Martínez Espinosa,¹ Gabriel Ricardo Campos Montes¹
y Laura García Castañeda¹

Resumen. Se comparó la rentabilidad de 4 estrategias de cría relacionadas con crecimiento compensatorio en *Cyprinus carpio* con fines de ornato. Se utilizaron 960 organismos de 8 semanas de edad, distribuidos en 4 grupos que combinaron 2 densidades de siembra y 2 raciones de alimento: Densidad Baja (DB)-Alimento Óptimo (AO), DB-Alimento Restringido (AR), Densidad Alta (DA) - (AO) y DA-AR. Estas condiciones se mantuvieron durante 12 semanas, y en la semana 13 (T1) se ajustó la densidad y la alimentación a DB-AO, y se cosecharon en la semana 18 (T2). Se presentó crecimiento compensatorio parcial de T1 a T2, el peso en T2 de todas las estrategias fue inferior a DB-AO. La rentabilidad se estimó como la relación entre el ingreso (ingreso obtenido por los peces en T1 y T2) sobre los egresos (costo de peces sembrados, de alimento, infraestructura y gastos variables) de cada sistema. La estrategia con mayor rentabilidad fue DA-AO, lo anterior es explicado por la venta de peces en T1, y el mejor precio de mercado en T2, derivado del crecimiento compensatorio parcial.

Palabras claves: Carpa koi, Crecimiento compensatorio, Evaluación económica.

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco,
e-mail:maed4024@correo.xoc.uam.mx

Abstract. *The profitability of 4 strategies of breed related with compensatory growth was compared on *Cyprinus carpio* culture with ornamental purposes. A total of 960 fishes of 8 weeks of age were used and distributed in 4 groups that combined 2 growth density and 2 feed rations: low density (LD)-optimal feed ration (OF), LD-Restricted Feed Ration (RF), High Density (HD)- OF and HD-RF. These conditions were kept along 12 weeks, at the 13th week (T_1) density and feed rations were adjusted at LD-OF and the fishes were harvested on the 18th week (T_2). There was partial compensatory growth between the T_1 and T_2 , the weight at T_2 on all the strategies were lower than that of LD-OF. The profitability was estimated as the relation between the income (benefit obtained from the sales of the fishes on T_1 and T_2) and the outcome (costs of the fingerlings, food, infrastructure and variable expenses) of each system. The strategy with the highest profitability was HD-OF, because the sales of the fishes on T_1 and a better market price at T_2 , obtained from the partial compensatory growth.*

Key words: *Carpa koi, Compensatory growth, Economic evaluation.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de carpa Koi (*Cyprinus carpio*) con fines ornamentales es una actividad económicamente significativa para los piscicultores dedicados a esta rama de la producción, ya que mundialmente se comercializan alrededor de tres millones de peces al año, en tanto que en el estado de Morelos, México, la carpa koi ocupa el tercer lugar de producción en peces de ornato (Ramírez *et al.*, 2010).

En el cultivo de carpa koi, como en toda la acuicultura, la rentabilidad de una unidad de producción está determinada por los ingresos generados y por los egresos erogados para obtener el producto final. El ingreso económico de una granja piscícola está influenciado, en buena medida, por los organismos producidos en el estanque y el precio que éstos alcancen en el mercado (New, 1990; Sharma *et al.*, 1999; Iinuma *et al.*, 1999; Jiwam, 2011; Ruiz Velazco, 2011); por otro lado, la alimentación

de los organismos puede representar hasta 25% del costo total de producción (Bardach *et al.*, 1990; Chiang, 2004; De Lonno *et al.* 2006). Por tanto, la optimización del número y calidad de peces producidos y de su manejo permitiría mejorar la relación beneficio-costos en el cultivo de carpa koi.

Una estrategia para incrementar la rentabilidad de los estanques de cultivo de carpa koi es generar condiciones para aprovechar el crecimiento compensatorio como una alternativa para reducir los costos de alimento y tiempo para alcanzar la talla comercial. (Biswas *et al.*, 2006; Cho *et al.*, 2006). Este fenómeno se refiere al crecimiento excepcionalmente rápido que sigue a un periodo de crecimiento lento, como resultado de la disponibilidad restringida de alimentos, o alguna otra condición ambientalmente desfavorable (Nikki *et al.*, 2004).

La densidad poblacional en el estanque de engorda tiene relación con el rendimiento bio-económico de los mismos, dado que al utilizar bajas densidades de siembra se subutiliza el espacio productivo, sin embargo, con altas densidades de siembra suele haber un efecto negativo sobre el crecimiento y la supervivencia (Horvath *et al.*, 1992; Gomes *et al.* 2000; El-Sayed, 2002; Coulibaly *et al.*, 2007). Lo anterior está relacionado a factores como la calidad del agua, competencia por el alimento o estrés (Bagley *et al.*, 1994; Gall y Bakar, 1999; Barsellos *et al.*, 2004). Cuando se utilizan altas densidades de siembra, generalmente se realizan ajustes en la densidad poblacional, ya sea por transferencia a otros tanques o como resultado de cosechas parciales en los estanques de engorda, lo cual puede modificar las interacciones entre los peces en la competencia por el alimento (Yu y Leung, 2006).

En acuicultura, las restricciones alimenticias pueden ser el resultado tanto de una estrategia para ahorrar alimento, como de errores en la estimación de alimento o fallas en la alimentación. Cuando la alimentación se restablece en los rangos adecuados para el organismo éste presenta un crecimiento compensatorio relacionado a la hiperfagia o con una mejor utilización del alimento (Nikki *et al.*, 2004; Bavčević *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar económicamente el uso del crecimiento compensatorio relacionado a la restricción alimentaria y a los cambios en la densidad poblacional, como estrategia del cultivo de *Cyprinus carpio* en sistemas de recirculación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Sistemas Acuícolas del Departamento del Hombre y su Ambiente, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Se utilizaron 960 carpas comunes (*Cyprinus carpio*) provenientes de un criadero comercial del estado de Morelos, México. Los organismos se sembraron a las 8 semanas de edad en 4 sistemas de recirculación vertical de 3 acuarios de 70 litros cada uno y un sistema de filtración, consistente en una fase mecánica y un reservorio de 40 L con 100 biosferas inoculadas con Cycle® y una bomba sumergible con un flujo de agua de 530 L/h. Se utilizaron 2 de los acuarios en cada sistema.

Los organismos al inicio del estudio tuvieron un peso promedio de 1.31 g, una desviación estándar de 0.41 g, y fueron sembrados en dos densidades: Densidad alta con 2.21 organismos por litro (DA) y densidad baja con 1.21 organismos por litro (DB), y además recibieron dos tipos de ración alimenticia: ración óptima, 7% de la biomasa por acuario (AO), y la alimentación restringida, utilizando 3.5% de la biomasa por acuario (AR). Las combinaciones entre los tratamientos se distribuyeron de forma tal que todas quedaran representadas en cada nivel de los sistemas de recirculación, y cada tratamiento contó con dos acuarios (réplicas).

Se utilizó alimento comercial peletizado con proteína entre 45% y 52%, grasa de 14% a 16% y fibra de 1.2% a 2.5%. La alimentación se dividió en dos tomas al día, distribuidas con una diferencia de 4 a 6 horas. Semanalmente se ajustaba la cantidad de alimento a partir de la biomasa

promedio en cada tratamiento. A partir de la novena semana se ajustaron las dietas a 5% y 1.5% de la biomasa para AO y AR, respectivamente.

En la semana 12 (T1) se realizaron desdobles en los acuarios de DA, ajustándose a 1.01 organismos por litro, que fue la densidad promedio de los acuarios de DB. Los animales fueron descartados de manera alterna; es decir, el primer organismo pesado fue descartado, el segundo permaneció en el estudio, y así sucesivamente. Se obtuvieron los pesos individuales de los animales descartados y los de los que permanecieron en el estudio y se realizaron comparaciones de medias dentro de cada pecera, y entre réplicas de los tratamientos. La cantidad de alimento para todos los acuarios se estimó a partir de 5% de la biomasa de los acuarios de DB-AO. La cosecha se realizó en la semana 18 (T2), debido a que la relación del amonio (7.7 mg/L) con el pH (6.93) en los acuarios de filtración se acercó a niveles críticos (Vinatea, 2002).

Con la finalidad de detectar diferencias entre tratamientos al momento de la siembra, se realizó un análisis de varianza de un solo camino de clasificación, en tanto que para detectar diferencias entre los animales cosechados en T1 y aquellos que se mantuvieron dentro del experimento se realizó una comparación de dos medias (prueba de t). En ninguno de los dos casos se encontró diferencia significativa entre los grupos correspondientes ($P > 0.05$).

Para valorar el efecto de la densidad y la dieta sobre el crecimiento se consideró el modelo correspondiente a un diseño factorial 2×2 , utilizando el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde y_{ijkl} es la variable de respuesta (Peso corporal individual en T1 y T2), μ representa el peso promedio general por pez, α_i corresponde al efecto de la densidad i (Alta, Baja), β_j es el efecto de la dieta j (Óptima, Restringida), $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción de la densidad i y la dieta j y ε_{ijkl} es el efecto residual, iid $N(0, \text{Var } E)$.

La estimación de los costos por tratamiento se estimó como:

$$Egt = \text{Alimento} + \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

Donde Egt son los egresos totales en cada estrategia utilizada, el Alimento es el costo del pienso utilizado en la totalidad del periodo experimental, los Costos Fijos corresponden a los gastos por infraestructura, incluyendo los costos de peceras, tubería, muebles para las peceras y la bomba de aire, y los Costos variables incluyen el costo de los peces, medicamentos, sueldos y servicios, así como los costos erogados para el empaclado y comercialización de los peces (De Lonno *et al.*, 2006).

Para estimar el ingreso económico de cada estrategia (*It*), se utilizó el precio de mayoreo en granja a partir de la talla de los individuos. La talla de cada pez se proyectó con una regresión del largo estándar (talla) sobre el peso corporal individual a partir de una muestra de organismos que consideró el rango de pesos obtenidos en T1 y T2 (Cuadro 1). Para obtener el ingreso total de cada tratamiento se consideró el ingreso por los peces cosechados en el desdoble (T1), mas el ingreso obtenido por los peces cosechados al final del periodo del estudio (T2).

La Relación Beneficio-Costo (RBC) para cada tratamiento se calculó por medio de la relación entre los ingresos totales y los egresos totales (Munansinghe, 1992; Ruiz Velazco, 2011):

$$RBC = It/Egt$$

Cuadro 1. Rangos de peso corporal y largo estándar por precio (\$MX) de mayoreo en granja de carpa Koi (*Ciprinus carpio*), en el estado de Morelos, México.

Peso corporal (g)	Largo estándar(cm)	Precio por unidad (USD)
<2.7	<4.5	1.50 (0.12)
2.8 – 4.5	4.5- 5.4	2.00 (0.16)
4.6 – 6.3	5.5- 6.4	4.00 (0.31)
6.4 –8.0	6.5- 7.4	8.00 (0.63)
8.1 – 11.8	7.5- 9.4	10.00 (0.78)
11.9 – 15.5	9.5- 11.4	15.00 (1.18)
15.6 – 18.5	11.5- 13.4	20.00 (1.57)
18.5 – 20.7	13.5- 15.4	25.00 (1.96)

El largo estándar se obtuvo a partir de una ecuación de regresión construida con una muestra de individuos.

$$\text{Largo estándar (cm)} = 2.929 + 0.566 (\text{Peso corporal})$$

Cuadro 2. Estadística descriptiva para peso corporal en carpas comunes (*Cyprinus carpio*), en 4 tratamientos diferentes de densidad en estanque y tipo de dieta.

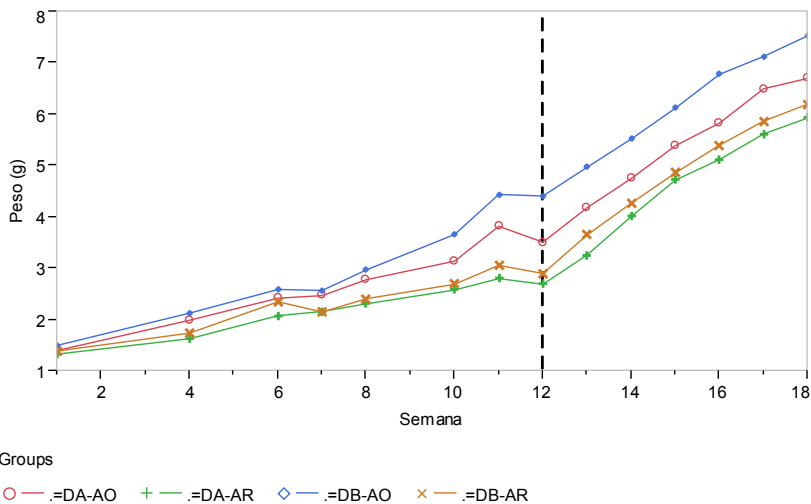
Densidad - Alimento	N	M.M.C	D. E.	Mínimo	Máximo
Peso a la siembra					
Alta – Restringido	310	1.35 ^A	0.36	0.09	2.48
Baja – Restringido	170	1.38 ^A	0.42	0.66	3.12
Alta – Óptimo	310	1.26 ^A	0.43	0.63	3.29
Baja – Óptima	170	1.32 ^A	0.42	0.71	2.80
Peso al desdoble					
Alta – Restringido	289	2.69 ^C	0.96	0.84	7.05
Baja – Restringido	165	2.90 ^C	0.98	1.02	5.99
Alta – Óptimo	294	3.51 ^B	1.39	1.11	9.06
Baja – Óptima	150	4.41 ^A	2.01	1.09	12.10
Peso a la cosecha					
Alta – Restringido	140	5.76 ^B	2.49	1.79	15.63
Baja – Restringido	133	6.34 ^B	2.33	1.78	15.85
Alta – Óptimo	145	6.71 ^{AB}	2.99	2.36	17.10
Baja – Óptima	142	7.54 ^A	3.52	2.09	20.70

M.M.C. = Media mínima cuadrática, literales distintas dentro de medición reflejan diferencias significativas ($P < 0.05$). DE = desviación estándar. Restringido = dieta de 3.5% de biomasa, Óptimo = dieta de 7% de biomasa, Alta= densidad de siembra de 2.21 organismo/l, Óptima = densidad de siembra de 1.21 organismo/l.

RESULTADOS

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de la ganancia en peso de los organismos en el tiempo; se puede observar que en la primera etapa, previa a la eliminación de restricciones, el crecimiento es diferenciado entre las estrategias y que, una vez restauradas las condiciones óptimas de cultivo, el crecimiento es paralelo, por lo que las diferencias de la primera etapa se mantienen constantes durante la segunda etapa del estudio.

Gráfica 1. Peso corporal promedio de los 4 grupos.



DA: Densidad Alta, DB: Densidad Baja, AO: Alimentación Óptima, AR: Alimentación Restringida. Línea punteada representa el momento del ajuste de condiciones.

Los resultados muestran que en el momento del desdoble (T1) la interacción entre la densidad y la alimentación fue significativa ($P=0.002$) en el peso de los organismos. El peso corporal fue mayor en DB-AO, seguido por DA-AO ($P<0.05$), y éstos, a su vez, fueron superiores a DA-AR y DB-AR, los cuales no presentaron diferencia entre ellos ($P>0.05$), en tanto que en la etapa del experimento posterior al desdoble (T2) la interacción entre ambos factores fue significativa ($P=0.0218$); los pesos corporales en DB-AO y DA-AO no presentaron diferencia ($P>0.05$) y DB-AO fue mayor que DB-AR y DA-AR ($P<0.05$). Los resultados se sintetizan en el cuadro 2.

En el cuadro 3 se muestran los resultados del análisis económico realizado a los datos obtenidos de las diferentes estrategias. Se puede observar que las estrategias con mayores costos de producción y con mayor ingreso son DA-AO y DA-AR, es decir, aquellas que tuvieron una alta densidad de siembra inicial. En lo que respecta a la rentabilidad obtenida para cada estrategia, el orden, de mayor a menor, basado en la relación beneficio-costo fue DA-AO, DB-AO, DA-AR y DA-AR.

Cuadro 3. Ingresos, egresos (\$MX) y relación beneficio-costo en 4 estrategias de manejos de densidad y alimentario en *Ciprinus carpio* en sistemas de recirculación.

Estrategia	Egresos				Ingresos			
	Alimento	Fijos	Variables	Total	Etapa 1	Etapa 2	Total	RBC
DA-AO	87.84	51.14	603	741.98	498.5	903.5	1402	1.89
DA-AR	50.08	51.14	603	704.22	401.0	746.0	1147	1.63
DB-AO	69.71	51.14	463	583.85	0	1070.0	1070	1.83
DB-AR	38.99	51.14	463	553.13	0	771.0	771	1.39

DA = Densidad Alta, 2.21 organismos por litro, DB = Densidad Baja, 1.21 organismo por litro, AO = Alimentación Óptima, 7% de biomasa, AR = Alimentación Restringida, 3.5% de biomasa. En la *Etapa 2* = Ajuste de las estrategias a las condiciones de DB y AO, RBC = Relación Beneficio-Costo.

DISCUSIÓN

Algunos autores señalan que las altas densidades y la restricción alimenticia son factores conocidos que pueden retrasar la tasa de crecimiento en peces (Sahoo *et al.*, 2010; Bavčević *et al.*, 2010), lo que coincide con los resultados de este trabajo, donde las estrategias con alguna restricción, principalmente alimenticia, presentaron menores pesos a la cosecha, en comparación con la estrategia que mantuvo a los peces cultivados en condiciones óptimas.

Es también conocido que una alta biomasa en un estanque afecta la calidad del agua e incrementa la competencia por espacio y alimento, lo que resulta en una reducción en el crecimiento de los organismos debido a factores de estrés (Palomino *et al.*, 2001; Arnold *et al.*, 2006; Araneda *et al.*, 2008; Cuvín-Aralar, 2009; Lupatsch *et al.*, 2010). Por otro lado, la restricción alimenticia tiene un efecto directo sobre el desarrollo de los peces, principalmente en juveniles, que en caso de abarcar largos periodos reduce la posibilidad de que se presente crecimiento compensatorio al momento de restituirse la alimentación adecuada (Ali *et al.*, 2003; Zhu *et al.* 2005; Delgado-Vital *et al.* 2009; Bavčević *et al.* 2010). Es decir, que las condiciones restrictivas hacen que exista un retraso en el crecimiento y es de esperarse que el cambio a condiciones favorables genere un crecimiento compensatorio (Rose *et al.*, 2001; Bavčević *et al.* 2010), que para nuestro caso fue parcial debido a que en ninguno de los tratamientos se rebasó el peso del tratamiento DB-AO (Ali *et al.*, 2003), aunque éstos recuperan la velocidad de crecimiento una vez restauradas las condiciones óptimas, lo cual puede explicarse como resultado del largo periodo de restricción al que fueron sometidos los peces (Bavčević *et al.* 2010).

En lo que respecta a los costos de producción, las estrategias con alta densidad (DA) fueron mayores que las de baja densidad (DB) debido a la combinación del costo inicial de los peces y el alimento utilizado. Por otro lado, el uso de restricciones alimentarias se reflejó en un menor uso del alimento, que es uno de los principales insumos en acuicultura

(Iinuma *et al.*, 1999, Chiang, 2004; De Lonno *et al.* 2006), sin embargo, este manejo tuvo efecto detrimental en el crecimiento, lo cual es concordante con lo mencionado por otros autores (Ali *et al.*, 2003; Bavčević *et al.* 2010).

Los ingresos generados por las estrategias con DA fueron mayores que los de DB, esto debido a que los peces vendidos en la etapa de pre-cosecha representaron más de 50% de los costos totales, a pesar de que fueron animales de bajo precio de mercado (\$2.8 y \$3.4 para DA-AR y DA-AO, respectivamente), lo que implicó una capitalización parcial durante el proceso de crecimiento. Por otro lado, los peces del sistema DB-AO obtuvieron un precio 70% (\$7.5) superior, con respecto a los de la estrategia DB-AR (\$5.8) debido a su mayor tamaño, explicado por la alimentación óptima, lo que se reflejó en un mayor ingreso total del sistema DB-AO.

