



Mesa de Trabajo 4

Agua y Alimentos y Energía

RESUMEN EJECUTIVO

Panelistas (orden alfabético):

Dr. Enrique Rodolfo Bazúa Rueda, Facultad de Química, UNAM

Dr. Otoniel Carranza Díaz, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS

Dr. Zeferino Gamiño Arroyo, Universidad de Guanajuato

Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Dra. Lorena Eugenia Sánchez Cadena, Universidad de Guanajuato

Participantes:

Pas. IQ Diego Josué Cruz-Rodríguez, Facultad de Química, UNAM

Est. Marlene Gómez, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

Biol. Juan Eduardo Guzmán Ibarra, Estudiante Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, UAS

IQ Manuel José Leal-Gutiérrez, Estudiante Maestría en Ingeniería, Facultad de Química, UNAM

Pas. IQ Kiara Mary Joan Nava-Castro, Facultad de Química, UNAM

Moderadora:

Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa, Facultad de Química, UNAM

Índice

	Página
1. Problemática	3
2. Propuestas	3
2.1. Agua	3
2.2. Alimentos	5
2.3. Energía	6
Referencias	7
Anexo 1. Calendario	8
Anexo 2. Contribuciones por orden alfabético	8
Dr. Enrique Rodolfo Bazúa-Rueda, Facultad de Química, UNAM	8
Dr. Otoniel Carranza Díaz, Facultad de Ciencias del Mar, UAS	9
Pas. IQ Diego Josué Cruz-Rodríguez, Facultad de Química, UNAM IQ Manuel José Leal-Gutiérrez, Estudiante Maestría en Ingeniería, Facultad de Química, UNAM Pas. IQ Kiara Mary Joan Nava-Castro, Facultad de Química, UNAM	10
Dr. Zeferino Gamiño Arroyo, Universidad de Guanajuato Dra. Lorena Eugenia Sánchez Cadena, Universidad de Guanajuato	12
Est. Marlenne Gómez, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros	15
Biol. Juan Eduardo Guzmán Ibarra, Estudiante Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, UAS	16
Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan	19

1. Problemática

La gestión del agua es un problema mundial. Para resolverlo se requiere abordarlo desde diferentes facetas. En la Mesa de Trabajo 4 relacionada con AGUA-ALIMENTOS-ENERGÍA se consideró lo que la Organización de las Naciones Unidas ha dado en llamar: Nexo Ag-E-AI (en inglés *W-E-F Nexus* por *Water-Energy-Food*). A partir de este momento se usará este acrónimo: N-Ag-E-AI. La Figura 1 muestra la importancia de esta interacción de forma sencilla (GIZ, presentación).



Figura 1. Enfoque NEXUS: Abastecimiento sin sobreexplotación (Klein y Pasternack, 2016) (en espera de la autorización de uso de su figura solicitada a los autores)

2. Propuestas

Estas propuestas están dirigidas a dos instancias en este momento: El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados.

2.1. Agua

El agua, objetivo de este Foro, es el actor principal. Por tanto, las propuestas se centraron en hacer fácilmente accesibles los inventarios que ya se han hecho en México con el apoyo de

varias instancias internacionales para conocer la cantidad de agua que se emplea en los rubros dirigidos a la producción de alimentos y a la producción de energía.

2.1.1. Se dio el ejemplo de las granjas camaronícolas y piscícolas nacionales (generalmente aglutinadas como granjas acuícolas) que se encuentran en 17 estados costeros de la República Mexicana actualizando o iniciando un registro de la cantidad de agua que es utilizada por esta industria. En una primera instancia, se podrían destinar recursos públicos para actualizar o crear los inventarios firmando previamente un acuerdo con los propietarios de las granjas acuícolas nacionales (incluidos pequeños productores) para que den información fidedigna y que se comprometan a participar en proyectos tendientes a minimizar el uso del agua a través de su tratamiento y reutilización. Asimismo, se deben destinar recursos públicos a las instituciones de educación superior e investigación y universidades dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente esta industria. La investigación en la industria acuícola es costosa pero se pueden obtener grandes beneficios si se desarrolla con un plan a largo plazo a nivel nacional. Otra variante podría ser fortalecer a instituciones como CONAPESCA e INAPESCA con recursos públicos para apoyar el desarrollo sustentable y ordenado de esta industria así como para acceder a fondos públicos por convocatoria abierta, transparente y puntual.