Se puede observar que la estrategia de mayor rentabilidad es la de DA-AO, seguida por la estrategia de DB-AO, es decir, que las estrategias más rentables son aquellas en las que la alimentación se mantuvo en niveles de dosificación óptimos para satisfacer las necesidades biológicas de los organismos. Sin embargo, a pesar de que los peces producidos en la estrategia DA-AO no lograron desarrollar un crecimiento compensatorio total y alcanzar un mejor precio de mercado con respecto a DB-AO, la RBC de esta estrategia fue mejor que la estrategia DB-AO, explicado principalmente por la venta de peces en la primera etapa.

En resumen, la estrategia que generó los mayores egresos, ingresos y RBC fue DA-AO debido a las condiciones en cada una de las etapas del estudio. Durante la primera etapa se obtuvo la venta de animales en la pre-cosecha, además de un mejor crecimiento obtenido por la alimentación óptima, lo cual incrementó los egresos; durante la segunda etapa, los organismos iniciaron con un mejor peso y el crecimiento compensatorio parcial obtenido permitió vender animales a un mejor precio.

CONCLUSIÓN

El objetivo de la producción acuícola es obtener la máxima ganancia al mínimo costo (insumos) para maximizar los rendimientos. Los resultados de este estudio sugieren que la estrategia de cultivo más rentable sería aquella que maneje altas densidades con pre-cosecha, para aprovechar el crecimiento compensatorio parcial, y raciones alimenticias óptimas, ambos factores implican una mayor inversión, en peces y alimento, pero se obtienen un mayor número de peces a un mejor precio, además de que permite optimizar el uso de la infraestructura, al utilizar durante mayor tiempo la capacidad productiva del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali, M. *et al.*, 2003, "Compensatory growth in fishes: a response to growth depression", en *Fish and fisheries*, 4(2): 147-190.
- Araneda, M. *et al.*, 2008, "White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight", en *Aquaculture*, 283(1-4): 13-18.
- Arnold, J. *et al.*, 2006, "Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: An evaluation of stocking density and artificial substrates", en *Aquaculture*, 261(3): 890-896.
- Bagley, J. *et al.*, 1994, "A genetic evaluation of the influence of stocking density on the early growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)", en *Aquaculture*, 121(4): 313-326.
- Bavčević, L. *et al.*, 2010, "Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length", en *Aquaculture*, 301(1-4): 57-63.
- Barcellos, J. *et al.*, 2004, "Nursery rearing of jundia, *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement", en *Aquaculture*, 232: 383-394

- Biswas, G., 2006, "Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, an rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing", en *Aquaculture*, 254(1-4): 211-218.
- Chiang, F. et al., 2004, "Technical efficiency analysis of milkfish (*Chanoschanos*) production in Taiwan-an application of the stochastic frontier production function", en *Aquaculture*, 230(2004): 99-116.
- Cho, H. et al., 2006, "Effect of feeding ratio on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed extruded pellets during the summer season", en *Aquaculture*, 251(1): 78-84.
- Coulibaly, A. et al., 2007, "First results offloating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: effect of stocking density on survival and growth rates", en *Aquaculture*, 263: 61-67.
- Cuvin, M. et al., 2009, "Cage culture of the Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) at different stocking densities in a shallow eutrophic lake", en *Aquaculture Research*, 40(2): 181-187.
- Delgado, F. et al., 2009, "Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano", en *Avances en investigación agropecuaria*, 13(2): 55-70.
- El, A., 2002, "Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed conversion efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry", en *Aquaculture Research*, 33: 621-626
- Gall, G. y Y. Bakar, 1999, "Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia", en *Aquaculture*, 173(1-4): 197-205.
- Gomes, C. et al., 2000, "Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxa *Bryconcephalus* (Characidae), in ponds", en *Aquaculture*, 183: 73-81.
- Horvath, L. et al., 1992, *Carp and Pond fish culture*, John Wiley and Sons, Nueva York-Toronto.
- Iinuma, M. et al., 1999, "Technical Efficiency of carp pond culture in peninsula Malaysia: an application of stochastic production frontier and technical inefficiency model", en *Aquaculture*, 175: 199-213.

- Jiwaya, W., 2011, "The effect of stocking density on yield, growth, and survival of Asian river catfish (*Pangasiusbocourti* Sauvage, 1880) cultured in cages", en *Aquaculture International*, 19: 987-997.
- Lupatsch, I. et al., 2010, "Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchuslabrax*", en *Aquaculture*, 298(3-4): 245-250.
- Munansinghe, M., 1992, *Environmental Economics and Valuation in Development Decision Making*, World Bank, Washington D.C.
- New, B., 1990, "Freshwater prawn culture: a review", en *Aquaculture*, 88: 99-143.
- Nikki, J. et al., 2004, "Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchusmykiss* (Walbaum), held individually", en *Aquaculture*, 235(1-4): 285-296.
- Palomino, G. et al., 2001, "Density and water Exchange-dependent growth and survival of *Litopenaeus setiferus*postlarvae", en *Journal of the world aquaculture society*, 32(2): 167-176.
- Rose, A. et al., 2001, "Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis", en *Fish and fisheries*, 2(4): 293-327.
- Ruiz, J., 2011, *Modelo bioeconómico para el análisisde riesgo del cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)*, Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México.
- Sahoo, K. et al., 2010, "Stocking density-dependent growth and survival of Asian sun catfish, *Horabagrusrachysoma* (Gunther 1861) larvae", en *Journal of applied ichthyology*, 26(4): 609-611.
- Sharma, R. et al., 1999, "Economic efficiency and optimum stoking densities in fish polyculture: an application of data envelopment analysis (DEA) to Chinese fish farm", en *Aquaculture*, 180(3-4): 207-221.
- Yu, R. y P. Leung, 2006, "Optimal partial harvesting schedule for aquaculture operations", en *Marine resource economics*, 21(3): 301-315.
- Zhu, X. et al., 2005, "Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassiusauratusgibelio*, and Chinese longsnput catfish, *Leiocassislongirostris*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding", en *Aquaculture*, 241(1-4): 235-247.

La Seguridad Alimentaria y las Políticas Públicas. Una visión conceptual

Robert Williams Cárcamo Mallen¹ y Adolfo Álvarez Macías²

Resumen. *La inseguridad alimentaria en el mundo, especialmente en los países subdesarrollados, tiene amplios antecedentes históricos, que la han develado en la actualidad como uno de los principales retos de la sociedad moderna. En los últimos años esta situación se ha complicado por la inestabilidad de los mercados, el aumento de los riesgos sobre la producción por efectos del cambio climático y la persistencia de los niveles de pobreza, entre otros factores relevantes que han situado a esta problemática en las prioridades de la agenda pública.*

En este contexto, el presente documento examina la evolución del concepto de seguridad alimentaria y su vinculación con las políticas públicas. Se plantea que la seguridad alimentaria se ha distinguido como un concepto en evolución, que tienen un origen multicausal, en el cual intervienen factores estructurales y coyunturales que determinan diferentes dimensiones de la inseguridad alimentaria. Así al reconocer esta multicausalidad es posible que el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas puedan elevar su pertinencia y efectividad.

Palabras clave: *Seguridad alimentaria, Políticas públicas, Modos de vida, Vulnerabilidad*

¹ Candidato a Doctor por la Universidad Humboldt-Berlin, Alemania, e-mail: carcamort@gmail.com

² Personal Académico del Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: aalvarez@correo.xoc.uam.mx

Abstract. *Food insecurity in the world, especially in developing countries, has ample historical background, today is one of the main challenges of modern society. The problem of this phenomenon have recently added the market volatility, increasing risks on the production, effects of climate change and the persistence of poverty, among other factors, that put this problem in the priorities of the public agenda in the world.*

This paper examines the evolution of the concept of food security and its connection with the public policies. Thus, it is concluded that food security has distinguished itself as an evolving concept and multicausal, which involved structural and economic factors that determine food insecurity. Recognizing this multicausality is possible that the design, implementation and evaluation of public policies to increase its relevance and effectiveness.

Key words: *Food security, Police public, Livelihoods, Vulnerability.*

INTRODUCCIÓN

El concepto de Seguridad Alimentaria (SA) ha experimentado modificaciones que han intentado hacerlo más completo respecto al fenómeno que pretende caracterizar, sin embargo, se ha dificultado su comprensión y, a la par, la manera de transformar esa noción en acciones concretas de políticas públicas. Se puede presumir que en el desarrollo del concepto de seguridad alimentaria existe una red social global sin precedentes –encabezada por las agencias multinacionales–, cuyos esfuerzos, debates, reflexiones y planteamientos están permitiendo la renovación del paradigma teórico-conceptual sobre la seguridad alimentaria.

No obstante, el desarrollo de un nuevo marco para el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas para la seguridad alimentaria no parece estar progresando al mismo ritmo. Ello limita los esfuerzos que se desarrollan desde distintas latitudes y, por tanto, no acaban de responder con la efectividad necesaria a los crecientes problemas de inseguridad alimentaria.

Por ello, en este documento se describe, en primer lugar, la evolución del concepto de seguridad alimentaria y se destacan sus diferentes niveles de interpretación y comprensión. Se enfatiza en cómo esta evolución conceptual ha repercutido en el análisis, diferenciándose por escala (global, nacional, regional, familiar e individual), e incorporar en el esquema familiar e individual la noción de medios de vida, como una vía para delimitar grupos sociales vulnerables a la inseguridad alimentaria. En segundo, se revisan indicadores, objetivos y subjetivos, para analizar y medir la seguridad o inseguridad alimentaria de los individuos, familia o grupo poblacional.

Posteriormente, se retoman los aspectos conceptuales de la SA para vincularlos con las políticas públicas, analizándose los aspectos que componen la SA (disponibilidad, acceso, etc.) y las intervenciones y estrategias que se pueden realizar mediante la intervención de las políticas públicas. Finalmente, se exponen las principales conclusiones.

LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

Desde la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948, el derecho a la alimentación cobró un interés especial a escala internacional. En el artículo 25 de ésta se menciona que: “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios;...”, (ONU, 1948). Sin embargo, las declaraciones y los compromisos surgidos en el periodo de 1948 a 1973, aunque se refirieron a la necesidad y al derecho de la alimentación adecuada, no se adoptó explícitamente el término de seguridad alimentaria.

Anderson y Cook (1999) señalan que el concepto de SA apareció primero en los estudios internacionales sobre el desarrollo en los decenios de 1960 y 1970, y fue concebido como la capacidad para satisfacer

las necesidades de alimentos de forma consistente. No obstante, con frecuencia se reconoce que el concepto cobró relevancia ante la escasez alimentaria y el hambre que asoló a amplias franjas sociales de África, Asia y América Latina a consecuencia del aumento de los precios de los alimentos básicos en el periodo de 1972-1974.

Además, durante la década de 1970 los altos precios del petróleo y los fertilizantes, así como la reducción de los *stocks* mundiales de granos básicos, centraron el concepto de SA en la disponibilidad de los alimentos a nivel mundial, regional y nacional (Salcedo, 2005: 14). A partir de 1973, la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) definió la SA desde el punto de vista del suministro de alimentos: asegurar la disponibilidad y la estabilidad nacional e internacional de los precios de los alimentos básicos. “[...] que haya en todo tiempo existencias mundiales suficientes de alimentos básicos [...] para mantener una expansión constante del consumo [...] y contrarrestar las fluctuaciones de la producción y los precios.”

La SA se orientó a valorar la capacidad de un país para generar alimentos suficientes para su población (Allen, 1999). Este posicionamiento sostenía que un crecimiento generalizado conduciría al desarrollo para todos, ya que la disponibilidad de productos agrícolas a nivel nacional permitiría enfrentar el problema del hambre. A pesar de ello, países con suficientes alimentos, a nivel agregado, registraron a grandes segmentos de población con consumos debajo de lo adecuado o incluso poblaciones con hambre. Al respecto, Pérez de Armiño señala que en definitiva, garantizar la SA Global o Nacional, tal como se había formulado en sus orígenes, no equivalía a erradicar el hambre, ya que el hecho de que un país aumente su abastecimiento no significa que la población pobre pueda acceder a ellos (Pérez de Armiño, 1995: 157; 2002: 70).

Fue en los años de 1980, a partir de los escritos de Amartya Sen,³ que se identificaron las interrelaciones entre hambre y pobreza, el acceso a activos productivos y el empleo y se introdujo un nuevo componente a la SA: el acceso a los alimentos.⁴ Así, la SA evolucionó para destacar este acceso⁵ más que la disponibilidad de alimentos. Es decir, a través de los argumentos antes expuestos se tomó conciencia de que la existencia de alimentos, a nivel agregado, no suponía que en todos los hogares se tuviera acceso efectivo a los mismos.

Posteriormente, el Informe del Banco Mundial sobre pobreza y hambre (Banco Mundial, 1986) incorporó la dinámica temporal a la inseguridad alimentaria, distinguiéndose entre inseguridad alimentaria crónica, asociada a problemas de pobreza continua o estructural y bajos ingresos, e inseguridad alimentaria transitoria, que supone periodos de presión intensificados debido a desastres naturales, crisis económica, conflictos u otros eventos asociados.

³ La teoría de las titularidades de Amartya Sen con respecto a la seguridad alimentaria no sólo dependía de la producción, sino también del acceso, para ello, estudió hambrunas sucedidas en el siglo xx en diferentes tiempos y culturas: la de Bengala de 1943; la de Etiopía de 1973-1975; la del Sahel de principio de la década de 1970, y la de Bangladesh de 1974. Concluyó que en todos los casos potencialmente los alimentos estaban disponibles, sin embargo, no eran accesibles a una parte de la población.

⁴ Es importante destacar que las aportaciones de Sen, además de atender los problemas de producción y disponibilidad de alimentos, estuvieron centradas en la accesibilidad a los alimentos a nivel familiar, los cuales se detallan en la sección de los enfoques de la seguridad alimentaria.

⁵ En la actualidad el hambre y la desnutrición no son necesariamente el resultado de la escasez o la falta de alimentos: el hambre es una cuestión de acceso a los alimentos, a un ingreso adecuado o a recursos productivos que le permitan a los pobres producir o comprar los suficientes. La distribución desigual de alimentos, tierra y otros recursos productivos puede considerarse como la principal causa del hambre y desnutrición (Windfuhr y Jonsén, 2005: 5).

Más tarde, en la Cumbre Mundial de Alimentación de 1996, se asume una visión más integral de la SA, al definirse de la siguiente manera: “Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (Cumbre Mundial de Alimentación FAO, 1996). Esta definición puso de relieve las siguientes dimensiones:

- a) Disponibilidad de alimentos. La existencia de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, suministrados a través de la producción de cada país o mediante importaciones (comprendida la ayuda alimentaria).
- b) Acceso a los alimentos. Acceso de las personas a los recursos adecuados (recursos a los que se tiene derecho) para adquirir alimentos apropiados y de calidad para una alimentación nutritiva. Los derechos se definen como el conjunto de todos los grupos de productos sobre los cuales una persona puede tener dominio en virtud de acuerdos jurídicos, políticos, económicos y sociales de la comunidad en que vive (comprendidos los derechos tradicionales, como el acceso a los recursos colectivos).
- c) Utilización. Utilización biológica de los alimentos a través de un consumo adecuado, asociado al beneficio de servicios de agua potable, sanidad y atención médica, para alcanzar un estado de bienestar nutricional en el que se satisfagan las necesidades fisiológicas.
- d) Estabilidad. Para tener SA, una población, un hogar o una persona deben tener acceso a alimentos adecuados en todo momento. No deben correr el riesgo de quedarse sin acceso a los alimentos a consecuencia de crisis repentinas (por ejemplo, económica o climática) ni de acontecimientos cíclicos (como la inseguridad alimentaria estacional).

En este rápido recuento se percibe que la evolución en la concepción de la SA se refleja en definiciones que se han gestado durante las últimas décadas. Por ejemplo, Franckenberger y Maxwell (1992) señalan que existen entre 180 y 200 definiciones de SA. También, Maxwell (1996) indica que podría ser inaceptable la diversidad de un solo término y, por lo tanto, puede interpretarse de utilidad limitada por sus diversos contenidos. No obstante, el mismo autor agrega que lejos de ser un concepto limitado, los usos múltiples del concepto de SA derivan de su propia naturaleza amplia, que supone diferentes escenarios, provocando que paulatinamente se avance hacia una visión más completa y holística. Así, su conceptualización ha tomado mayor rigor y va permitiendo captar la diversidad de los factores que inciden en un estado de seguridad o inseguridad alimentaria.

Mientras tanto, instancias como el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP, 1999) y Bonnard *et al* (2002), entre otros, incorporaron al concepto de la SA la inocuidad de alimentos o calidad de éstos en cuanto a que estén libres de contaminantes que pueden ser dañinos para la salud. Finalmente, es destacable que la mayoría de las definiciones de SA incluyen, como otro objetivo relevante, el lograr una vida saludable y activa, que tiene como fin coadyuvar al desarrollo integral de las personas y sociedades.

Desde la sociedad civil organizada también se ha detectado la necesidad de disponer de una definición fundamentada de la SA. En el foro de ONG para la SA, realizado en Roma durante la Cumbre Mundial sobre la Alimentación en 2002, se argumentó que ésta sólo es posible mientras las naciones y los pueblos ejerzan su derecho a la soberanía alimentaria, lo cual implica que la sociedad participe en la definición de políticas y estrategias de producción, distribución y consumo para que el acceso de toda persona a una alimentación adecuada esté garantizado (Nutriacción, 2003).

Algunos otros autores han enfatizado en la necesidad de estudiar la SA en el ámbito de la unidad doméstica, con el fin de conocer las relaciones de inequidad en la distribución de los recursos y alimentos entre hombres, mujeres y niños (Vázquez *et al.*, 2004: 16). Por su parte, los ambientalistas también han contribuido a modelar el concepto en cuestión, pues consideran que la SA a largo plazo, en cualquiera de los enfoques global, nacional, regional, familiar e individual, depende de la conservación de los recursos naturales, y ponen énfasis en el deterioro del agua, del aire y del suelo, así como la extinción de numerosas especies vegetales y animales que han llegado a condicionar aspectos tan relevantes como la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos.

La evolución del concepto de SA ha supuesto cambios de paradigma, mismos que trajeron tanto a la teoría, como a la política, un progresivo entendimiento sobre la inseguridad alimentaria. Estos cambios, según Maxwell (1996), se sintetizan en tres momentos importantes y superpuestos, y que implicaron transitar: a) de un nivel global, nacional y regional al de la seguridad alimentaria familiar e individual, b) de una primera perspectiva centrada en el alimento, hacia una perspectiva sobre la seguridad de los modos de vida y, c) de indicadores objetivos a otros de percepción. A continuación se examinan estos tres cambios.

De la disponibilidad global, nacional y regional al acceso familiar e individual

Después de la crisis alimentaria de la década de 1970 quedó en evidencia para muchos Estados la necesidad de reforzar su SA; por ello, se estimuló la producción interna, hecho que incidió en las estructuras del comercio mundial de alimentos; uno de los casos más nota-

bles fue el de la Unión Europea, que durante ese periodo pasó de ser importador neto de cereales a exportador de productos alimentarios (Shu, 1986: 129).⁶

La Seguridad Alimentaria Global contempla factores de comercio internacional (exportación e importación de productos, oferta y demandas regionales, niveles de precios internacionales), además de otros factores asociados como disponibilidad de divisas y capacidad de financiamiento, tipo de logística e infraestructura para movilizar las mercancías, adicional a los niveles de producción primaria y agroindustrial (Hernández, 1995: 113). La SA global se centra en la disponibilidad de alimentos y contempla, muy parcialmente, las disparidades patentes entre regiones y entre países, así como al interior de los mismos. Mientras que la Seguridad Alimentaria Nacional (SAN)⁷ y Regional (SAR) son concebidas en función de la disponibilidad segura de suministros alimentarios, suficientes para satisfacer las necesidades de consumo *per cápita* en todo momento, incluso en los años de escasa producción nacional o de condiciones adversas en el mercado internacional. Es

⁶ Desde principios de la década de 1970, por ejemplo, la producción mundial de los alimentos se ha mantenido y, en ocasiones, excedido al ritmo del crecimiento poblacional (FAO, 1996). Aunque evidentemente algunas regiones y países presentan crecimientos desiguales y aún decrementos (Europa Oriental y África). En la actualidad, el hambre y la desnutrición no son el resultado de la escasez o falta de alimentos, sino del acceso a los alimentos, a un ingreso adecuado, o recursos productivos que le permitan a los pobres producir o comprar suficientes alimentos (Windfuhr y Jonsén, 2005: 5).

⁷ Aunque la SAN no necesariamente pone a toda la población en SA, es importante señalar que el estudio realizado por Smith y Haddad (2001), en donde analizaron los datos de 63 países en vías de desarrollo para el periodo de 1970 a 1996, concluye que existe un fuerte impacto positivo de la disponibilidad alimentaria nacional sobre la nutrición infantil.

decir, la SAN y SAR⁸ involucran un adecuado abasto de los alimentos a través de la producción interna e importación de alimentos, es decir, se refieren tanto a la capacidad productiva interna⁹ como a la económica para adquirir en el exterior los productos que complementan la oferta necesaria para cubrir las necesidades de la población (Hernández, 1995: 137).

En contraste, la SA familiar e individual están determinadas principalmente por el acceso a los alimentos, lo cual depende de sus ingresos tanto para poder comprarlos, como para producirlos. Evidentemente, tal acceso familiar está relacionado con la disponibilidad nacional de los suministros en dos planos: el primero, referido a la capacidad productiva de la familia; y el segundo, condicionado por los precios de los alimentos y su capacidad adquisitiva. Pero también por mecanismos sociales informales de carácter local (por ejemplo, la estructura de distribución de alimentos) que prevengan a las familias de los impactos periódicos, de políticas públicas compensatorias, así como la estabilidad política y económica de los gobiernos (Frankenberger y Goldstein, 1992: 85).

Los Modos de Vida (*livelihoods*)

Para completar las nociones antes expuestas, se fueron incorporando elementos clave de la teoría de los modos de vida, retomada de los trabajos

⁸ La mitad de las personas que padecen hambre en el mundo son productores a pequeña escala que viven de un área limitada de tierra, sin un acceso adecuado a recursos productivos. Dos tercios de ellos habitan en tierras marginales en condiciones ambientales difíciles, tales como laderas o áreas amenazadas por sequías u otros desastres naturales, incluyendo inundaciones, deslizamiento de lodo, etc. (Windfuhr y Jonsén, 2005: 5).

⁹ La seguridad en materia de alimentos es diferente de la autosuficiencia. El grado de autosuficiencia es la proporción del consumo interno total de un producto o grupo de productos en relación con la producción y el uso de las existencias internas en un periodo específico (Kellogg, 1991: 235).

de Robert Chambers, efectuada a mediados en la década de 1980, y que siguió desarrollándose, junto con Conway y otros, a comienzos de la década de 1990. A través de este concepto se intentó valorar la estabilidad de los alimentos e, incluso, de los ingresos, lo que podría impactar, tanto en la disponibilidad alimentaria, como en el acceso a los alimentos. Así, con el concepto de *livelihood*, que con frecuencia se traduce como “modo de vida”,¹⁰ se intenta comprender la amplitud del significado (Pérez de Armiño, 1995: 63), y se contempla un conjunto de elementos que no están ligados únicamente por las actividades productivas, sino también por las estrategias que las personas pobres despliegan para la sobrevivencia; por ello, a través de esta noción se logra identificar la vulnerabilidad¹¹ de las familias al buscar los modos para satisfacer sus necesidades. De acuerdo con Chambers y Conway (1992):

Un modo de vida comprende las posibilidades, activos (que incluye recursos, tanto materiales, como intangibles) y actividades necesarias para ganarse la vida. Un modo de vida es sostenible cuando puede soportar tensiones y choques y, a la vez, recuperarse de los mismos, y, a la vez, mantener y mejorar sus posibilidades y activos, tanto en el presente como de cara al futuro, sin dañar la base de recursos naturales existentes.

¹⁰ Pérez de Armiño indica que la traducción más apropiada, por su amplitud, debe de ser medio de sustento, sin embargo, para fines del presente trabajo se abordará como modos de vida, ya que el término se ha vuelto común entre los especialistas e investigadores académicos.

¹¹ Desde el punto de vista de la SA, la vulnerabilidad puede ser interpretada como la probabilidad de una disminución aguda en el acceso a los alimentos, que conduce a niveles de consumo por debajo de los valores críticos (1,900 cal), y la probabilidad de que ocurra una situación de hambruna. Asimismo, se entenderá también por vulnerabilidad a las características de una persona, o grupo, desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien quedan en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad (Blaikie *et al.*, 1996: 14).

En el mismo sentido, los modos de vida son definidos como el acceso adecuado y sostenido de los ingresos y recursos para satisfacer las necesidades básicas, incluyendo el acceso a los alimentos, al agua potable, servicios de salud, educación y vivienda, entre los más relevantes (Frakenberger y McCaston, 1998; Devereux y Maxwell 2001; Pérez de Armiño, 1995). Estos mismos autores señalan que los modos de vida son seguros cuando los hogares tienen el dominio o acceso a los recursos, incluyendo reservas y activos, así como los ingresos obtenidos por sus actividades, con los cuales se puede contrarrestar el riesgo,¹² y del mismo modo aliviar situaciones de crisis o de contingencias.

De indicadores objetivos a indicadores subjetivos

Tras el surgimiento del concepto de SA, las formas de medición de los resultados, de políticas y programas se realizaron a través de indicadores objetivos, ninguno de los cuales servía de juicio para establecer el éxito o fracaso de las políticas implementadas. Sin embargo, en la década de 1990 las nuevas formulaciones teóricas pusieron de manifiesto que la SA, particularmente la *familiar*, debiera ser analizada con criterios de flexibilidad, adaptabilidad, sostenibilidad y diversificación, al mismo tiempo que las percepciones subjetivas de las personas

¹² El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. Entre los riesgos de la seguridad alimentaria (FUSDA, 2008: 5), se encuentran:

I. Naturales, como pueden ser las plagas, sequías, incendios, huracanes, entre otros.

I.I. De mercado, tales como el deterioro de los precios, desempleo, aumento de las tasas de interés, etcétera.

I.I.I. Públicos y Estatales, reducción en el gasto público social, principalmente en el tema de salud.

Otros, como procesos fuertes de migración.

y la distribución intrafamiliar de los recursos pasaron a considerarse como elementos claves (Maxwell y Frankenberguer, 1992).

Atendiendo la dimensión cualitativa y subjetiva, Maxwell y Frankenberguer (1992) señalan que las políticas de SAF deberían orientarse a incrementar la capacidad de las personas vulnerables a mejores niveles de SA, desarrollando acciones con su participación, en lugar de imponerles programas estandarizados y centralizados (Maxwell y Frankenberguer, 1992). A continuación se abordan algunos de los principales estudios utilizados para evaluar el estado de la nutrición y alimentación de los individuos, familiar y poblacional.

Indicadores objetivos (cuantitativos)

Aunque hay una gran variedad de indicadores que pueden evaluar directa o indirectamente el estado nutricional de los individuos o poblaciones, se mencionan los que han sido utilizados con mayor frecuencia, como es el caso de los estudios antropométricos y dietéticos, así como los que incluyen factores económicos y sociales y los que tienen que ver con las percepciones y la participación de las personas que viven en condiciones de inseguridad alimentaria.

- Estudios antropométricos. Consisten en la obtención de medidas corporales; son realizados a través de la antropometría, técnica para medir las dimensiones físicas y grosor de pliegues cutáneos del cuerpo, por ejemplo, el peso, la estatura y la circunferencia de la cabeza, entre otros (OMS, 1995). La información que se genera bajo este enfoque puede proporcionar referentes del estrés nutricional de los individuos, familias y poblaciones, e identificar, al mismo tiempo, si los problemas nutricionales de la población estudiada corresponden a una desnutrición de corta o larga duración.

- Estudios dietéticos.¹³ Éstos se encuentran focalizados sobre la medición del consumo de los alimentos, por ejemplo: a) Método de pesos y medidas: valora la cantidad de alimentos de la familia, ya sea a través de la producción o compra en un determinado periodo de tiempo, con ello, se estiman los alimentos al inicio y al final del estudio; b) recordatorio de 24 horas: el cual consiste en identificar los alimentos que la familia consumió en las últimas 24 horas; con esta información se cuantifican la cantidad de alimentos, el consumo de energía y/o de otros nutrientes.
- Estudios económicos y sociales. Este tipo de estudios incluyen indicadores relacionados con el ingreso, el empleo, la producción, las características de la vivienda, la disponibilidad de tierra, de infraestructura y servicios (agua, luz, drenaje, salud o educación).

Indicadores subjetivos (cualitativos)

Los indicadores subjetivos para evaluar la SA toman en cuenta la expresión de las percepciones de las personas que viven en inseguridad alimentaria. Están relacionados con aspectos como los hábitos alimentarios locales, la aceptabilidad cultural y la dignidad humana, la autonomía, la calidad de las titularidades de acceso a los alimentos y la autosuficiencia, entre otras. Estos indicadores han tenido especial atención debido a que durante mucho tiempo se ha hecho el diagnóstico de las condiciones de pobreza a través del análisis objetivo. En resumen, la SA puede definirse como un proceso multisectorial y multidimensional en constante evolución; lo cual resulta difícil de operacionalizar y de medir de manera general, por lo que necesariamente tiene que hacerse en función de objetivos concretos (Salcedo, 2005: 23).

¹³ El problema de los dos métodos consiste en que sólo dan cuenta del consumo y ninguno provee un diagnóstico de la vulnerabilidad o sostenibilidad, únicamente proporcionan elementos de disponibilidad (Maxwell, 1996).

LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Establecer una definición de políticas públicas implica una referencia al Estado en acción (Muller, 2002 y Jobert, 1996). Hablar de las maneras o modos como opera el Estado, entendido como conjunto institucional, implica un tratamiento de las situaciones sociales o políticamente problematizadas. En ese marco, se identifican diferentes definiciones sobre lo que es una política pública; al respecto Kraft y Furlong (2004) señalan que una política pública es un curso de acción (o inacción) que el Estado toma en respuesta a problemas sociales. Además, estos autores indican que éstas reflejan no solo los valores más importantes en la sociedad, sino que también muestran el conflicto entre los valores, y cuáles de ellos reciben las mayores prioridades en una determinada decisión.

Por su parte, Velázquez (2009) señala que la política pública es un proceso integrado de decisiones, acciones, inacciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por las autoridades públicas y con la participación eventual de los particulares, encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problemática. La política pública hace parte y está influenciada por un ambiente determinado del cual se nutre y al cual se pretende modificar o mantener.

Por otro lado, de acuerdo a Birkland (2005) no hay consenso entre los expertos respecto a una definición, por lo que más importante que definirla es identificar los atributos que constituyen la noción de política pública. Estos son:

- I. La política pública está hecha en el nombre del público;
- II. Es generalmente diseñada e iniciada por el gobierno;
- III. Puede ser implementada por actores públicos y/o privados;
- IV. Es lo que el gobierno intenta hacer o;
- V. Es lo que el gobierno elige no hacer.

En este sentido, se apunta que los programas y proyectos públicos son la materialización de las ideas y proyectos respecto a las formas de conseguir los objetivos perseguidos en un lapso de tiempo, en un espacio dado (Santoyo y Suvedi, 2000). Por tanto, el análisis de política pública permite identificar las condiciones sociales, económicas, políticas y culturales, o de la naturaleza, que se relacionan con los problemas de SA. Asimismo, ayuda a comprender cómo, por qué y bajo qué condiciones surgen las respuestas del sistema político frente a las demandas por intervenciones planteadas por los ciudadanos y otros actores frente a situaciones que los afectan; es decir, cómo son procesadas esas demandas, y si se da un vínculo entre tipos de problemas, tipos de demandas y tipos de soluciones (políticas públicas¹⁴). Por consiguiente, un punto de atención de este análisis se centra en el vínculo entre el concepto de seguridad alimentaria¹⁵ y la conceptualización de las políticas públicas, como se describe a continuación.

La relevancia de las políticas en seguridad alimentaria

La SA parece haberse constituido en un tema permanente y prioritario en el presente siglo. El tema responde a la sucesión y, a la vez, concurrencia de fenómenos intensos y persistentes de desigualdad, pobreza

¹⁴ Las políticas sociales son parte de un sistema de política de Estado, debiendo ser, por lo tanto, sometidas a las limitantes de las siguientes condiciones: el alcance y representaciones sociales, y de las condiciones de financiamiento. Del conjunto de funciones y políticas hay, por cierto, jerarquías, algunas intrínsecas al orden capitalista y, en parte, también como resultado de las condiciones históricas, específicas de cada formación social.

¹⁵ La evolución de los conceptos de SA en los últimos 30 años refleja en gran medida los cambios del pensamiento normativo oficial (Clay, 2002; Heidhues *et al.*, 2004). Devereux y Maxwell (2001) añaden que durante los años en que se desarrollaron las políticas encaminadas a conseguir la SA nacional se generaron inequidades entre diferentes grupos sociales, condición que afectó el acceso a los alimentos y derivó en la disminución de la SA a escala familiar e individual.

y hambre, agudizados en muchos países, en el marco de la regulación de mercado aplicada desde la década de 1990. Al incorporar la SA como parte medular de la política social, los gobiernos reconocieron que las políticas universales y sectoriales (salud, educación y seguridad social) no son suficientes para promover, prevenir o revertir las situaciones de inseguridad alimentaria, tanto en el ámbito rural como en el urbano. Esto es particularmente cierto en América Latina.

Con base en lo anterior, las políticas de SA tienden a encuadrarse dentro de las políticas sociales focalizadas. Con frecuencia se alinean con políticas universales de salud, educación y seguridad social, así como con las políticas macroeconómicas, conformando el espacio de la protección social. Por ejemplo, Schejtman (1994) planteó la estrecha relación entre las políticas macroeconómicas y la seguridad alimentaria:

...la política fiscal, la política monetaria y crediticia, la política salarial y la política de comercio exterior y, en particular, los principales “precios macroeconómicos” (tasas de interés, tasa de salarios y tipo de cambio) inciden de modo tan significativo en los precios relativos de los alimentos, en los términos de intercambio rural urbano y en el poder de compra de los consumidores, que buena parte de la política alimentaria debe dedicarse a corregir (y no siempre con éxito) los efectos indeseados de las políticas indicadas.

Por estas relaciones, en mayor o menor medida, con las políticas universales de salud, educación y seguridad social, así como macroeconómicas, el planteamiento de las políticas públicas en SA se hace desde los cuatro componentes principales (disponibilidad, acceso, uso y estabilidad), los cuales a su vez son áreas potenciales de intervención en términos de programas y proyectos (Salcedo, 2005: 6).

Schejtman y Ehiriboga (2009) indican que el examen sobre la SA en materia de políticas públicas debe abordarse en dos niveles: a) el que se relaciona con la oferta agregada de alimentos y, b) el inherente a los problemas de acceso alimentario por las familias, principalmente las de bajos ingresos. En el primer nivel debe observarse en qué medida han

sido alcanzadas las condiciones de una oferta alimentaria coherente con el logro de la SA. Para ello, hace una distinción entre los problemas coyunturales y los problemas estructurales,¹⁶ que limitan, en primera instancia, el obtener la SA:

- Los problemas coyunturales de disponibilidad. Incumben la presencia de brechas cíclicas entre los niveles de producción y/o oferta y los de demanda agregada. Pueden surgir como consecuencia de los crecientes efectos del cambio climático, de plagas, de fluctuaciones en los precios de los alimentos, de impedimentos a las importaciones y huelgas, entre otras eventualidades. Su atención supone mejoras en los sistemas de información y alerta temprana; en la infraestructura y política de acopio; en la previsión de pérdidas por plagas; en las actividades de poscosecha; en la gestión de las importaciones; y en las políticas de estabilización de precios, entre otras.
- Problemas coyunturales de acceso. Se refieren a las dificultades ocasionales que enfrentan algunas familias para satisfacer los requerimientos nutricionales básicos y que pueden incidir a nivel familiar. Algunos ejemplos pueden ser las malas cosechas; las fluctuaciones estacionales de los precios; los rezagos en los salarios respecto

¹⁶ Los problemas coyunturales de disponibilidad derivan de las fluctuaciones estacionales en la producción y/o en la oferta de los precios internacionales. Los problemas estructurales de la disponibilidad se refieren a la presencia de un déficit persistente y/o creciente de la producción interna respecto a la demanda. Los problemas coyunturales de acceso se refieren a los que enfrentan las personas o familiares por razones fortuitas; los problemas estructurales de acceso son los que afectan de modo persistente y sistemático a determinados sectores sociales (Coneval, 2010).

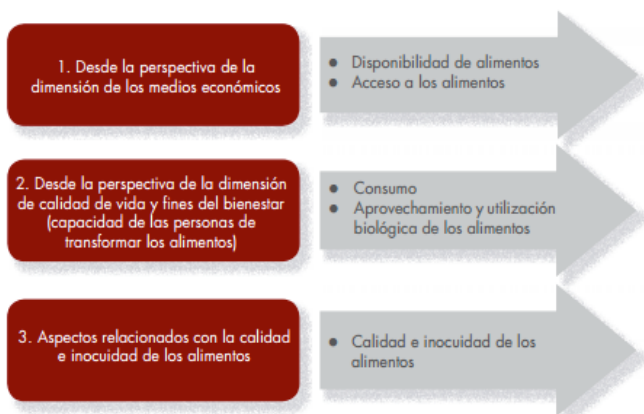
- a la inflación; las migraciones, etc.; elementos que de profundizarse en el tiempo, inciden en la pérdida de activos.
- Problemas estructurales de la disponibilidad. Son aquellas situaciones en que se observa una brecha persistente entre la evolución de la demanda y la oferta de alimentos. Pueden deberse: al deterioro del potencial productivo por salinización, erosión, desertificación, etc.; al deterioro tendencial de los términos de intercambio o de la capacidad de importar alimentos; al deterioro de la infraestructura de caminos, puertos, bodegas de almacenaje; a problemas de la ejecución de políticas en la agricultura; y a la estructura de los sistemas de distribución, entre otros.
 - Problemas estructurales en el acceso. Corresponden a la presencia de una brecha entre las necesidades alimentarias básicas de una familia y los ingresos disponibles para la alimentación o, en un sentido más estricto, de una insuficiencia crónica de los “derechos de acceso alimentario”. En el ámbito rural, estos problemas pueden surgir como consecuencia de los procesos de fragmentación de la pequeña propiedad; de pérdida de la fertilidad de las tierras debido a su sobreexplotación; por descomposición de la agricultura campesina sin absorción de la mano de obra en otras actividades o sectores económicos; y por enfermedades que se traduzcan en pérdidas de activos, etcétera.

Por consiguiente, una estrategia de SA en el ámbito de las políticas públicas tiene una connotación amplia, es decir, puede deberse a factores estructurales que derivan de una acumulación histórica, o por factores coyunturales que afectan a las poblaciones con mayores niveles de vulnerabilidad. En este sentido, es necesaria para determinar el problema, precisar el diseño y delinear la estrategia de política pública a instrumentar.

Existen funciones constitutivas intrínsecas del Estado que están situadas por jerarquía frente otras responsabilidades sociales. Históricamente, ha habido políticas sociales que han ganado cierto estatus de políticas de Estado y que, por supuesto, han tenido la primacía en la

asignación de los recursos públicos. En consecuencia, el conjunto de los ejes que determinan la SA¹⁷ precisa la acción del Estado, la sociedad civil y, a nivel micro, la familia, y así definen las condiciones necesarias y suficientes para avanzar en la SA (Figura 1).

Figura 1. Clasificación de los ejes de la política de SA¹⁸



Fuente: FAO, 1996.

¹⁷ Las políticas de seguridad alimentaria se consideran de forma muy semejante a las políticas focalizadas de combate a la pobreza. Es por esta razón que los formuladores de las políticas públicas consideran que la mejor política para el combate del hambre es la misma que para el combate de la pobreza: ampliación de mercados laboral y, de ser necesario y posible, realizar gastos de emergencia (Almeida y Ortega, 2008).

¹⁸ Las determinaciones funcionales estructurales y la síntesis de la tesis sobre una estrategia del Estado sirven de orientación general para la identificación de los diferentes grados de importancia conferidos a las políticas públicas. La política pública se trata aquí como acción de lo institucional, en el caso de una acción de Estado, orientada por los objetivos y las metas previamente acordados (Almeida y Ortega, 2008).