2.1.2. Respecto del uso del agua para la agricultura y la ganadería (INEGI, 2008, 2018), se ofrecen estas opciones para fortalecer la producción agrícola y pecuaria a través de la SADER con el apoyo de otras secretarías y los profesores-investigadores de los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente la producción de alimentos por pequeños, medianos y grandes predios. Al igual que para la acuicultura deben firmarse convenios entre las autoridades y los propietarios, comuneros, ejidatarios, etc., para tener su compromiso de mejorar la productividad de su producción de alimentos:

- Promover la reconversión de cultivos dependiendo del tipo de suelos, propiciando cultivos con menor consumo de agua y mayor valor agregado para los agricultores.
- Promover sistemas de producción sostenible que eviten el agotamiento del suelo y el uso de plaguicidas siguiendo el ejemplo de la cultura prehispánica de la milpa en los predios pequeños y medianos y en los predios más grandes promoviendo el control de plagas mediante agentes biológicos.
- Promover el reaprovechamiento integral de los cultivos empleando, por ejemplo, los esquilmos como fuente de energía mediante sistemas biotecnológicos capacitando a los agricultores a usar biorreactores anaerobios para producir biogás rico en metano y/o sistemas de gasificación para producir gas de síntesis y producir electricidad con ellos o biocombustibles.
- Generar acciones y obras de conservación para la recuperación de suelo y agua.
- Fomentar sistemas de cosecha de agua en épocas de lluvias.
- Apoyar, invertir y asesorar en sistemas modernos de riego como son los de aspersión y de goteo.
- Rehabilitar y construir obras de captación de aguas superficiales en las comunidades.

- Renovar los inventarios ganaderos y promover especies que demanden menor cantidad de agua.
- Dar autonomía a los productores agrícolas y pecuarios con respecto del costo de sus productos, de tal manera que se garantice la recuperación de costos de producción. Con esto se favorecería la implementación de insumos menos contaminantes y hacer un uso eficiente del agua.
- Garantizar que las personas que ocupen puestos estratégicos en materia de agricultura, ganadería y ambiente, tengan la capacidad para gestionar y destinar recursos a las áreas de urgente necesidad, con la finalidad de impulsar el desarrollo de tecnologías verdes.

Finalmente, en las zonas urbanas, se tiene que resolver la problemática del uso del agua y su saneamiento con las siguientes acciones:

- Uno de los puntos básicos a resolver pero no por ello fácil de lograr, es cambiar la manera en la que percibimos a las zanjas agrícolas y urbanas también conocidos como zanjas o canales de drenaje superficiales incluidos los drenajes pluviales tipo canal superficial, ya que gran parte de la población los ve literalmente como basureros. Adicionalmente, reducir los residuos que desechamos en las calles, ya que muchos de estos desechos son transportados en eventos de lluvia por estos sistemas de drenaje, causando problemas de taponamiento y contaminación.
- Es necesario que el desarrollo urbano se realice de manera ordenada y planificada, para evitar la saturación de los sistemas de captación de escorrentías urbanas.
- La generación de información científica es pieza fundamental para conocer la dinámica y el beneficio de estos sistemas, ya que conocer su funcionamiento permitirá desarrollar estrategias de biorremediación para el mejoramiento de la calidad del agua de las escorrentías urbanas que descargan en la zona costera.
- Es sumamente necesario trabajar en conjunto con otras áreas del conocimiento, disciplinas y/o instituciones para mejorar la percepción de la problemática, aumentar capacidad de análisis, crear vínculos y desarrollar proyectos que tengan un mayor beneficio ecológico, social y económico.

2.2. Alimentos

Dentro de la producción de alimentos, los rubros del agua y la energía son fundamentales. Por ello, en la Mesa de Trabajo se plantearon los siguientes rubros, dirigidos como ya se dijo arriba a las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la CCTI de la H. Cámara de Diputados para que, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) desarrollen una estrategia similar a la que se dio en México a mediados de los años 30 del Siglo XX para producir bienes de capital sustentables (tractocamiones, implementos agrícolas, silos, fábricas de pre-proceso con tecnologías apropiadas a cada tipo de alimento para evitar o disminuir sensiblemente las pérdidas post-cosecha o para reaprovechar de forma integral los productos pecuarios o piscícolas, entre otros apoyos para la producción de alimentos, permitiendo que lleguen alimentos estables a los centros urbanos sin necesidad de adicionarles sustancias químicas, basados en las tecnologías tradicionales

como ocurrió en sus inicios con las harinas de maíz nixtamalizadas (solamente la cal, que es parte del proceso precolombino y que hace que el calcio se vuelva biodisponible mejorando la salud) y las tortilladoras, ambas tecnologías desarrolladas por el IMIT, ya desaparecido, que redujeron el trabajo de muchas mujeres en condiciones de pobreza. Las funciones del otrora IMIT pueden ser ahora sustituidas por toda la cohorte de profesores-investigadores que se han formado en México en estos casi 80 años desde entonces y que desde sus instituciones pueden con creces cumplir con estas expectativas, como se ha hecho en China y Corea. Los investigadores que están actualmente en los Centros financiados por el Conacyt y sus enormes equipamientos e infraestructuras se deberían incorporar a las universidades o instituciones de educación superior e investigación ya que su desempeño en todos estos años no ha beneficiado a la sociedad en su conjunto.