La disponibilidad, como se ha esbozado previamente, supone garantizar la existencia de suficientes alimentos de manera oportuna, ya sean producidos internamente o mediante importaciones o ayuda alimentaria. Este componente necesariamente tiene carácter productivo. Por ello, se vuelven indispensables instrumentos de política de:

- Fomento a la producción eficiente y competitiva de alimentos estratégicos, y de apoyo a una mejor vinculación de los agricultores familiares con circuitos comerciales.
- Integración comercial subregional e internacional que potencie las ventajas comparativas de cada país, evitando la competencia desleal.
- Utilización eficiente de los recursos naturales, vinculada con el impulso del empleo de sistemas de producción y tecnologías apropiadas para asegurar la eficiencia y la sostenibilidad de las prácticas empleadas.

El acceso a los alimentos para grandes segmentos de la población, tanto en zonas rurales como urbanas, se encuentra en riesgo dado los bajos niveles de ingreso, la inequidad y la marginación. Las intervenciones de política pública para lograr SA estarían enfocadas a buscar condiciones de inclusión social y económica de los más pobres, y garantizar el derecho a la alimentación. Los instrumentos que fomentan el empleo, la diversificación de fuentes de ingresos, y los que fortalecen el acceso a activos productivo cobran especial relevancia para garantizar la SA.

La estabilidad es otra dimensión esencial de la SA que, por el carácter biológico de los alimentos, constantemente se ve amenazada por factores climáticos o por presencia de plagas y enfermedades. Por su parte, el acceso a los alimentos, sobre todo de aquellas poblaciones más vulnerables, puede ponerse en riesgo por cambios bruscos en los precios de los alimentos, por la inestabilidad macroeconómica y la climática;

o bien, por disturbios sociales y políticos. En este sentido, el logro de SA mediante intervenciones de política pública depende de que se: a) identifiquen oportunamente a los grupos de mayor vulnerabilidad a emergencias naturales, económicas y sociales, mediante la implementación de sistemas de alerta temprana, b) provean a los grupos vulnerables herramientas que les permitan enfrentar riesgos, y c) compensen, a manera de redes de seguridad, los vacíos que se presenten en cuanto a la disponibilidad y acceso a alimentos.

El uso o aprovechamiento biológico está en función de diversos factores, ya que, por un lado, la SA requiere de intervenciones públicas que generen condiciones básicas de salud de las personas y saneamiento de las viviendas y centros urbanos, además del acceso a agua potable, drenaje, electricidad, etc. Por otro lado, son necesarios instrumentos de políticas dirigidos a la educación nutricional, la inocuidad de los alimentos, la generalización de prácticas de preparación y consumo de alimentos que permitan aprovechar su potencial nutricional y la revalorización de los patrones de consumo local con un alto valor nutricional.

Por todo lo anterior, la SA depende de políticas integrales que estimulen la producción agropecuaria y eleven el ingreso familiar, pero también de manera especial, de la existencia de instituciones socioeconómicas y políticas que aseguren el acceso a los recursos productivos, el empleo y los servicios sociales, y que valoren el ecosistema natural para mantener y, eventualmente, potenciar la productividad. En otras palabras, un elemento central en el diseño de políticas públicas en SA reside en la conformación de estrategias desde la óptica de desarrollo regional, en la cual se fortalezca una coordinación y participación de los actores económicos y sociales a fin de elevar las capacidades locales para explotar el potencial de los recursos¹⁹ de cada región (Escalante, 2006: 86).

¹⁹ Recursos referidos a los activos de medios de vida, vinculados a lo local o a la región como los activos humanos, naturales, financieros, físicos y sociales.

En consecuencia, los ejes de política no se materializan de forma separada, interactúan en forma de estrategias que involucran a la familia, a la sociedad civil y al Estado. Así, los grupos sociales y las regiones de mayor atraso conforman los principales focos de riesgo para la SA y, por ende, demandan estrategias en distintas esferas en el momento del diseño de las políticas públicas, ya que en estos espacios se mezclan problemas estructurales y coyunturales (Torres, 2003: 29). Por lo tanto, la SA se convierte en un problema del desarrollo económico y social sustentable, que se resuelve a través del diseño de políticas económicas internas de corte distributivo (acceso al crédito, capital, empleo y recursos naturales), donde las medidas de bajo espectro, regional, social o sectorial, al igual que los programas focalizados a los grupos más vulnerables, no presenten únicamente soluciones limitadas (Torres, 2003: 35).

El consenso respecto a la participación de los diversos sectores en el diseño de políticas públicas requiere la acción coordinada y simultánea de diferentes entidades, capaces de proveer bienes y servicios en respuesta de los problemas estructurales y coyunturales identificados de forma participativa por beneficiarios, especialistas y otros actores en cada territorio (Stanley, 2011: 19). Así, el enfoque territorial se vuelve una opción de diseño y puesta en marcha de políticas públicas en SA, que no solo implica priorizaciones geográficas, sino la construcción en forma participativa de las intervenciones y planes de acción, de tal forma que los beneficiarios sean sujetos y protagonistas de su propio desarrollo.

Finalmente, el diseño e implementación de políticas y programas en SA deben estar acompañados de sistemas de seguimiento y evaluación para medir su incidencia sobre el grado de inseguridad alimentaria. En este contexto, la evaluación de políticas públicas en SA valoran si la política y acciones aplicadas cumplen con los fines me-

dulares para los cuales fueron concebidos (Mejía, 2003: 13). También se refiere al modo de razonamiento, cuya importancia es proporcionar sistemáticamente elementos y procesos para establecer los efectos reales, sean estos previstos o no, y donde existan referencias o valores para determinar lo positivo o lo negativo de las acciones (Mejía, 2003: 14).

En resumen, las políticas públicas en seguridad alimentaria tienen diversas áreas y fases de diseño e implementación, con diferentes niveles territoriales, con diferentes niveles de gobierno (nacional, municipal y local), y organizaciones públicas y privadas que inciden en su dinámica a través de variados procesos de intervención, los cuales pueden girar desde políticas macroeconómicas, de salud, sociales, etc. En consecuencia, las políticas públicas en SA requieren de una visión sistemática y crítica para identificar acciones de manera integral para su diseño e implementación.

CONCLUSIÓN

El concepto de seguridad alimentaria se ha venido consolidando como consecuencia de una problemática que se ha agudizado en todo el mundo o, al menos, que la sociedad y los gobiernos han podido dimensionar en los últimos lustros. En esa medida, esta noción también ha evolucionado de manera constante en el ámbito de la investigación científica, y entre los actores vinculados al desarrollo y a la cooperación internacional. No obstante, todavía persiste una diversidad de acepciones que puede derivarse de la magnitud del concepto y de las condicionantes del contexto en el cual se analice. Así, puede afirmarse que la seguridad alimentaria es un concepto multi, inter y transdisciplinario que ha dado materia para vislumbrar un marco conceptual que puede ayudar a interpretar las causas y dinámicas del hambre y las hambrunas, tales como factores estructurales y coyunturales inherentes a cada territorio (nacional, regional o local).

Por su parte, el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas también han evolucionado de manera acelerada, pero de modo discordante con respecto al problema de SA, es decir, aún no se han consolidado instrumentos de corte transversal sobre los programas y proyectos en materia de políticas públicas, y mucho menos desde una acción participativa de actores de los distintos territorios. Bajo esa lógica, se mantienen retos mayúsculos para articular esos dos cuerpos conceptuales, tanto teórica como empíricamente. Para avanzar en ese fin se deben contemplar las dimensiones de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, uso, estabilidad y medios de vida), los factores estructurales y coyunturales, niveles y grados de vulnerabilidad, entre otros ingredientes que darían mayor pertinencia a las iniciativas públicas. Por consiguiente, una estrategia de política pública en seguridad alimentaria debería partir de una perspectiva amplia e integral de esta problemática.

La inseguridad alimentaria ha tomado tal dimensión que, además de los retos conceptuales, también se deben contemplar la instrumentación de estrategias inmediatas y, en la medida de lo posible, preventivas, porque generalmente se suelen aplicar en condiciones de emergencia, sin la efectividad necesaria y a costos elevados. Por ello, además de la comprensión y concientización del problema, se debe contemplar el diseño de estrategias que se acompañen de recursos humanos y materiales que permitan respuestas efectivas. Esta visión integral de la seguridad alimentaria exige un carácter participativo, con atención a la producción agropecuaria, infraestructura, servicios básicos, salud, educación y nutrición, entre otros orientados a mejorar la calidad de vida de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, N. y J. Ortega, 2008, Políticas de Seguridad Alimentaria recientes en América Latina, Ponencia presentada en el XLVI Congreso de Sociedad Brasileira de Economía.
- Allen, P., 1999, "Reweaving the Food Security Safety Net: Mediating Entitlement and Entrepreneurship", en *Agriculture and Human Values*, 16(2): 117-129.
- Anderson, M. y J. Cook, 1999, "Community Food Security: Practice in Need of Theory?", en *Agriculture and Human Values*, 16(2): 141-150.
- Banco Mundial, 1986, Washington, Poverty and Hunger D.C., The World Bank.
- Blaikie, P. et al., 1996, *Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres*, Red, Panamá.
- Betancur, M., enero-junio 2007, "La seguridad alimentaria nutricional -SAN- Un acercamiento a la política pública", en *Cuadernos de Administración*, núm. 36-37, Universidad del Valle de Colombia.
- Birkland, T., 2005, *An introduction to the policy process: theories, concepts, and models of public policy making*, 2a ed., M. E Sharpe, Nueva York.
- Bonnard, P. et al., 2002, "Report of the Food Aid and Food Security Assessment: A Review of the Title II Development Food Aid Program", en *Food and Nutrition Technical Assistance Project*, Academy for Educational Development, Washington, D.C.
- Chambers, R. et al., 1995, "Poverty and livelihoods: whose reality counts?", en *Environment and Urbanization*, International Institute for Environment and Development, 7(1).
- Chambers, R. y G. Conway, 1992, "Sustainable Rural Livelihood: Practical Concepts for 21st Century", en *IDS Discussion Paper*, núm. 276, Institute of Development Studies.
- Clay, E., 2002, "Food security: Concepts and measurement", en *Trade reforms and food security: Conceptualising the linkages*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

- Coneval, 2010, Informe de medición de la pobreza, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México.
- Chen, H., 1990, *Theory-Driven Evaluation: Conceptual Framework, Methodology and application*, Sage, Newbury Park.
- Devereux, S. y S. Maxwell (eds.), 2001, *Food Security in Sub-Saharan Africa, Practical Action*, Londres.
- Escalante, R., 2006, "Desarrollo rural, regional y medio ambiente", en *Economía*, núm. 008, UNAM, México.
- FAO, 1996, *Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action*, Document WFS 96/3, FAO, Roma.
- Feinstein, O., 2006, "Evaluation of Development Interventions and Humanitarian Action", en Shaw, I. et al. (ed.), *Handbook of Evaluation*, Sage, Londres.
- Frankenberger, T. y M. McCaston, 1998, "The household livelihood security concept", en *Food, Nutrition and Agriculture*, 22: 30-35.
- Frankenberger, T., 1992, "Indicators and Data Collection Methods for Assessing Household Food Security, Part II", en Maxwell S. y T. Frankenberger (eds.), *Household Food Security: Concepts, Indicators, Measurements. A technical Review*, United Nations Children's Fund and International Fund for Agricultural Development (UNICEF), Nueva York y Roma.
- Frankenberger, T. y Goldstein, 1992, "The Long and the Short of It: Relationships Between Coping Strategies, Food Security, and Environmental Degradation in Africa", en Smith K. (ed.), *Growing Our Future*, Nueva York, Kumarian Press.
- Fusda, julio-septiembre 2008, *Seguridad Alimentaria*, núm. 3, Fundación Socialdemocracia de las Américas, A.C. (Fusda), México.
- Gúttierrez, A., 2005, "Políticas Macroeconómicas que impactan la Seguridad Alimentaria", en *Anales Venezolanos de Nutrición*, vol. 18, núm. 1, Caracas.
- Gutiérrez, A., 2005, "Políticas Macroeconómicas y Sectoriales: Impactos sobre El Sistema Agroalimentario Nacional (1999-2003)", en *Re-*

- vista Agroalimentaria*, vol. 20, núm. 10, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Heidhues, F. et al., 2004, *Development strategies and food and nutrition security in Africa: An assessment*, 2020 Discussion Paper, núm. 38, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Hernández, R., 1995, "La seguridad alimentaria y su aplicación en países de la Cuenca del Pacífico", en *Espiral*, 1(2): 131-172.
- Incap, 1999, *La iniciativa de la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica*, [Versión electrónica], Centro de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala.
- Jobert, B., 1996, "El Estado en acción: La contribución de las políticas públicas", en *La compilación: cuatro lecturas clave sobre políticas públicas*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Kellogg, E., 1991, *National and regional self-sufficiency goals: Implications for international agriculture*, Boulder, Colo: L. Rienner.
- Kraft, M. y S. Furlong, 2004, *Public Policy: Politics, Analysis and Alternatives*, CQC Press, Washington, D.C.
- Maxwell, S., 1996, "Food Security: a Post-Modern Perspective", en *Food Policy*, 21(2): 155-170.
- Muller, P., 2002, *Las Políticas públicas*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá.
- Maxwell, S. y M. Smith, 1992, "Household Review", en Maxwell S. y T. Frankenberger (eds.), *Household Food Security: Concepts, Indicators, Measurements: A Technical Review*, INICEF e IFAD, Nueva York y Roma.
- Mejía, J., 2003, *La evaluación de la gestión y las políticas públicas*, Miguel Ángel Porrúa, México.
- Montañez, G. y M. Ovidio, 1998, "Espacio, territorio y región: Conceptos básicos para un proyecto nacional", en *Cuadernos de Geografía*, UNAM, vol. VII, núm. 1-2.
- Nutriacción, 2003, "Lecciones aprendidas. Las huellas que deja el éxito", en *Nutriacción*, boletín informativo de la Iniciativa de Nutrición Humana de la Fundación W. K. Kellogg, México.

- OMS (Organización Mundial de la Salud), 1995, "Informe sobre la salud del mundo", Roma, Italia.
- ONU, 1948, *Declaración Universal de los Derechos Humanos*, Organización de las Naciones Unidas.
- Palumbo, J., 1987, "Politics and Evaluation", en Palumbo (ed.), *The Politics of Program Evaluation*, Sage, Nembury Park.
- Pérez, K., 1995, *Seguridad alimentaria y derecho humano al alimento: Implicaciones para las políticas públicas y la ayuda internacional en África Subsahariana*, Tesis doctoral, Hegoa, UPV, Bilbao.
- Pérez, K., 2002, *La vinculación ayuda humanitaria-cooperación al desarrollo: objetivos, puesta en práctica y críticas*, Hegoa, UPV, Bilbao.
- Rossi, H. y E. Freeman, 1987, *Evaluation: A Systematic Approach*, 3ª ed., Sage, Beverly Hills.
- Rutman, L., 1980, *Planning Useful Evaluations: Evaluability Assessments*, Sage, Beverly Hills.
- Salcedo, S., 2005, "El marco teórico de la seguridad alimentaria", en *Políticas de Seguridad Alimentaria en los países de la Comunidad Andina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Santiago de Chile*, Oficina Regional de la FAO en América Latina y El Caribe.
- Santoyo, H. et al. (coords.), 2000, *Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural*, Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, México.
- Schejtman, A. y M. Chiriboga, 2009, "Desarrollo Territorial, Soberanía y Seguridad Alimentaria", en *Programa Dinámicas Territoriales Rurales*, documento de trabajo núm. 62, Rimisp, Santiago.
- Schejtman, A., 1994, "Economía política de los sistemas alimentarios en América Latina", Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, División Agrícola Conjunta FAO/CEPAL, Santiago de Chile.
- Sen, Amartya, 1998, "Capacidad y bienestar", en Nussbaum, Martha y A. Sen (comps.), *La calidad de vida*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Sen, A., abril 1985, "Well-being, Agency and Freedom", en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXII, núm. 4.
- Shu, E., 1986, "Making food police in new international environment", en Mann, K. y B. Huddleston, *Food Policy: Frameworks for Analysis and Action*, Indiana University Press, Bloomington.
- Smith, L. y L. Haddad, 2001, "How Important is Improving Food Availability for Reducing Child Malnutrition in Developing Countries?", en *Agricultural Economics*, 26: 191-204.
- Stanley, C., 2011, *Seguridad y soberanía alimentaria: fallas y propuestas de políticas*, CADEP, Asunción Paraguay.
- Torres, F., 2003, *Seguridad alimentaria: Seguridad Nacional*, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
- Vázquez, V. et al., 2004, "La alimentación en México: Enfoques y visión de futuro", en *Revista de Estudios Sociales*, 13(25): 8-34.
- Velázquez, R., 2009, "Hacia una nueva definición del concepto 'política pública'", en *Revista Desafíos*, 20, Bogotá.
- Windfuhr, M. y J. Jonsen, 2005, *Food Sovereignty: Towards democracy in localized food systems*, FIAN-International.

Sobre el concepto de bienestar y su vínculo con lo ambiental

Marta Magdalena Chávez Cortés¹ y Gilberto Sven Binnqüist Cervantes¹

***Resumen.** Con la Conferencia de Estocolmo, en 1972, se inauguró el debate político sobre la sustentabilidad en el mundo. Sin embargo, mucha de la práctica actual revela la persistencia de que la sustentabilidad del desarrollo es equivalente al crecimiento económico sostenido, dejando en la marginalidad los requisitos de equidad social e integridad de los ecosistemas. Hecho que ha obstaculizado la compatibilización entre los objetivos de la macroeconomía y los del bienestar. De aquí que muchos autores insistan sobre el imperativo de modificar nuestros enfoques, convenciones y valores sobre el bienestar y la Naturaleza, cuando de sustentabilidad se trata. No obstante, una dificultad para enfrentar este reto es que el bienestar es una noción subjetiva, la cual se valora de acuerdo a la posibilidad de vivir el tipo de vida que para cada persona tiene valor. Por lo que si se trata de actuar para mejorar el bienestar de las personas, deberíamos preguntarnos qué cosas entran en juego cuando nos referimos a este término, y de qué manera esta noción es pertinente y aplicable a lo ambiental. Estas son las preguntas guías de este ensayo, cuyo objetivo es explorar el concepto de bienestar y su posible vínculo con lo ambiental.*

***Palabras clave:** Bienestar, Desarrollo, Ecosistemas, Ambiente.*

¹ Laboratorio de Planeación Ambiental, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: cmmm1320@correo.xoc.uam.mx y gsven@correo.xoc.uam.mx.

Abstract. *The debate on world sustainability was begun at the Stockholm Conference in 1972. However, much of the current practice reveals that the conception persists that development sustainability is equivalent to sustained economic growth, sidelining the social equity and integrity requirements of ecosystems. This fact has thwarted the search for compatibility between macroeconomic objectives and well-being. As a consequence of this, many authors insist on the imperious need to modify our points of view and accepted values on well-being and nature when sustainability is being discussed. Nevertheless, one difficulty in facing this challenge is that well-being is a subjective notion, which has a value according to the possibilities of living the kind of life each person wishes. If we try to improve the well-being of people, we would have to ask ourselves what kind of things come into play when we refer to that term and in what way the notion is pertinent and applicable to the environmental. These questions guide the present essay, whose objective is to explore the concept of well-being and its possible link to the environmental.*

Key words: *Well-being, Development, Ecosystems, The environmental.*

INTRODUCCIÓN

“No hay una sola razón que pueda escamotear el hecho y además la urgencia no lo permite. No pueden procurarse por separado el mejoramiento social y el ambiental, porque tal como surgieron y evolucionaron los deterioros, “juntos e indisolublemente unidos”, así tendremos que enfrentar las enmiendas, si en verdad estamos dispuestos a luchar por el bienestar humano”
(Iñiguez, 1996).

La introducción de la crisis ambiental en la arena política se suscitó a finales de los años setenta y tuvo una instancia decisiva en la Conferencia sobre el Medio Humano, realizada en Estocolmo, Suecia, en 1972, pues en ella se plantearon diferentes formas de entender y asumir el problema por parte de los países desarrollados y los países en desarrollo (Pierri, 2001). Desde entonces, los temas e inquietudes relacionados con la sustentabilidad han

adquirido un lugar preponderante en las discusiones políticas en todo el mundo. En consecuencia, hemos sido testigos de que prácticamente todos los planes y programas relacionados con el desarrollo incluyen el adjetivo sustentable, con la intención de dar a entender que los gobiernos ponen el crecimiento económico al mismo nivel de la equidad social y el mantenimiento del patrimonio natural (Chávez, 2006); sin embargo, mucha de la práctica revela que esta posición ha contribuido en la concepción de que la sustentabilidad del desarrollo es equivalente al crecimiento económico sostenido, dejando todavía en la marginalidad los requisitos de equidad social e integridad de los ecosistemas que el desarrollo sustentable implicaría (Gudynas, 2010). Hecho que ha “obstaculizado gravemente la compatibilización entre los objetivos de la macroeconomía y los del bienestar y, por ende, los objetivos de lucro y del mercado, de una parte; y por otra, los objetivos de equidad e integración social, y los objetivos ambientales de sostenibilidad del patrimonio natural y de los sistemas que mantienen la vida en el planeta” (Larraín, 2002: 3).

En consecuencia, investigaciones más recientes sobre la sustentabilidad señalan la importancia de abordar este tema desde la perspectiva de las formas de vida (Acosta, 2010), de los derechos humanos ampliados a los aspectos ambientales (Larraín, 2002), y de los propios derechos de la Naturaleza (Gudynas, 2010), lo cual implica, entre otras cosas: que el crecimiento económico no debe ser visto como el fin último del desarrollo, sino como un instrumento más para lograr el bienestar social –visto al menos como todos aquellos elementos y condiciones que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana–, además de la necesidad de modificar nuestros enfoques, convenciones y valores sobre el Bienestar y la Naturaleza. No obstante, una dificultad que enfrenta esta nueva perspectiva es que el bienestar es una noción subjetiva, que se valora de acuerdo a la posibilidad de vivir el tipo de vida que para cada persona tiene valor; por lo que si se trata de actuar para mejorar el bienestar de las personas, deberíamos preguntarnos qué cosas entran en juego cuando nos referimos a este término, y de qué manera esta noción es pertinente y aplicable a lo ambiental.

Éstas son las preguntas guías de este ensayo, cuyo objetivo es explorar el concepto de bienestar y su posible vínculo con lo ambiental. Para llevar a cabo esta tarea primero aclararemos la naturaleza del concepto, que nos abre el camino para continuar con una mirada hacia las distintas concepciones que se tienen de él. Con esta base, se intenta ampliar la noción de bienestar a una perspectiva socioambiental y se argumenta el sentido que tendría esta apertura. Finalmente, se ofrece una definición de lo que podría denominarse como bienestar socioambiental y algunos principios que podrían servir de base para hacer operativo este concepto cuando se interviene sobre el territorio.

LA NATURALEZA DEL CONCEPTO BIENESTAR

El término “bienestar” tiene muchos significados y concepciones: por ejemplo, la Real Academia de la Lengua Española lo define como: “el conjunto de las cosas necesarias para vivir bien”. Autores como Morales (1994) lo especifican como “aquella situación en la que se está cuando se satisfacen las necesidades y cuando se preveé que han de seguir siendo satisfechas”. Otros autores como Diener *et al.* (1997) opinan que “el bienestar se trata de cómo y por qué la gente experimenta su vida de forma positiva”, la cual incluye tanto juicios cognitivos como reacciones afectivas. En otras palabras, cuánto le gusta a una persona la vida que lleva. Asimismo, García-Viniegras y González (2000) argumentan que: “el bienestar es una experiencia humana vinculada al presente, pero también con proyección al futuro, pues se produce justamente por el logro de bienes [y metas]”. Esta visión coincide con la de Lawton (1972), quien opina que el bienestar es “la evaluación de la congruencia entre las metas deseadas y las obtenidas en la vida [de un sujeto]”.

De lo expuesto arriba se deduce: primero, que el concepto de bienestar es un concepto evaluativo y gradual (Valdez, 1991; Gasper, 2002); segundo, que es un concepto que combina dos características di-

ferentes: a) aquellas que hacen referencia a circunstancias exteriores de la persona, tales como su riqueza, su poder, las comodidades con las que cuenta, el tiempo libre del que dispone, su acceso a servicios de salud y de educación; y b) características que aluden a la posesión de ciertos estados internos de la persona o estados de ánimo considerados como valiosos –placer, felicidad, satisfacción, sentimiento de dignidad, esperanza– y, en general, todo aquello que resulta de la realización de deseos, anhelos y planes de vida personales (Valdez, 1991); y tercero, que posee una naturaleza determinada por múltiples factores y un carácter temporal, en donde intervienen tanto elementos objetivos, como subjetivos (García-Viniegras y González, 2000).

En este contexto, atribuirle un mayor o menor grado de bienestar a una persona, significa valorar, más o menos, positivamente su vida (Valdez, 1991; Travers y Richardson, 1993). Por supuesto que esto implicará poner atención en qué tan bien está el sujeto desde el punto de vista exterior o material, así como qué tan bien se encuentra anímica o interiormente. Es importante establecer aquí que, dependiendo de la forma en que se combinen estos factores en la explicación de bienestar, se tendrán diferentes conceptualizaciones de lo que es el bienestar humano. Asimismo, en la medida en que alguno de sus aspectos se encuentren presentes, las conceptualizaciones de bienestar serán más o menos completas (Valdez, 1991) y, por tanto, la valoración que podríamos hacer de las circunstancias y funcionamiento de los sujetos dentro de la sociedad. Es decir, de la valoración del bienestar social de acuerdo con Keyes (1998).

DISTINTAS CONCEPTUALIZACIONES DEL BIENESTAR

El bienestar como un estado mental

De acuerdo con esta visión del mundo, lo bueno es lo útil, y lo que proporciona placer y evita el dolor. En este contexto, el bienestar se equipara

con la noción de felicidad y se expresa a partir de dos componentes: el placer y la satisfacción. El primero es un estado de corta duración y tiene que ver con la calidad de la experiencia ligada a qué tanto los sentimientos, emociones y estados de ánimo son placenteros. El segundo, se refiere al grado en que un individuo percibe que sus preferencias o aspiraciones se han satisfecho. De acuerdo con Michalos (1985) esta dimensión de la felicidad está en función de la percepción de las siete brechas que se describen en la figura 1.

Figura 1. Brechas que determinan la satisfacción de las aspiraciones.

Aspiraciones	• Entre lo que uno tiene y lo que uno quiere
Comparación social	• Entre lo que uno tiene y las cosas relevantes que otros tienen
Historia	• Entre lo que uno tiene y lo que tuvo en el pasado
Decepción	• Entre lo que uno tiene y lo que esperaba tener hace dos años
Esperanza	• Entre lo que uno tiene y lo que espera tener en el futuro
Equidad	• Entre lo que uno tiene y lo que considera merecer
Necesidades	• Entre lo que uno tiene y necesita

Fuente: Elaboración propia a partir de Michalos (1985).

Desde este posicionamiento, el bienestar social se alcanza maximizando la felicidad total para el mayor número de personas, lo cual es posible a través de una distribución aproximadamente equitativa de los recursos entre la comunidad. Sin embargo, la realidad muestra que lo que hace feliz a las personas no solo es cuestión de cantidad, sino de prioridad. De aquí que haya quienes preferirían tener primero una cosa

que otra, o más de una a cambio de renunciar a otra. En combinación con la teoría de las brechas expuesta arriba, esta perspectiva se apoya en la existencia de un conjunto de instituciones sociales en las cuales los individuos son recompensados en proporción a sus esfuerzos, pero que incluyen mecanismos para moderar la desigualdad y asegurar que las necesidades percibidas se satisfagan, y cuyos miembros las perciben como equitativas.

La identificación del bienestar únicamente como un estado mental favorable muestra dos desventajas importantes, entre otras: Primero, que las políticas basadas en datos de naturaleza evaluativa –opiniones personales–, corren el riesgo de parcializarse a favor de aquellos que tienen más habilidad o voluntad para expresarse; si lleváramos esta situación al extremo, implicaría favorecer a los ricos sobre los menos favorecidos (Allardt, 1993). Segundo, el utilitarismo y el enfoque evaluativo pierden de vista aspectos importantes del bienestar que no están relacionados con el estado mental de una persona; en particular, el hecho de que mucha de la discusión sobre el bienestar es impulsada por la noción de justicia más que de felicidad (Prieto, 1991). En este sentido, se asume que, tanto el gobierno, como las instituciones que lo representan, tienen la obligación de actuar de manera justa con la sociedad, asumiendo que la justicia es un valor determinado por un conjunto de reglas y normas jurídicas que establecen las instituciones y las personas en un tiempo y momento determinado. Sin embargo, este esquema de valores es dinámico y dependiente del contexto histórico y geográfico. De tal forma que lo que es correcto para un grupo social, puede no serlo para otro, lo cual puede resultar incompatible y contradictorio. Esto sugiere que un enfoque que entiende el bienestar solamente como un estado mental tiene aplicación limitada para muchos aspectos prácticos de implementación de políticas (Dodds, 1997).

El bienestar como un estado del mundo

En esta interpretación del bienestar, el foco de atención es la identificación de indicadores cuantitativos que constituyan en sí mismos componentes de lo que se podría llamar una vida con buena calidad, o que son determinantes del bienestar, o que se correlacionan con algún estado deseable cuando no se dispone de un indicador directo. Bajo este enfoque, ejemplos de los aspectos que podrían medirse para describir el estado de bienestar de una comunidad son: estado de salud, longevidad, poder adquisitivo, entre otros. En concreto, la idea es poder describir el bienestar social más allá de un estado mental y evitar confiar en la evaluación subjetiva (Dodds, 1997).

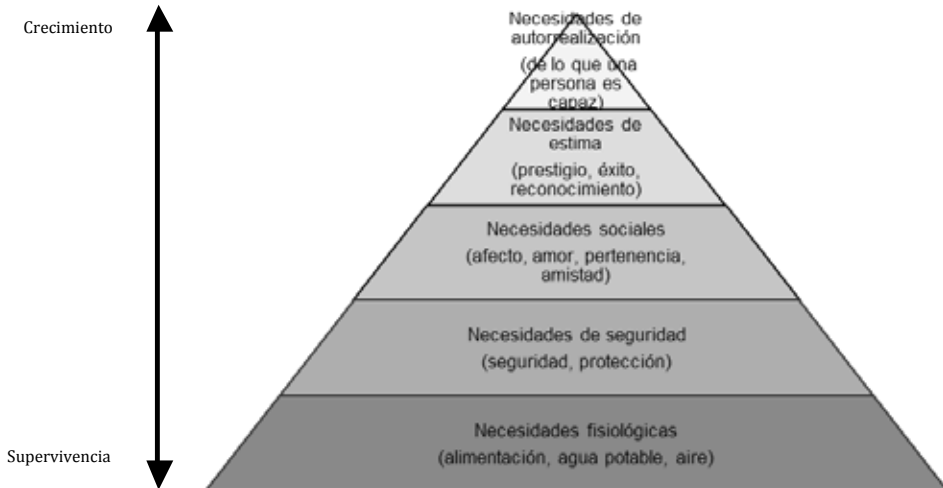
En la tarea de desarrollar estos indicadores, los factores que se han elegido para evaluar el estado de bienestar varían en alcance: desde un enfoque minimalista, en donde se consideran las necesidades básicas, hasta visiones muy generales de los recursos que se requieren para conformar las condiciones de vida propios, abarcando cosas como independencia, capacidad mental y física, oportunidades económicas y políticas, entre muchos otros. Sin embargo, la utilidad de estos indicadores dependerá de hasta donde se relacionen con algún entendimiento filosófico fundamental del bienestar humano. En este sentido, esta forma de ver el mundo se divide en dos corrientes: la de la satisfacción de las preferencias y la de la satisfacción de las necesidades.

En la primera, el bienestar se conceptualiza como la satisfacción de un deseo o preferencia. Está basada en la teoría de las “preferencias reveladas”, la cual asume que las preferencias se satisfacen por el hecho de elegir. Según esta perspectiva, es posible inferir información sobre las preferencias individuales a partir de las elecciones que hacen las personas: compra de bienes y servicios, decisiones acerca del empleo, selección de actividades de ocio, etc. Así, la satisfacción, o no, de estas preferencias reveladas pueden considerarse como estados alternativos observables del mundo, los cuales proporcionan indicadores indirectos y objetivos de estados mentales individuales.

Esta conceptualización del bienestar puede criticarse en al menos dos sentidos: por un lado, se relaciona con la sustitución del bienestar por los precios del mercado. En esta postura se concede el mismo status a todas las preferencias, con lo cual se niega la comparabilidad entre estados mentales. Esto permite asumir que las implicaciones de todo estado de bienestar son posibles de ser evaluadas en términos monetarios y los compara con la noción de un mejoramiento potencial del “welfare”, mediante el cual los ganadores de un cambio en particular podrían compensar a los perdedores. Por otro lado, el bienestar se ve reducido a la libertad de elección, o sea, a la libertad de la gente para cometer sus propios errores: perseguir sus propias metas sin importar si es probable, o no, que puedan lograrlas, y de cuales sean sus consecuencias (Gasper, 2002). En este contexto, el bienestar visto como el logro de deseos es vulnerable a la existencia de deseos perversos (para consigo mismo o hacia otros) y de adicciones como el alcoholismo. Aún las versiones más plausibles de esta visión, que están formuladas a partir de informar a las personas con respecto a los deseos que persiguen, son insuficientes para abordar el tema del bienestar, pues la necesidad de eliminar errores potenciales de hecho, de momentos irracionales y la falta de autoconocimiento, traiciona la naturaleza instrumental del deseo.

La segunda corriente encuentra sus fundamentos en la “Teoría de la Justicia” de Rawls. Este economista propone que habiendo aún múltiples concepciones de lo bueno, es posible identificar un consenso sobre los medios con los cuales se pueden perseguir estas visiones de manera independiente. Esto quiere decir que el bienestar involucra la satisfacción de una jerarquía ordenada de necesidades, en la cual las necesidades básicas son comunes a todos, más importantes y más fácilmente identificables. En contraste, las otras necesidades tendrán un orden de importancia distinto para cada individuo y su satisfacción requiere de una agenda propia (Figura 2).

Figura 2. Jerarquía de necesidades de acuerdo a Rawls



En la corriente de las necesidades básicas se argumenta que se debe dar prioridad a la provisión de las necesidades básicas de los menos favorecidos, involucrando cosas como servicios de sanidad, agua potable, alimentación adecuada y servicios médicos básicos, por considerarlas sustanciales para la vida y fundamentales para el bienestar humano. Bajo la propuesta de Rawls, las desigualdades se permiten si, y solo si, estas desigualdades mejoran el bienestar de los menos favorecidos.

De acuerdo con Doods (1997), la mayor fortaleza del enfoque de la satisfacción de las necesidades básicas es la reafirmación de valores absolutos, es decir, cosas que le importan a todos los seres humanos, superando con ello la posición relativista de la economía y las contabilidades del bienestar basadas en las preferencias reveladas. Sin embargo, éste, como todos los enfoques, tiene limitaciones: la más importante sería la propia definición de lo que se consideran necesidades básicas, ya que si bien es posible identificar un mínimo de requerimientos para

la sobrevivencia física, es más difícil cuantificar con precisión las necesidades psicológicas o sociales y, todavía más difícil, identificar la frontera entre lo necesario y lo superfluo. Como resultado, es poca la guía que ofrece este enfoque para abordar el tema de bienestar en países de alto y mediano ingreso, en los cuales los requerimientos de subsistencia están satisfechos para la vasta mayoría de la población.

El bienestar como una capacidad humana

Esta visión, propuesta por Amartya Sen, surge del hecho de que tanto la concepción utilitaria, como la de las necesidades básicas concentradas en el ser de una persona, dejan fuera elementos importantes del bienestar social, aquellos asociados a la noción de justicia y acción (Dodds, 1997). Para Sen, los seres humanos son considerados esencialmente activos y, como tales, su bienestar involucra tanto el hacer, comprendiendo ideas de libertad y operación, como el ser, abarcando tanto un estado mental como físico. En términos de política pública, este enfoque sugiere que proporcionarles a los individuos libertad para perseguir sus propios objetivos es una de las metas sociales más importantes. En esta visión la felicidad y la satisfacción (así como otros estados mentales) son reconocidos como componentes importantes del bienestar, pero no se considera que sean suficientes para guiar la acción colectiva. En su opinión, la posibilidad efectiva de que la persona realice distintos logros “valiosos” es, al menos, tan importante como la consecución de satisfactores. Esto da entrada a la noción de la capacidad de una persona, la cual refleja las diferentes combinaciones de logros “valiosos” que puede alcanzar y, en este sentido, habla de la libertad de una persona para escoger cómo quiere vivir (Valdez, 1991). En concreto, la evaluación del bienestar de acuerdo a esta conceptualización debe enfocarse en las capacidades funcionales de un individuo, ya que reflejan lo que es capaz de hacer y no sólo lo que de hecho hace, lo cual es considerado como más importante en el contexto de la justicia.

Algunas de las ventajas de conceptualizar el bienestar en estos términos incluyen el hecho de que los logros y capacidades no son propiedades puramente subjetivas como en el caso del bienestar visto como estado mental. Tampoco son una simple colección de bienes sociales primarios o de recursos a los que el sujeto tiene derecho, pero que el sujeto pudiera desconocer o desaprovechar. Los logros referidos por Sen requieren de una actitud activa por parte de la persona que normalmente aprovechará los bienes y recursos a su alcance para funcionar, entonces dichos bienes serán instrumentos indispensables para lograr el bienestar. De esta manera, esta conceptualización puede ofrecer una noción de bienestar que reúne los aspectos objetivos y subjetivos, pues para ser o poder hacer, la persona necesita tener acceso a ciertos bienes o recursos exteriores, y al hacer esto, es decir, al actuar, las personas tienen placer o satisfacciones interiores por la realización de los deseos o las aspiraciones que motivaron su acción. Luego entonces, esta visión del bienestar sirve para orientar la acción pública en el sentido de eliminar desigualdades e injusticias al crear ciertas obligaciones concretas al Estado comprometido con promover el bienestar de sus ciudadanos, a saber: la obligación de incrementar la capacidad de sus ciudadanos para funcionar en los ámbitos de la vida, y sobre todo la obligación de asegurar que todos tengan efectivamente capacidades básicas (Valdez, 1991).

Un punto débil del enfoque de capacidades de Amartya Sen es que no define que se considera como logros “valiosos”, y cuáles son las capacidades básicas que el Estado debe asegurar. Sin embargo, este punto débil parece subsanarse en la propuesta que hace Martha Nussbaum de un listado razonable y bien argumentado de capacidades básicas partiendo de la idea de Sen, éstas son: vida, salud e integridad corporal, emociones, afiliación; sentidos, imaginación y pensamiento; razón práctica, capacidad para jugar, control sobre el entorno de cada uno, y relación fructífera con la naturaleza (Gough, 2003).

Otra debilidad de la propuesta de Sen, señala Boltvinik (1999), es considerar que la libertad de elegir “pareciera existir a lo largo de todo el

espectro de niveles de vida”; sin embargo, “en la pobreza no hay libertad posible”. Entonces, cuando se habla de necesidades debe quedar claro que “el reino de la libertad empieza, o mejor aún, puede empezar cuando las necesidades básicas y fundamentales están satisfechas, es decir, cuando se ha superado el reino de las necesidades”.