2.3. Energía

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *FAO* en inglés (*Food and Agriculture United Nations Organization*), ha desarrollado una *Evaluación Rápida del Nexo Agua-Energía-Alimentos (WEF Nexus)*, basada en la Evaluación Nexus (FAO, 2019). Esta herramienta proporciona una forma rápida de evaluar intervenciones específicas contra la presión bio-económico del contexto (un país, en este caso) donde se implementan. La *evaluación nexus del contexto* hace uso de datos públicos que se encuentran disponibles en las bases de datos gestionados por organizaciones internacionales. La versión en línea de la herramienta de *Evaluación Rápida WEF Nexus* puede utilizarse para fines de comunicación y sensibilización. Esta herramienta muestra cómo las intervenciones pueden ser evaluadas y, por lo tanto, comparadas con la *Evaluación Nexus*. Esto está ilustrado con una intervención de riego con bombas, uno de bioenergía, una de producción hidroeléctrica y una de desalación de agua. Los usuarios pueden asignar valores o “pesos” (0 a 3) a diferentes indicadores sobre la base de la importancia que se les asigne. Pueden introducir nuevos indicadores y pueden definir puntos de referencia, tanto para la evaluación de contexto como para la evaluación de intervenciones. Más detalles sobre la *Evaluación Nexus 1.0* completa, que puede ser utilizada en diferentes niveles y escalas de manera participativa, se pueden encontrar [aquí](#) (Flammini et al., 2014).

Finalmente, dentro de las propuestas de los panelistas y participantes destacaron:

- Desarrollar estudios de análisis de exergía para determinar el potencial de ahorro de agua y energía. Asignar recursos para desarrollar tecnología que lleven a la práctica los resultados de los estudios más promisorios.
- Incentivar la educación integral a todos los niveles.
 - Tomar conciencia que los recursos naturales son finitos. Los estamos devorando a pasos agigantados sin mirar las consecuencias.
 - Disminuir en todas nuestras acciones el consumo de agua, promoviendo que se trate y reutilice.
 - Utilizar en todas nuestras acciones menos energía.
- Impulsar el uso de energías renovables en todas las actividades.



- Promover el desarrollo de sistemas de recirculación de agua en instalaciones de gran consumo de agua. Por ejemplo, sistemas de recirculación de agua en la producción acuícola.
- Programa de incentivos para el desarrollo de sistemas de bombeo con energía solar.

Nuevamente, las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los ciudadanos diputados de la CCTI de la H. Cámara de Diputados, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) pueden desarrollar las mejores opciones e implementarlas de manera inmediata con el apoyo de los ciudadanos para que ellos constaten su bondad.

Referencias

FAO. 2019. Evaluación Rápida del Nexo Agua-Energía-Alimentos.

<http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/water-energy-food-nexus-ra/es/>

Flammini, A., Puri, M., Pluschke, Dubois, O. 2014. Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative. Environmental and Natural Resources Management Working Paper 58. Climate, Energy and Tenure Division (NRC). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf>

INEGI. 2018. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. México.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf

INEGI. 2008. El VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Así hicimos. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/doc/hicimos_cagyf.pdf

Klein, D., Pasternack, L. 2016. El Nexo Agua-Energía-Alimentos. La concepción del Nexo y la Cooperación al Desarrollo. Nexus y el Día Mundial del Agua. Marzo 30. Ciudad de México, México.

Anexo 1

Calendario

Mesa de Trabajo 4. Agua y Alimentos y Energía

Viernes 09 de agosto de 2019

13:30-13:40 Presentación de los panelistas
por la moderadora
13:40-14:00 Dr. Otoniel Carranza Díaz
14:20-14:40 Biol. Juan Eduardo Guzmán
Ibarra
14:40-15:00 Dr. Jorge Antonio Herrera
Cárdenas
15:00-15:20 Dra. Lorena Eugenia Sánchez
Cadena
15:20-15:40 Dr. Zeferino Gamiño Arroyo
15:40-16:00 Dr. Enrique Rodolfo Bazúa
Rueda