El bienestar como la satisfacción de las necesidades fundamentales

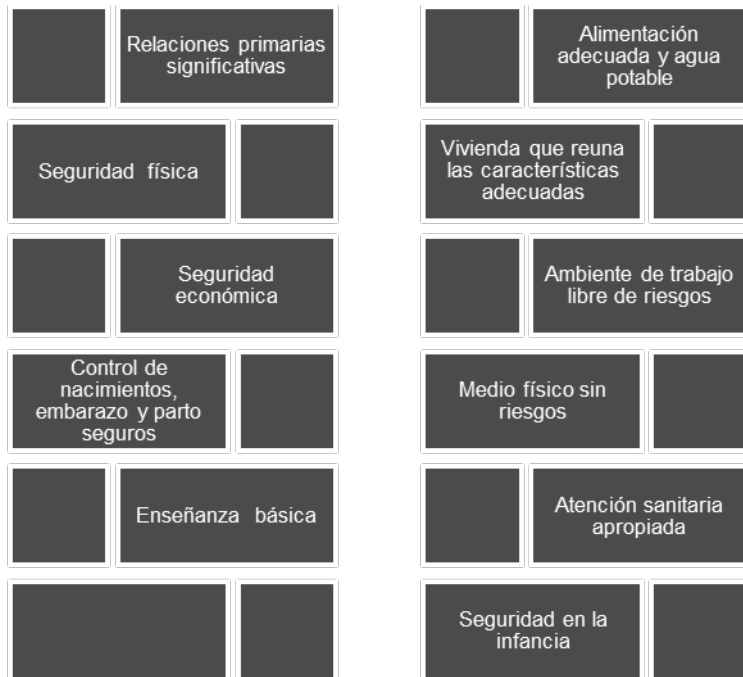
Este enfoque ha sido desarrollado por Doyal y Gough, quienes han desarrollado la Teoría de las Necesidades Humanas para apoyar la noción de bienestar (Gough, 2003). Estos autores parten de la firme convicción de que tales necesidades se construyen socialmente, y son fundamentalmente las mismas para todos, a pesar de las evidentes diferencias biológicas y culturales que existen entre las personas de todo el mundo. Para Doyal y Gough existe, más o menos, bienestar en la medida en que estas necesidades fundamentales se satisfagan.

La teoría de las necesidades de estos autores establece una distinción entre necesidades fundamentales y necesidades intermedias, quedando clasificadas en dos grandes categorías:

1. Las necesidades fundamentales son: la salud física y la autonomía de acción, ambas universales, aunque los medios y satisfactores requeridos para alcanzarlas varían según las culturas. El nivel óptimo de ambas categorías viene definido por su capacidad para “evitar daños graves que se consideren una limitación fundamental y prolongada de la participación social”. El cumplimiento de ese nivel óptimo (condiciones sociales) lleva a un proceso de segundo orden emanado de esas necesidades fundamentales, lo que denominan los autores como *Autonomía Crítica*, entendida como libertad de acción y libertad política (participación crítica de la forma de vida elegida).

2. Las necesidades intermedias son satisfactores, pero satisfactores de carácter universal que se conciben como “aquellas cualidades de los bienes, servicios y relaciones que favorecen la salud física y la autonomía humana en todas las culturas”. Estos autores establecen 11 necesidades intermedias que deben alcanzar un nivel óptimo para satisfacer adecuadamente las necesidades fundamentales, las cuales se resumen en la figura 3.

Figura 3. Necesidades intermedias según Doyal y Gough.



Fuente: Elaboración propia a partir de Gough (2003).

La teoría de las necesidades fundamentales se ha derivado de diferentes disciplinas: la psicología, la economía, la biología y la filosofía moral. Cada una de ellas enfatiza dos cosas: que el bienestar requiere la satisfacción tanto de necesidades materiales, como de necesidades menos tangibles; y que los deseos son, por llamarlo de alguna manera, una guía voluble del bienestar. Esto sugiere que la agregación de deseos a través del mercado es poco probable que proporcione una base sólida para fomentar la sustentabilidad (Doods, 1997).

En opinión de los expertos, esta nueva teoría tiene el potencial de maridar las fortalezas de los enfoques evaluativos y descriptivos, integrando un conjunto de indicadores que relacionan las expectativas, actividades, habilidades y estados físico y mental, mismo que indirectamente reflejan el nivel de bienestar del individuo o de un grupo social. Por lo menos hasta 2010, la propuesta de Doyal y Gough (1994) tuvo una gran influencia en los informes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Martínez, 2002) con respecto a la noción de bienestar.

APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE BIENESTAR SOCIOAMBIENTAL

Para que tanto los individuos como las sociedades aseguren que sus necesidades más básicas y fundamentales puedan ser satisfechas, es prioritario que el entorno en donde habitan e interactúan socialmente cuente con un aceptable grado de naturalidad y calidad de sus ecosistemas. Estos ambientes sanos son el soporte físico para la producción y reproducción social, pues son la fuente de los bienes que las sociedades usan como recursos para satisfacer sus necesidades vitales; pero a la vez constituyen los espacios que estimulan la autoestima, espiritualidad, creatividad del individuo y posibilitan su autorrealización (Sebastián, 1986), además de fomentar actividades de convivencia que consolidan los vínculos sociales. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en

un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, es una condición fundamental para dar sustento a la jerarquía de necesidades que plantea Rawls, especialmente las de tipo fisiológico y de seguridad, y es un factor condicionante para la oferta de satisfactores asociados a las necesidades intermedias planteadas por Doyal y Gough.

Motivadas por este reconocimiento del valor del ambiente, recientemente han surgido aproximaciones de carácter holístico y multidimensional para evaluar el bienestar humano; donde la calidad del ambiente juega un papel fundamental para satisfacer *las necesidades más básicas de los individuos* (Aguado *et al.*, 2012). Una de estas aproximaciones es la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), que es un programa de trabajo internacional diseñado para satisfacer las necesidades de información científica acerca de las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano, y las opciones para responder a esos cambios que tienen los responsables de la toma de decisiones, y el público en general. La EM pone de manifiesto cómo los cambios de los ecosistemas afectan al flujo de servicios, y éstos, a su vez, al bienestar humano a diferentes escalas. Se articula en torno a tres conceptos: a) los ecosistemas suministran un flujo de servicios, b) estos servicios son la base del bienestar humano y la lucha contra la pobreza, y c) son impulsores indirectos de cambio, condicionan a impulsores directos, que a su vez impactan a los ecosistemas (Montes y Salas, 2007). Mención especial merece el proyecto mundial de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): *Measuring the Progress of Societies*. Este proyecto se distingue entre el bienestar actual, medido como las condiciones de vida materiales (ingresos y riqueza; trabajo y salarios; condiciones de vivienda), y el bienestar a futuro, definidos por la calidad de vida a la que se aspira (salud; equilibrio laboral-personal; educación y competencia; contactos sociales; compromiso cívico y gobernanza; seguridad personal; bienestar subjetivo y calidad medioambiental) (OCDE, 2014). Para la OCDE, la calidad ambiental es un sustento fundamental para garantizar condiciones básicas de habitabilidad, definida por los

niveles de contaminación atmosférica, la disponibilidad y calidad del agua, la gestión de los desechos sólidos, el consumo energético, la degradación de los ecosistemas y la pérdida de sus servicios ambientales, el incremento de la vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático (OCDE, 2014).

La perspectiva a futuro es que no será posible hablar de bienestar integral y avanzar hacia el progreso social de las naciones, si únicamente se privilegia el “nivel y estilo de vida” de algunos segmentos de la sociedad que otorgan prioridad al bienestar material con base en sus visiones particulares. Es vital transitar hacia enfoques de “calidad de vida”, donde lo estratégico es lograr que el grupo social ocupante satisfaga sus necesidades vitales con los recursos disponibles en un espacio natural dado, contemplándose así la satisfacción de dichas necesidades como la base de la satisfacción con la vida (Aguado *et al.*, 2012).

Lograr el cumplimiento tanto de las necesidades humanas fundamentales, como intermedias solo podrá materializarse si se respetan los límites ecológicos que los ecosistemas imponen al desarrollo. De no hacerlo así, se generarán irreversibles daños sobre la atmósfera, hidrósfera, litosfera y los procesos biogeoquímicos que determinan la capacidad de autorregulación de la Tierra, y por tanto, no será posible cumplir ni siquiera con las condiciones biogeofísicas más inmediatas para cubrir las necesidades de tipo fisiológico como de seguridad; y mucho menos las de carácter intermedio. Por supuesto, esta situación implica una nueva racionalidad en torno a la interacción de las civilizaciones con los ecosistemas para la producción de bienes y servicios; en donde tan importante será cuidar los intereses de la naturaleza, como los de la sociedad. De aquí la necesidad de maridar lo social con lo ambiental y, por tanto, de entender el bienestar en esos términos.

Definiendo lo socioambiental

Una problemática ambiental no depende exclusivamente de los disfuncionamientos ecológicos basados en la pérdida de los componentes estructurales del ecosistema, y el conjunto de interacciones entre éstos y su entorno, sino también de los procesos que gobiernan las relaciones que tiene el hombre con la naturaleza en términos de cómo la visualiza y hace uso de ella, tales como: los modos de producción, la organización social y el imaginario ambiental de un pueblo en un momento histórico particular (Pacheco, 2005). Por tanto, puede afirmarse que lo socioambiental es el resultado de una relación sistémica entre sus componentes, implicando la interacción permanente y dialéctica entre los conjuntos de variables de tipo social y las de tipo ecológico (Guttman *et al.*, 2004).

Citando a Íñiguez (1996):

La Cumbre de la Tierra, promulgando el desarrollo sustentable, y adentrándose definitivamente en la intrincada trama² de lo ambiental y lo social, definió rotundamente a la pobreza, la miseria y las inequidades de los grupos poblacionales, como problemas ambientales, tan ambientales como la erosión, la desertificación, la deforestación o la contaminación. Es así que ahora no se habla solamente de crisis económica, política y social además de ambiental, sino de crisis socioambientales.

Esto sugiere que la noción de lo socioambiental está integrada al concepto de sustentabilidad, en el entendido de que esta noción asume que las personas, comunidades y el ambiente constituyen una unidad global

² Cabría agregar el adjetivo de difuso a la trama pues, en muchas ocasiones, los problemas sociales repercuten en la disminución de la calidad del ambiente. Sin embargo, también problemas aparentemente ecológicos son el resultado de las condiciones de pobreza de una zona, o de la sobreexplotación de un recurso natural.

inseparable, con estrechas relaciones entre sí que definen una estructura integrada (Leff, 2004). Desde esta perspectiva, resulta claro que toda intervención ambiental, producto del desarrollo, tiene que tomar en cuenta los aspectos sociales, puesto que las comunidades resultan ser los afectados o beneficiarios de las transformaciones del entorno físico. De igual forma, toda intervención social tiene que contemplar los aspectos ecológicos relacionados con las funciones ecosistémicas que sustentan los servicios ambientales dentro de un contexto sociofísico determinado (Correa, 1999).

Lo socioambiental y su relación con el concepto de bienestar

Independientemente de su contenido relativo o temporal y de su dualidad objetivo-subjetiva, el bienestar puede significar para algunos grupos poblacionales la satisfacción de las necesidades más elementales de subsistencia, mientras que para otros representa la satisfacción de las necesidades y aspiraciones más elevadas de autorrealización (Íñiguez, 1994). En la búsqueda de la satisfacción de dichas necesidades, se han generado distintas expresiones espaciales del bienestar debido, entre otras cosas, a la distribución desigual de recursos o condiciones naturales y al desconocimiento o desconsideración de las necesidades de la Naturaleza en los procesos de asimilación socioeconómica. Estas diferencias, expresadas como inequidades, responden, por un lado, a la propia naturaleza de los individuos y las relaciones que establecen entre sí, dotándolas de un carácter social. Pero también son una consecuencia de la forma en que los individuos interactúan con el ambiente –entendido como su propia casa, el espacio donde realizan sus actividades laborales, su comunidad, los ecosistemas y paisajes (Miller y Foster, 2010), de ahí la relación entre lo socioambiental y el bienestar.

Un hecho que remarca esta vinculación es que en la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, celebrada en

Estocolmo en 1972, una de las conclusiones más importantes a las que se llegó fue el reconocimiento de que un medio ambiente humano deseable es más que el mantenimiento de un equilibrio ecológico, o una administración económica de los recursos naturales, y más que el control de las fuerzas que amenazan la salud biológica y mental. Se requiere también, como ideal, que los grupos sociales y los individuos cuenten con la oportunidad de desarrollar formas de vida de su propia elección (Ward y Dubois, 1972). Otra manifestación que soporta esta vinculación es uno de los mensajes del Informe GEO4 ambiente para el desarrollo (UNEP, 2007): “La sociedad tiene la capacidad de hacer una diferencia en la forma en que se usa el ambiente para apuntalar el desarrollo y el bienestar humano”.

El bienestar, desde la perspectiva ambiental, se ha visualizado como la relación que existe entre el individuo y la naturaleza en términos de la interacción que existe entre hogar y el espacio de trabajo con los recursos bióticos, materiales y de información que existen en su comunidad (Renger *et al.*, 2000; May, 2007). Por otra parte, Anspaugh y colaboradores (2004), al igual que Hales (2005), consideran que el bienestar ambiental no solo tiene que ver con la necesidad de que la población cuente con el abasto de alimentos o de agua potable, sino que también implica crear condiciones para garantizar la seguridad de los habitantes ante la presencia de enfermedades infecciosas, inseguridad y violencia, radiación ultravioleta, emisiones atmosféricas que dañen a la salud, y presencia de contaminantes en suelo y agua.

El bienestar ambiental, como un sinónimo de un hábitat sano, es una perspectiva que tradicionalmente ha guiado la planificación urbana (Hu *et al.*, 2008). En este sentido, los espacios urbanos que cuentan con áreas verdes promueven efectos positivos en la salud de los habitantes, incrementando tanto el desarrollo de actividades físicas, al tiempo que generan condiciones para la relajación y el esparcimiento.

Así pues, buscar el bienestar humano que presupone el desarrollo, implicará no solo garantizar una sociedad segura en el futuro –en su

sentido más amplio—, sino enfrentar los retos ambientales que presupone la urgente necesidad de una forma de vida más sustentable. En otras palabras, implicará la apertura hacia lo que podría tipificarse como una visión socioambiental del bienestar a la hora de planear y ejecutar las acciones encaminadas al desarrollo. Es claro que, bajo esta perspectiva, el ambiente sería visto como la base del desarrollo, en el entendido de que los bienes naturales como el agua, el suelo, las plantas y los animales, así como los servicios que la naturaleza provee, sustentan la vida de las personas. También que las culturas, y todo lo que se encierra en esa palabra, se desarrolla en, y se ve influido por, un contexto ambiental. Comprenderlo permitirá que continúe viva la “naturaleza”, y que en ella germinen nuevas opciones de cambio para nuestro país (Gudynas, 1999).

No obstante, es importante reconocer que, inmerso en esa comprensión, está el desafío humano de distinguir entre lo necesario y lo superfluo, pues en la lucha por cubrir las necesidades psicosociales, con facilidad se puede conducir a lo que se denomina reclamo de lo infinito, el cual motiva consumos cada vez mayores y diversos, que a su vez alimentan, tanto el individualismo como el derroche, trastocando el sentido del consumo: de un medio para alcanzar el bienestar a un fin por sí mismo (Aguado *et al.*, 2012). Las implicaciones de este reconocimiento no son banales, pues se tocan aspectos muy sensibles como promover y fomentar comportamientos no adquisitivos, y la aceptación tácita de los límites biofísicos de la Tierra. Es decir, se vuelve a poner sobre la mesa la falacia del modelo de desarrollo que defiende el crecimiento continuo e indefinido de la economía, y que antepone el tener, por sobre el ser y el hacer (Gudynas, 1999).

Bienestar socioambiental: reconociendo razones que le den sentido

Trayendo a colación la propuesta de Amartya Sen, el bienestar está relacionado con lo que la gente es capaz de ser y hacer. En otras palabras,

el bienestar es la medida en que los individuos tienen la capacidad y la oportunidad de vivir el tipo de vida que tienen razones para valorar (MA, 2003). Bajo esta visión, una primera articulación entre lo social y lo ambiental, en el contexto del bienestar, se centraría en lo que el entorno permite a las personas ser y hacer.

Ahora bien, la capacidad de las personas para perseguir las vidas que ellas valoran está conformada por un amplio rango de libertades instrumentales. El bienestar humano abarca seguridad personal y ambiental, acceso a materiales para el buen vivir, buena salud y buenas relaciones sociales, todo lo cual está relacionado entre sí y descansa sobre la base de la libertad para elegir y actuar, una vez que las necesidades más básicas y fundamentales han sido satisfechas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la *salud* se concibe como un completo estado de bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de infecciones o enfermedades. Entonces, la buena salud no solo incluye el estar fuerte y sentirse bien, sino estar libre de enfermedades que se pueden evitar, además de contar con un ambiente físico saludable, tener acceso a la energía, al agua potable y al aire limpio. Asimismo, lo que un individuo puede ser o hacer incluye, entre otras cosas, la capacidad de mantenerse en forma, de minimizar el estrés y asegurar el acceso a la atención médica.

En lo que respecta a la seguridad, ésta se relaciona tanto con la seguridad personal como con la ambiental. Por ello, la seguridad implica el acceso a los recursos naturales y otros tipos de recursos, al igual que estar protegidos de la violencia, del crimen y de las guerras (motivadas por factores ambientales, como por ejemplo la escasez de agua), así como seguridad con respecto a los desastres naturales y a los causados por la acción humana.

Por otro lado, las buenas relaciones sociales hacen referencia a las características positivas que definen las interacciones entre los individuos, tales como la cohesión social, la reciprocidad, el respeto mutuo, buenas relaciones de género y familiares, y capacidad de ayudar a otros y atender a los niños. El ambiente también afecta las relaciones sociales

proporcionando servicios culturales como son la oportunidad de expresar la estética y los valores espirituales asociados a los ecosistemas (MA, 2005). La naturaleza proporciona asimismo oportunidades para la observación y la educación, la recreación y el disfrute estético, todo lo cual tiene valor para la sociedad.

En lo que respecta a la base material de recursos para el buen vivir, en ella se incluyen: medios de subsistencia seguros y adecuados, ingresos y bienes, suficiente comida y agua limpia en todo momento, cobijo, vestido, acceso a la energía para mantenerse caliente y fresco, y acceso a los bienes.

Incrementar las oportunidades reales para que la gente mejore sus vidas requiere abordar todos estos componentes, lo cual está íntimamente ligado con la calidad ambiental y con la sustentabilidad, tanto de los ecosistemas como de los servicios que proporcionan. Entender esto en su justa proporción implicaría superar distintas barreras como el no distinguir entre lo necesario y lo superfluo (Sampere, 2009); la noción de que la naturaleza es fuente ilimitada de recursos y sumidero inagotable de desperdicios (Colby, 1991; Gudynas, 1999); que el hombre no forma parte de los ecosistemas, implicando la adopción del concepto de socioecosistema como unidad de planeación (Goulder y Kennedy, 1997; Mass, s/f); que los bienes y servicios ecosistémicos pueden ser substituidos con tecnología (Gudynas, 1999; Takács-Santa, 2004), y que la riqueza es la fuente primordial del bienestar (Dodds, 1997; Travers y Richardson, 1993). Asimismo, será importante reconocer que es imperativo observar el principio de precedencia en el diseño y puesta en práctica de las políticas públicas, así como planear el desarrollo con una visión de futuro y de largo plazo, bajo la plena conciencia de que los ecosistemas también son usuarios de recursos (Brandes *et al.*, 2005); y de que el mantenimiento de las funciones ecosistémicas de producción, regulación, información y hábitat es lo que nos permitirá seguir contando con los satisfactores de las necesidades más fundamentales, que dan paso a las capacidades de ser y hacer de los individuos y las comunidades (Goulder y Kennedy, 1997; PNUD, 2010; Conabio, 2006).

Proponiendo una definición para el concepto de bienestar socioambiental

Partiendo de las ideas de Amartya Sen y Martha Nussbaum acerca del bienestar social, e incorporando los aspectos de su relación con el ambiente discutidos en los apartados anteriores, se propone la siguiente definición de bienestar socioambiental:

Es procurar la conservación de aquellos atributos y condiciones de los ecosistemas que permitan la satisfacción de las necesidades más básicas de los individuos, así como el desarrollo óptimo de sus capacidades fundamentales para que prosperen en su hacer y ser.

Asumiendo esta definición de bienestar socioambiental, se proponen una serie de principios de actuación para guiar la intervención para el desarrollo. Para la elaboración de esta propuesta se tomaron como referencia tanto los Principios de Hannover sobre sustentabilidad (McDonough, 1992), como los de la Carta de la Tierra promovidos en el ámbito de las Naciones Unidas, y se complementaron con contribuciones derivadas de la experiencia de los autores. Estos principios se describen a continuación.

- a) *Insistir en el respeto a los derechos de la humanidad y la naturaleza de coexistir en una condición saludable, diversa, de apoyo mutuo y sustentable.* La condición saludable depende del mutualismo como relación simbiótica entre el hombre y los ecosistemas. Esto en virtud de que ahora, a los ecosistemas solos, les es cada vez más difícil regenerarse naturalmente y persistir; de tal forma que su supervivencia, de cara al futuro, depende también de la ayuda del hombre.
- b) *Aceptar la responsabilidad y las consecuencias derivadas por crear proyectos de desarrollo sobre el bienestar humano que sobrepasen capacidad de resiliencia de los ecosistemas de autorrenovarse.*

- c) *Buscar el mejoramiento constante del socioecosistema compartiendo el conocimiento.* Fomentar la comunicación directa y abierta entre Estado, empresa privada, comunidades y organizaciones sociales y sector académico para vincular consideraciones de sustentabilidad a largo plazo, y restablecer la relación integral entre procesos naturales y actividad humana (Principios de Hannover).
- d) *Promover un tipo de desarrollo que sea incluyente, pero no paralizante.* Si bien la participación permite impulsar el respeto por los derechos humanos colectivos de las comunidades, como son el derecho del territorio, a la identidad, a la autonomía, a la participación plural y, en general, a su plan de vida, esto no quiere decir que siempre las comunidades tienen el derecho a vetar todas las iniciativas de desarrollo impulsadas por el Estado. El objetivo del involucramiento deberá ser la concertación; y cuando ésta no sea posible, la decisión recae en el Estado, pero siempre privilegiando el interés por las mayorías con menores oportunidades para lograr el bienestar.
- e) *Privilegiar la efectividad de los proyectos de desarrollo, entendida como la satisfacción plena de los objetivos socioambientales, sobre la rentabilidad económica.* La idea es procurar el diseño e instrumentación de proyectos de desarrollo que, en su alcance, beneficien a la colectividad y a su entorno por encima del interés de grupos individuales o visiones sectoriales sobre un recurso natural. Asimismo, que atiendan el bienestar de la comunidad superando el concepto de rentabilidad financiera.
- f) *Promover un desarrollo que se nutra de la corresponsabilidad entre actores para asegurar su apropiación y persistencia a largo plazo.* Se trata de fomentar el involucramiento de Estado, empresa privada, comunidades y organizaciones sociales en la apropiación de los proyectos específicos de desarrollo, y en el acompañamiento de su ciclo de vida para garantizar su persistencia y su eficacia.
- g) *Garantizar el mantenimiento de las culturas locales, reconociendo su legítimo derecho a contar con mejores bienes y servicios.* Respetar y preser-

var los valores, usos y costumbres de las comunidades sin negarles su derecho a poder incorporar satisfactores distintos a los que por tradición se les asocia.

- h) *Mantener las capacidades naturales de regeneración del ecosistema.* Los efectos derivados de los proyectos de desarrollo no deberán limitar la capacidad propia de los ecosistemas para regenerarse naturalmente, y deberán minimizar la necesidad de llevar a cabo actividades de restauración.
- i) *Incrementar la capacidad de los ciudadanos para funcionar en los ámbitos de la vida y, sobre todo, la obligación de asegurar que todos tengan efectivamente satisfechas sus necesidades básicas y fundamentales.*
- j) *Las necesidades comunes de un individuo o población tienen prioridad sobre sus preferencias o deseos y los de cualquier otro ser humano (Principio de precedencia).*

A MANERA DE COLOFÓN

La orientación de las políticas de desarrollo social del Estado ha tendido a favorecer lo que se conoce como protección –entendida como el acceso a servicios sociales como caminos, agua potable, saneamiento, energía, servicios de salud, educativos, de recreación y esparcimiento–, por encima de asuntos clave como es la satisfacción de necesidades vitales.

La idea de bienestar supone redistribución social de las oportunidades, solidaridad y compromiso colectivo con la cohesión social, y su operación supone la generación de servicios sociales de cobertura universal y programas focalizados. La idea de bienestar también reclama una participación ciudadana construida sobre procesos continuos que requieren de apoyo por parte de una política social que expanda las capacidades de los sujetos y sus organizaciones. Entonces, el bienestar puede asociarse virtuosamente a la protección cuando enlaza con programas de promoción social, empleo, generación de ingresos y desarrollo local,

pero no empalma con la protección social por el solo mecanismo de poner acento en el acceso a los servicios sociales.

Así, una buena política social no debe poner toda su energía en una sola canasta, pues generará vacíos que, a la larga, pueden distorsionar incluso los resultados positivos que esté logrando en aquel espacio que se haya escogido como principal frente de batalla para el desarrollo social a través de proyectos de intervención. El foco en protección social debe nutrirse y complementarse con el foco en el bienestar, con la intención de satisfacer la necesidad de regular derechos “universales” que garanticen a la población el cuidado de la integridad de los ecosistemas, salario reglamentario, protección laboral, educación y asistencia, etc.

Por lo mismo, es importante dejar claro que, en la evaluación del mejoramiento de la calidad de vida de las acciones para el desarrollo, los indicadores de corte objetivo resultan necesarios, pero requieren de un complemento indispensable: el distinguir cómo se expresan estos valores sociales en el individuo, y cuán importantes resultan para él. Es importante, además, darle voz al ambiente mismo a través de la consideración de principios ecológicos en el proceso de planeación y toma de decisiones con el fin de no amenazar el bienestar social a través de la degradación del ambiente. Estos principios son: la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas ante disturbios naturales y antrópicos; la heterogeneidad ambiental y el mantenimiento de los sistemas de recursos para múltiples especies; y la capacidad de carga en términos de las propiedades de autorrenovación de los sistemas naturales.

Por otro lado, perseguir la realización cabal del bienestar socioambiental significa asumir nuestra responsabilidad social, como individuos, en la determinación de nuestros deseos y en la elección de nuestros satisfactores. Solamente así tendremos la oportunidad de contrarrestar el empuje de un modelo económico, político y social que promueve la noción de un falso bienestar que depende de la satisfacción de necesidades creadas y consumismo inducido, por medio de un modelo que nos hace creer que, para tener una vida buena, necesitamos un consumo continuado y des-

proporcionado de mercancías. Solamente así, tendremos la posibilidad, citando a Aguado y colaboradores (2012), “de evitar la generación de un mundo cada vez más desigual y ecológicamente enfermo”.

RECONOCIMIENTOS

Las reflexiones desarrolladas en este documento forman parte del proyecto patrocinado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), según el convenio específico de colaboración UAMX No. 3431073. Los autores reconocen la valiosa colaboración del personal de la CFE, sin la cual no hubiera sido posible llevar a buen término este trabajo: Ing. Julio Díaz Vargas, Gerente de Seguimiento y Control; Edgar Gómez Flores, Subgerente de Normatividad; y Dulce Marian Segura Ruiz, Jefa del Departamento de Normatividad.

Agradecemos también las valiosas observaciones de los revisores para mejorar este escrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., abril-julio 2010, “El buen vivir, una utopía por (re)construir”, en *CIP-Ecosocial-Boletín-Ecos*, 11: 1-19.
- Aguado, M. *et al.*, 2012, “La necesidad de repensar el bienestar humano en un mundo cambiante”, en *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 119: 49-76
- Allardt, E., 1993, “Having, loving, being: An alternative to de Swedish model of welfare research”, en Nussbaum, M. y A. Sen (eds.), *The Quality of Life*, World Institute of Development Economics/Clarendon Press, Oxford, Reino Unido.
- Anspaugh, D. *et al.*, 2004, *Wellness: Concepts and Applications*, 6th ed., McGraw Hill, Boston.

- Brandes, L. *et al.*, 2005, *At a Watershed: Ecological Governance and Sustainable Water Management in Canada*, University of Victoria, Victoria, Canadá.
- Bolvinik, J., 1999, "Conceptos y Medidas de Pobreza", en Boltvinik, J. y E. Hernández, *Pobreza y Distribución del ingreso en México*, Siglo XXI Editores, México.
- Colby, E., 1991, "Environmental management in development: the evolution of paradigms", en *Ecological Economics*, 3: 193-213.
- Chávez, M., 2006, "Distintas vías para abordar la sustentabilidad: una exploración del camino seguido por el gobierno mexicano", en *Argumentos Estudios Críticos de la Sociedad*, Año 19, Núm. 51, 173-212.
- Conabio, 2006, *Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, Conabio, México.
- Correa, E., 1999, *Impactos socioeconómicos de grandes proyectos. Evaluación y Manejo*, 1ra. ed., Fondo FEN, Guadalupe Ltda, Colombia.
- Diener, E. *et al.*, marzo 1997, "Recent findings of subjective well-being", en *Indian J. Clinic. Psych*, 15-19.
- Doods, S., 1997, "Towards a 'science of sustainability': Improving the way ecological economics understands human well-being", en *Ecological Economics*, 23: 95-111.
- Doyal, L., 1994, *La teoría de las Necesidades*, FUHUEM (Economía Crítica) Barcelona.
- García, R. e I. González, 2000, "La categoría bienestar psicológico. Su relación con otras categorías sociales", en *Rev. Cubana Med. Gen. Integr.*, 16: 586-592.
- Gasper, D., 2002, "Human Well-being: Concepts and Conceptualizations", en *Discussion Paper No. 2004/06 United Nations University*, World Institute for Development Economics Research, Finlandia.
- Gough, I., 2003, "List and Thresholds: Comparing the Doyal-Gough Theory of Human Need with Nussbaum's Capabilities Approach", en *WeD working paper: WeD01*, ESRC Research Group on Wellbeing in Developing Countries.

- Goulder, H. y D. Kennedy, 1997, "Valuing Ecosystem services: philosophical bases and empirical methods", en Daily, C. (eds.), *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington, D.C.
- Gudynas, E., 1999, "Concepciones de la naturaleza y desarrollo en América Latina", en *Persona y Sociedad*, 13(1): 101-125.
- Gudynas, E., julio-diciembre 2010, "La senda biocéntrica: valores intrínsecos, derechos de la naturaleza y justicia ecológica", en *Tabula Rasa*, 13: 45-71.
- Guttman, E. et al., 2004, *Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá*, Cepal, UNDP (Serie Estudios y Perspectivas 3), Colombia.
- Hales, D., 2005, *An Invitation to Health for the Twenty-First Century*, 11a. ed., Thomson & Wadsworth Belmont, EEUU.
- Hu, Z. et al., 2008, "Linking stroke mortality with air pollution, income, and greenness in northwest Florida: An ecological geographical study", en *International Journal of Health Geographics*, 7(1), 20-42.
- Íñiguez, L., 1996, "Lo socioambiental y el bienestar humano", en *Rev. Cubana Salud Pública*, 22(1): 13-14, en http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2010/papers/HDRP_2010_01.pdf.
- Keyes, C., 1998, "Social well-being", en *Social Psychology Quarterly*, 61: 121-140.
- Larraín, S., 2002, "La línea de dignidad como indicador de la sustentabilidad socioambiental. Avances desde el concepto de vida mínima hacia el concepto de vida digna", en *Polis*, 3: 1-16.
- Lawton, P., 1972, "The dimension of morale", en *Research Planning and action Behavioral Publications*, Nueva York.
- Leff, E., 2004, "Racionalidad ambiental y diálogo de saberes", en *Polis*, 7: 1-29.
- MA, 2003, *Ecosystems and human well-being. Millenium Ecosystem Assessment*, Island Press, Washington.

- MA, 2005, "Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry", en *Millennium Ecosystem Assessment/World Resources Institute*, Washington D.C.
- Martínez, E., 2000, *Ética para el desarrollo de los pueblos*, Trotta, España.
- Mass, M., 2003, "El agua como elemento integrador de los procesos funcionales del ecosistema", en *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI*, Ávila, G. (ed.), El Colegio de Michoacán, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, SEMARNAT: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- May, D., 2007, "Determinants of well-being 1-7", en *Memorial University of Newfoundland and Newfoundland and Labrador Statistics Agency*, en <http://www.communityaccounts.ca>.
- McDonough, W., 1992, *The Hannover Principles, Design for Sustainability*, Prepared for EXPO 2000, The World's Fair, William McDonough Architects, Hannover, Alemania, en www.mcdonough.com/principles.pdf.
- Michalos, C., 1985, "Multiple discrepancies theory (MDT)", en *Social Indicators Research*, 16(4): 347-413.
- Miller y Foster, 2010, *Critical Synthesis of Wellness Literature*, Faculty of Human and Social Development and Department of Geography, University of Victoria, Canadá.
- Montes, C. y O. Salas, 2007, "La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano", en *Ecosistemas*, 16 (3): 137-147
- Morales, N., 1994, "Sociedad y bienestar: El concepto de bienestar", en *Anuario Filosófico*, 27: 603-611.
- OCDE, 2014, *How's Life? Measuring Well-being*, en <http://www.oecd.org/statistics/howslife.htm>.
- Pacheco, M., 2005, "El ambiente, más allá de la naturaleza", en *Elementos*, 57: 29-33.
- Pierri, N., 2001, "Historia del concepto de desarrollo sustentable", en Pierri, N. y G. Foladori (eds.), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Trabajo y Capital, Uruguay, 2001.

- PNUD, 2010, *Informe sobre Desarrollo Humano 2010*, Edición del Vigésimo Aniversario, *La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano*, en <http://hdr.undp.org/es/informes/mundial/idh2010/>
- Prieto, L., 1991, "Notas sobre el bienestar", en *Memorias de la Jornada "El concepto de bienestar"*, Tosa de Mar, España, abril de 1990, en http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/02472776436247507976613/cuaderno9/doxa9_08.pdf
- Renger, F. et al., 2000, "Optimal Living Profile: An inventory to assess health and wellness", en *American Journal of Health Promotion*, 24(6): 403-412.
- Sebastián, J., 1986, "Psicología Humanista y Educación", en *Anuario de Psicología*, 34: 85-102.
- Sempere, J., 2009, *Mejor con menos. Necesidades, explosión consumista y crisis ecológica*, Crítica, Barcelona.
- Sen, A., 1993, "Capability and wellbeing", en Nussbaum, M. y A. Sen, (eds.), *The Quality of Life*, World Institute of Development/Clarendon Press, Oxford.
- Takács, A., 2004, "The major transitions in the History of Human Transformation of the Biosphere", en *Human Ecology Review*, 11(1): 51-66, en <http://www.humanecologyreview.org/pastissues/her111/111takacsanta.pdf>.
- Travers, P. y S. Richardson, 1993, "Material Well-Being and Human Well-Being", en Ackerman, F. (ed.), *Human Well-Being and Economic Goods*, Island Press, Washington.
- UNEP, 2007, *Global Environment Outlook GEO4 environment for development*. United Nation Environmental Programme, Nairobi, Kenya, en http://www.unep.org/geo/geo4/report/GEO-4_Report_Full_en2.pdf.
- Valdez, M., 1991, "Dos aspectos en el concepto de bienestar", en *Memorias de la Jornada "El concepto de bienestar"*, Tosa de Mar, España, abril de 1990, en http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/02472776436247507976613/cuaderno9/doxa9_04.pdf
- Ward, B. y R. Dubos, 1972, *Una sola tierra*, Fondo de Cultura Económica, México.

FIAN International, 2014. El derecho humano a una alimentación adecuada en el marco estratégico mundial para la seguridad alimentaria y la nutrición. Un consenso global¹

Adolfo Álvarez Macías²

Se presenta la reseña de un documento que, aunque sea pequeño (por su número de páginas), se considera relevante y estratégico por su contenido. Esta publicación documenta el consenso logrado en el Marco Estratégico Global para la Seguridad Alimentaria y Nutricional (MEM), con el fin de delinear recomendaciones importantes para garantizar el derecho a la alimentación. Para su elaboración fue adoptado el lenguaje acordado por el mismo MEM como base para el trabajo de promoción e información. Dentro de su contenido se destacan las sugerencias a las partes interesadas de cómo traducir el consenso global a la práctica a nivel nacional, en particular, mediante la presentación de experiencias y estudios de casos que demuestran la importancia de un enfoque de la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) basada en los derechos humanos. Además, en el documento se presentan recomendaciones orientadas a impulsar políticas específicas para grupos vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional (INSAN).

¹ Departamento de Desarrollo Económico y Social, FAO, Roma, 26 pp.

² Personal Académico del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: aalvarez@correo.xoc.uam.mx

En ese marco, el MEM reafirma lo acordado en su origen, en 2009, en el sentido de que la principal responsabilidad y apropiación de las políticas y estrategias nacionales dirigidas por los países es de los gobiernos nacionales. Se resalta que dichas políticas y programas deberían ser coherentes con los principios de derechos humanos, y deberían elaborarse de tal forma que sean participativas e inclusivas, como ocurre con los procesos del Comité Mundial de Seguridad Alimentaria (CSA).

Lo anterior obliga a diferentes actores, entre ellas agencias intergubernamentales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), el Programa Mundial de Alimentación (PMA) y los *Centros Internacionales de Investigación Agrícola del grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAI)* –así como iniciativas de otros foros internacionales e intergubernamentales–, a asegurar la coherencia de sus políticas y programas a nivel nacional, regional y mundial con el consenso alcanzado a través del proceso del MEM.

Durante las consultas sobre el MEM, los miembros del CSA decidieron, después de extensos debates, reconocer un principio fundamental: el papel esencial del enfoque basado en derechos humanos para la seguridad alimentaria y la nutrición, en particular el derecho a una alimentación adecuada e integrar de forma sistemática este enfoque en el documento. El derecho a una alimentación adecuada y la seguridad alimentaria son los únicos dos conceptos incluidos en la sección de definiciones del MEM, pero se consideran como centrales y consensuados a nivel internacional.

En la sección sobre el derecho a una alimentación adecuada se hace referencia al reconocimiento de la existencia de este derecho en la legislación internacional de derechos humanos, así como en la definición propuesta por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales en su Observación General n° 12 de 1999: “El derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea solo o en

común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla”.

El MEM, explícitamente, presta atención prioritaria, en todo el documento a los productores de alimentos a pequeña escala, incluidos agricultores, trabajadores del sector agroalimentario, pescadores artesanales, pastores, pueblos indígenas, los sin tierra, mujeres y jóvenes, ya que se consideran entre los más vulnerables a la INSAN.

En este escenario, la FAO propuso utilizar los principios PANTHER (participación, responsabilidad, no discriminación, transparencia, dignidad humana, empoderamiento y estado de derecho) a la hora de aplicar el enfoque basado en derechos humanos, a las políticas y programas relacionados con la seguridad alimentaria y la nutrición en todos los niveles y fases del proceso, que el MEM asumió plenamente. Así, la integración de los principios de derechos humanos en las políticas y programas relacionados con la seguridad alimentaria y la nutrición puede contribuir de forma significativa a lograr medidas más eficaces para combatir el hambre y sus causas originarias.

De manera importante, se argumenta que la sostenibilidad de los esfuerzos para erradicar el hambre solo puede alcanzarse cuando los que están en riesgo sean empoderados y tengan acceso, en todo momento, a instrumentos de rendición de cuentas que promuevan y protejan de forma efectiva su derecho humano a una alimentación adecuada.

El abanico de actores a los que se dirige el MEM no se limita a un pequeño grupo de profesionales de la seguridad alimentaria y la nutrición; todo lo contrario, se dirige a todas las partes interesadas que toman decisiones, con un impacto directo o indirecto, sobre la seguridad alimentaria y la nutrición. En efecto, el MEM pone de relieve la coherencia de las políticas y está dirigido a las autoridades responsables de la adopción de las decisiones y políticas, tales como las comerciales, agrícolas, sanitarias, ambientales, de recursos naturales y económicas o de inversión, entre otras.

El MEM debería ser asimismo un instrumento importante para informar las medidas de los responsables de la adopción de políticas y decisiones, de los asociados en el desarrollo, de organismos de cooperación y humanitarios, así como de organizaciones internacionales y regionales, instituciones financieras, instituciones de investigación, organizaciones de la sociedad civil (OSC), el sector privado, las ONG, y todas las demás partes interesadas que se ocupan de las esferas de la seguridad alimentaria y la nutrición en los planos mundial, regional y nacional. Esta coordinación se ha revelado insuficiente en el pasado y pareciera un acierto que se valore e impulse.

En términos prácticos, el MEM incluye consejos detallados en *siete etapas*, mismas que los Estados pueden emprender para desarrollar e implementar políticas nacionales de seguridad alimentaria y nutrición sobre la base de las *directrices* del derecho a la alimentación. Estas etapas han de entenderse en cada contexto y deberían aplicarse de forma flexible, dado que se ofrece un enfoque que construye los elementos fundamentales para la realización progresiva del derecho a la alimentación como objetivo último, usando los principios PANTHER para orientar los procesos de decisión, implementación y evaluación. Las etapas se desglosan a continuación:

Primera etapa: “Determinar cuáles son las personas que padecen inseguridad alimentaria, dónde viven y por qué sufren hambre. Analizar las causas subyacentes de su inseguridad alimentaria utilizando datos desglosados a fin de que los gobiernos puedan orientar más acertadamente sus iniciativas”. En ese sentido, en Brasil, el Sistema de Información sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición contiene una amplia página web de datos sociales creada por el Ministerio de Desarrollo Social y de Lucha contra el Hambre. Incluye datos e indicadores sobre SAN.

Segunda etapa: “Realizar una evaluación exhaustiva, en consulta con las principales partes interesadas, de las políticas, las instituciones, las leyes,

los programas y las asignaciones presupuestarias existentes con objeto de determinar de mejor manera tanto las limitaciones como las oportunidades para responder a las necesidades y los derechos de las personas que padecen inseguridad alimentaria". A través de las misiones en países del Relator Especial de las Naciones Unidas sobre el derecho a una alimentación adecuada, se han hecho contribuciones importantes a las evaluaciones nacionales. Entre 2009 y 2013, se han llevado a cabo misiones en Benín, Brasil, Guatemala, Nicaragua, Siria, China, México, Sudáfrica, Madagascar, Canadá, Camerún y Malawi.

Tercera etapa: "Con apego a la evaluación, adoptar una estrategia nacional de seguridad alimentaria y nutrición basada en los derechos humanos como un plano de ruta con objeto de coordinar las medidas gubernamentales encaminadas a la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada. Esta estrategia debería incluir objetivos, plazos, responsabilidades e indicadores de evaluación conocidos por todos, y debería sentar las bases para la asignación del presupuesto correspondiente".

Cuarta etapa: "Determinar las funciones y responsabilidades de las instituciones públicas competentes en todos los niveles a fin de garantizar la transparencia, la rendición de cuentas y una coordinación eficaz y, en caso necesario, establecer, reformar o mejorar la organización y la estructura de estas instituciones públicas".

Quinta etapa: "Considerar la posibilidad de integrar el derecho a la alimentación en la legislación nacional, como la Constitución, una ley marco o una ley sectorial, estableciendo así una norma vinculante a largo plazo para el gobierno y las partes interesadas". Así, por ejemplo, con la adopción de la ley LOSAN, Brasil ha desarrollado los marcos institucionales y legislativos más amplios para el decreto del derecho a una alimentación adecuada. Además de tener el objetivo específico de pro-

pugnar el derecho a una alimentación adecuada, entre otros, LOSAN crea el Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Sisan), y consolida el Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Consea) como un órgano asesor bajo la Presidencia, que tiene dos tercios de representación de organizaciones de la sociedad civil, así como la responsabilidad de ofrecer orientación política al Sisan, evaluarlo y monitorear la implementación de las políticas y planes de SAN.

De 2004 a 2012, varios países han hecho lo mismo y han incluido una garantía explícita del derecho a la alimentación en su Constitución, incluidos Bolivia, República Democrática del Congo, República Dominicana, Ecuador, Kenia, Maldivas, México y Níger. Estos países se unieron a aquellos que ya tenían una garantía explícita para todos, así como a aquellos que la tenían para grupos sociales específicos.

Sexta etapa: “Supervisar las repercusiones y los resultados de las políticas, la legislación, los programas y los proyectos con vistas a medir los logros de los objetivos establecidos, subsanar las posibles deficiencias y mejorar constantemente las medidas gubernamentales”. Lo anterior podría incluir evaluaciones de los efectos de políticas y programas desde el punto de vista del derecho a la alimentación. Es preciso prestar especial atención a la vigilancia de la situación de la seguridad alimentaria de los grupos vulnerables, especialmente las mujeres, los niños y los ancianos, así como su situación nutricional, en particular la prevalencia de carencias de micronutrientes.

En la actualidad, el compendio anual más amplio de este tipo de informes de monitoreo de la sociedad civil es el Observatorio del Derecho a la Alimentación y a la Nutrición. Se trata de una iniciativa de la sociedad civil de un grupo diverso de 17 organizaciones no gubernamentales, movimientos sociales y redes internacionales y nacionales, que monitorea la implementación del derecho a una alimentación adecuada en todo el mundo desde 2008. Este informe anual ha examinado la

situación del derecho a una alimentación adecuada en más de 50 países en todos los continentes.

Séptima etapa: “Establecer mecanismos de rendición de cuentas y reclamo, que pueden ser judiciales, extrajudiciales o administrativos, para que los titulares de derechos puedan exigir responsabilidades a los gobiernos y para garantizar la adopción de medidas correctivas sin demoras cuando las políticas o programas no se apliquen o presten los servicios previstos”.

El MEM reconoce que los principios PANTHER, desarrollados por la FAO, deberían usarse como una herramienta práctica para ayudar a desarrollar políticas de seguridad alimentaria y nutrición de forma responsable: participación, responsabilidad, no discriminación, transparencia, dignidad humana, empoderamiento y estado de derecho. En ese sentido, se sugieren medidas prácticas que pueden adoptarse sobre la base de las siete etapas, antes expuestas, para la implementación del derecho a la alimentación. En especial, se distinguen las siguientes políticas específicas que se deben privilegiar:

A) Políticas específicas para los trabajadores del sector agroalimentario.

El MEM hace una mención concreta de la falta de empleo digno y del insuficiente poder adquisitivo de los trabajadores con salarios bajos, y de los pobres rurales y urbanos, como algunas de las causas originarias del hambre, en razón de que las leyes laborales básicas, las políticas de salario mínimo y los regímenes de seguridad social, generalmente no abarcan a los trabajadores rurales.

B) Políticas específicas para asegurar los derechos de las mujeres.

El MEM también hace referencia a la discriminación jurídica y cultural como una causa estructural del hambre. Presta atención especial a abor-

dar las necesidades nutricionales de las mujeres y las niñas, y reconoce marcos jurídicos internacionales relevantes para lograr la seguridad alimentaria de las mujeres.

C) Políticas específicas sobre tenencia de la tierra, la pesca y los bosques.

El MEM apoya plenamente los principios clave negociados en el proceso de las *directrices* voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques, valorando lo siguiente:

- a) Dar reconocimiento y respetar a todos los titulares legítimos y sus derechos de tenencia;
- b) salvaguardar los derechos legítimos de tenencia frente a las acciones que puedan amenazarlos y ante las infracciones;
- c) promover y facilitar el goce de los derechos legítimos de tenencia;
- d) proporcionar acceso a la justicia para hacer frente a las violaciones de los derechos legítimos de tenencia;
- e) prevenir las disputas relacionadas con la tenencia, los conflictos violentos y la corrupción.

Se concluye que comparado con marcos mundiales similares sobre SAN, como las declaraciones de las cumbres mundiales de la alimentación de 1996 y de 2009, o el Marco Amplio para la Acción Actualizado de las Naciones Unidas, el MEM es el más avanzado en lo que respecta a la incorporación e integración sistemática del derecho a una alimentación adecuada. Esto tiene un valor especial puesto que la Primera Versión del MEM fue aprobada por consenso entre los gobiernos en el marco del CSA.

En síntesis, el MEM contribuye al entendimiento de la primacía de los derechos humanos en el ámbito de políticas relevantes para la alimentación y la nutrición. También coadyuva a aumentar el reconocimiento de la coherencia de derechos humanos en el ámbito de la SAN.

En el mismo plano, el MEM indica claramente que los mecanismos de monitoreo y rendición de cuentas eficaces de políticas relevantes para la SAN han de basarse en los derechos humanos. Tal entendimiento implica la inclusión y aplicación consecuentes de los indicadores de derechos humanos en el monitoreo de los procedimientos de rendición de cuentas nacionales, regionales y mundiales. En este contexto, las plataformas o consejos nacionales garantizan que la participación de un amplio abanico de actores relevantes, como gobiernos, productores de alimentos a pequeña escala, sociedad civil, mundo académico, sector privado y organizaciones internacionales, desempeñen un papel central en estos objetivos.

Guía para autores ¹

Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente

Tipo de contribución

1. Artículos de investigación
2. Notas de investigación
3. Ensayos y revisiones bibliográficas
4. Reseñas de libros y comentarios

Los *Artículos de investigación* deben reportar resultados de investigaciones originales y no haber sido entregados para su publicación en cualquier otro medio. Los artículos no deben rebasar más de 30 cuartillas manuscritas incluyendo figuras, cuadros, referencias, etc.

Las *Notas de investigación* son una descripción concisa y completa de una investigación limitada, la cual no puede ser incluida en un estudio posterior.

La *Nota científica* debe estar completamente documentada por referencias bibliográficas y describir la metodología empleada como en un artículo de investigación. No deberá exceder las 15 cuartillas, incluyendo figuras, cuadros y referencias.

Los *Ensayos y revisiones bibliográficas* deben incluir un tema de interés actual y relevante. Estos trabajos no deben exceder las 20 cuartillas.

¹ Para mayores detalles revisar esta guía en extenso en la página web de la revista: <http://xoc.uam.mx/>

Las *Reseñas de libros* pueden ser incluidas en la revista en un rango de libros relevantes que no tengan más de 2 años de haber sido publicados. Las reseñas no deben exceder las 6 cuartillas.

Presentación de textos

La presentación implica que todos los autores autorizan la publicación del documento y que están de acuerdo con su contenido. Al aceptar el artículo la revista puede cuestionar a el (las, los) autor(as, es) para transferir el derecho de su artículo a la editorial.

Los trabajos para consideración pueden ser enviados de dos formas:

1. Archivo electrónico. Se enviará en documento de word como un archivo adjunto al correo electrónico aalvarez@correo.xoc.uam.mx. Mediante la misma vía se realizará el acuse de recibo.
2. Documento impreso (papel). Se enviarán las copias impresas por mensajería a:

Adolfo Álvarez Macías

Director Editorial

Revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*

Edificio 34, 3° piso, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, CP 04960, México, D.F.

Tel: 5483-7230 y 31

Archivo electrónico

Se enviará el trabajo en dos archivos adjuntos. El primero incluirá el texto completo; el segundo, en caso de existir, las gráficas, tablas o figuras. El documento deberá tener los cuatro márgenes de 2.5 centímetros y nume-

rarse de manera continua todos los renglones. El tipo de letra será Arial, tamaño 12 puntos a espacio de 1.5 de interlínea. Las cuartillas deberán estar numeradas.

Documento impreso

Para la consideración inicial del texto, es necesario enviar tres copias impresas en total, adjuntando las versiones electrónicas. Posterior a la aceptación final, deberá enviarse en un disco compacto (CD) con dos archivos: la versión final y una sugerencia de cómo quedaría impreso. En la etiqueta del disco, es necesario indicar el nombre de los archivos así como de los autores.

Preparación y consideraciones generales para el manuscrito

1. El texto deberá ser escrito en español, inglés o francés.
2. Si se decide enviar el documento impreso, es necesario adjuntar las ilustraciones originales y dos juegos de fotocopias (tres impresiones de una fotografía).
3. Deberá tener las líneas numeradas, incluyendo resumen, pies de página y referencias.
4. El texto deberá tener el siguiente orden:
 - Título (Claro, descriptivo y corto).
 - Nombre de el (las, los) autor (as, es).
 - Teléfono, correo electrónico y fax del primer autor para recibir correspondencia.
 - Dirección actual de el (las, los) autor (as, es).
 - Resumen.
 - Palabras clave (términos indexados) de 3 a 6.
 - Introducción.
 - Descripción del área, métodos y técnicas.

- Resultados.
- Discusión.
- Conclusión.
- Agradecimientos y reconocimientos.
- Referencias.
- Cuadros.
- Mapas o anexos diversos.

Nota: El título y subtítulo deberán estar en líneas diferentes sin sangrías. Se utilizarán altas y bajas; se escribirá con mayúsculas el carácter inicial y los nombres propios.

5. Se deben utilizar unidades del Sistema Internacional (SI).

Resumen

El resumen deberá ser claro, descriptivo y contener no menos de 800 ni más de 900 caracteres sin considerar los espacios para cada uno de los idiomas en que se presente. Se deberá incluir el resumen en español.

Es conveniente incluir en el resumen los resultados más significativos así como las principales conclusiones.

Cuadros

1. El autor deberá tener en cuenta las limitaciones en tamaño y presentación de la revista. Deberán evitarse cuadros largos, y exceder las dimensiones de una cuartilla (21 x 27,9 centímetros). El cambiar columnas y renglones puede reducir la dimensión del cuadro.
2. Los cuadros se enumeran de acuerdo a su secuencia en el texto y en números arábigos. El texto debe incluir la fuente de todos los cuadros.
3. Cada cuadro estará impreso en una cuartilla separada del texto.
4. Cada cuadro debe tener un título corto y autoexplicativo. El tipo de

letra deberá ser el mismo que el utilizado en el texto (arial, 12 pts.) y colocarse al centro y arriba.

5. Los cuadros elaborados deberán ser propios con base en la información generada por los (as) autores (as). Si llegasen a utilizar información secundaria, deberá darse el crédito correspondiente a la fuente utilizada.

Ilustraciones

1. Todas las ilustraciones (mapas, líneas de dibujo y fotografías) deberán enviarse por separado, sin marco y ajustarse al tamaño de una cuartilla (21 x 27.9 cm).
2. Las ilustraciones deberán ser secuenciadas con números arábigos de acuerdo al texto. Las referencias deben ser hechas en el texto para cada ilustración.
3. Las ilustraciones que contengan texto deberán estar en Indian ink o en etiquetas impresas. Asegurarse que el tamaño del caracter sea lo bastante grande para permitir una reducción del 50% sin volverse ilegible. Los caracteres deberán estar en español, inglés y francés. Usar el mismo tipo de caracter y estilo de la revista.
4. Cada ilustración debe tener una leyenda.
5. Las fotografías sólo son aceptables si tienen un buen contraste e intensidad. Las copias deben ser nítidas y brillantes.
6. Pueden enviarse ilustraciones a color, pero deberá tomarse en cuenta que serán convertidas en escala de grises para su publicación.
7. El formato de entrega será tiff o eps en alta resolución (300 dpi a tamaño carta o proporcional para su manejo).

Referencias

1. Todas las publicaciones citadas a lo largo del documento deberán ser presentadas con datos en la lista de referencias al final del texto.

2. Dentro del texto, al referirse a un autor (as, es) deberá hacerse sin inicial seguido del año de publicación y, de ser necesario, por una referencia corta sobre las páginas. Ejemplo: “Desde que Martínez (2007) demostró que...”, “Esto coincide con resultados posteriores (Sánchez, 2009: 20-21)”.
3. Si la referencia que se indica en el texto es escrita por más de dos autores, el nombre del primer autor será seguido por “et al.” o “y colaboradores”. Esta indicación, sin embargo, no deberá ser usada en la lista de referencias ni en itálicas.
4. La lista de referencias deberá indicarse en orden de acuerdo al apellido de el (as, os) autor (as, es), y cronológicamente por autor.
5. Usar el siguiente sistema para indicar las referencias:

a. De publicación periódica

Gligo, N., 1990, “Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola”, *Comercio Exterior*, 40(12):135-142.

b. Editado en Simposium, edición especial etc, publicación en periódico

CIAT-UNEP, 1995, Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe, Documento de discusión, Taller regional sobre uso y desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad, PNUMA, México.

c. De libros

Sassen, S., 1999, *La ciudad global*, EUDEBA/Universidad de Buenos Aires, Argentina.

d. De un capítulo en libro

Muñoz, O., 1991, “El proceso de industrialización: teorías, experiencias y políticas”, en Sunkel, O., (comp.), *El desarrollo desde dentro*, Lecturas, núm. 71, FCE, México.

e. De tesis

Evangelista, O. y C. Mendoza, 1987, *Calendarios agrícolas en cuatro ejidos del Municipio de Coxquibui, Veracruz*, tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

f. De referencias de sitios

Banco Central de la República Argentina, 2005. "Entidades Financieras: Información por entidad", disponible en <http://www.bcr.gov.ar/comunes/p0003.asp>, consultado el 23/01/2005. Fecha última actualización: 07/01/2005. Unión Cívica Radical: Comité Nacional (UCR Web). Disponible en: <http://www.ucr.org.ar/>, consultado el 28/10/2000.

g. De artículos de publicaciones periódicas en bases de datos

Schrader, A., 1999, "Internet Censorship: Issues for teacher-librarian", en *Teacher Librarian*, vol. 26, núm. 5, Academic Search Elite, pp. 8-12, disponible en <http://www.epnet.com/ehost/login.html>, consultado el 28/11/2000.

Para otros ver detalles en página web de la revista.

Fórmulas

1. Las fórmulas deberán ser escritas de acuerdo a los estándares de la revista. Dejar un espacio amplio alrededor de las fórmulas.
2. Los subíndices y superíndices deberán ser claros.
3. Los caracteres griegos y otros no latinos o símbolos escritos a mano deberán ser explicados e indicar su significado al margen de la página en donde aparecen por primera vez. Tener especial cuidado para mostrar claramente la diferencia entre un cero (0) y el caracter O y entre el 1 y el caracter I.
4. Para indicar fracciones simples, utilizar la diagonal (/) en lugar de una línea horizontal.

5. Enumerar, en paréntesis, las ecuaciones a la derecha. En general, sólo las ecuaciones explícitamente referidas en el texto, necesitan ser numeradas.
6. Se recomienda el uso de fracciones en lugar de signos de raíz.
7. Los niveles de significancia estadística que son mencionados sin más explicación son $P < 0.05 = *$, $P < 0.01 = **$ y $P < 0.001 = ***$
8. En las fórmulas químicas, las valencias de los iones deberán indicarse, por ejemplo, como Ca^{2+} y no como Ca^{++} .

Pie de página

1. Se recomienda hacer los pies de página a través de un procesador de textos.
2. En caso de utilizarlos, deberán numerarse en el texto, indicando el número como superíndice y que sean tan cortos como sea posible. El tamaño del carácter será de 8 pts.

Nomenclatura

1. Los autores y editores aceptarán las normas de nomenclatura biológica vigente.
2. Todos los seres vivos (cultivos, plantas, insectos, aves, mamíferos, etc.) deberán ser identificados por sus nombres científicos, con excepción del nombre común de animales domésticos.
3. Todos los seres vivos y otros compuestos orgánicos deberán ser identificados por sus nombres genéricos cuando son mencionados por primera vez en el texto. Los ingredientes activos de todas las formulaciones deberán ser igualmente identificadas.

Derechos de autor

1. Cuando el autor cite algún trabajo de otra persona o reproduzca una ilustración o tabla de un libro o artículo de revista debe estar seguro de no estar infringiendo los derechos de autor.
2. Aunque en general un autor puede citar de otro trabajo publicado, debe obtener permiso del poseedor del derecho de autor si se requiere reproducir tablas, placas u otras ilustraciones.
3. El material en trabajos no publicados o protegidos, no podrá ser publicado sin obtener el permiso por parte del poseedor de los derechos.
4. Deberá incluirse un agradecimiento por algún material autorizado para su publicación.

Criterios de ditaminación y pruebas del formato del trabajo

1. Una vez revisado, conforme a las políticas de la revista, cada texto será sometido para su dictamen al menos a dos revisores miembros del Comité Editorial. Para ser publicado cada trabajo deberá contar con dos dictámenes aprobatorios.
2. Si el documento cuenta con observaciones, se regresará el texto para la corrección. Una vez realizadas las correcciones conforme a los criterios de evaluación del Comité Editorial de la revista, se enviará una prueba de formación al autor correspondiente. Sólo los errores tipográficos serán corregidos; no se harán cambios o adiciones al documento.

Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente.

Revista electrónica

Se terminó de formar en Octubre de 2014