Sábado 10 de agosto de 2019

12:15-12:20 Presentación de los panelistas
por la moderadora
12:20-12:30 Dr. Otoniel Carranza Díaz
12:30-12:40 Biol. Juan Eduardo Guzmán
Ibarra
12:40-12:50 Dr. Jorge Antonio Herrera
Cárdenas
12:50-13:00 Dra. Lorena Eugenia Sánchez
Cadena
13:00-13:10 Dr. Zeferino Gamiño Arroyo
13:10-13:20 Dr. Enrique Rodolfo Bazúa
Rueda
13:20-13:45 **Redacción, lectura y
aprobación del documento
final de la Mesa 4**

Anexo 2

CONTRIBUCIONES POR ORDEN ALFABÉTICO

Enrique Rodolfo Bazúa-Rueda

UNAM, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química

Correo-e: erbr@unam.mx

Conclusiones para la Mesa de Trabajo 4

Establecer un programa prioritario con el nexo: agua-alimentos-energía para el desarrollo de tecnología que disminuya el consumo de agua y energía. Deben participar en forma conjunta la industria, el sector académico, usuarios de la tecnología y el sector gubernamental. Algunos ejemplos de acciones que se deben emprender como parte del programa son:

- a. Promover estudios de análisis de exergía para determinar el potencial de ahorro de agua y energía. Asignar recursos para desarrollar tecnología que lleven a la práctica los resultados de los estudios más promisorios.
- b. Debemos promover la educación integral a todos los niveles.
 - i. Tomar conciencia que los recursos naturales son finitos. Los estamos devorando a pasos agigantados sin mirar las consecuencias.
 - ii. En todas nuestras acciones debemos procurar disminuir el consumo de agua, promover que se trate y recircule.
 - iii. En todas nuestras acciones debemos procurar utilizar menos energía.
- c. Promover el uso de energías renovables en todas las actividades.
- d. Promover el desarrollo de sistemas de recirculación de agua en instalaciones de gran consumo de agua. Por ejemplo, sistemas de recirculación de agua en la producción acuícola.
- e. Programa de incentivos para el desarrollo de sistemas de bombeo con energía solar.

Filtro biológico tipo humedal para el tratamiento de aguas contenidas en un sistema de recirculación acuícola

Dr. Otoniel Carranza Díaz

Contacto: otoniel.carranza@uas.edu.mx

Facultad de Ciencias del Mar

Universidad Autónoma de Sinaloa

Colaboradores: Marco Antonio Medina-Astorga, Ricardo Arturo Quiñonez-López, Carmen Alondra Torres-Mendoza, Óscar Gárate-González, Alejandra Medina-Jasso, Pablo Piña-Valdez, Gustavo Rodríguez-Montes de Oca, Mario Nieves-Soto

La contaminación del medio ambiente provocada por las aguas residuales de la industria camaronícola ha llevado al desarrollo de sistemas de recirculación acuícola. Tradicionalmente, estos sistemas son mecanizados cuyos costos de construcción, operación y mantenimiento elevan el costo del cultivo. En la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa se desarrolló un sistema de recirculación acuícola, empleando como filtro biológico, una tecnología denominada “filtro biológico tipo humedal”. El sistema de recirculación acuícola ha sido probado con éxito para el cultivo de postlarvas de camarón y juveniles de tilapia, en donde se han alcanzado ahorros de agua de mar del 78 %. El filtro biológico tipo humedal ha mostrado eficiencias de remoción de nitrógeno inorgánico total ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_3$) entre 15 y 40 %.

Entre las propuestas que tengo para la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la H. Cámara de Diputados son las siguientes:

1. Considero que la contaminación de la zona costera de México es un tema que debe ser prioritario de atender. La industria acuícola en particular, descarga aguas residuales al medio ambiente en muchos casos sin tratamiento. Por ello mi propuesta es destinar recursos públicos para hacer un inventario de las granjas acuícolas nacionales que se encuentran ubicadas en los 17 estados costeros de la República Mexicana y actualizar o iniciar un registro de la cantidad de agua que es utilizada por esta industria. En una segunda etapa, mi propuesta es realizar un seguimiento puntual con aforos de volumen y calidad del agua en granjas seleccionadas con el fin de estimar las cargas de contaminantes que son vertidas al ambiente marino. Esta información permitirá tomar decisiones con respecto de las estrategias de mitigación de los impactos ambientales que tiene esta industria en la zona costera de México.

2. Considero que se debe desarrollar la industria mexicana en cuanto a sistemas de recirculación acuícola en zonas con escasez de agua y tierra adentro donde existan cultivos de organismos acuáticos, escala comercial. La demanda de alimentos en el futuro próximo es inevitable en tanto que la población en México y a nivel mundial seguirá en aumento. Por ello en lugares donde hay escasez de agua y tierra adentro, considero que el desarrollo de la industria acuícola basada en sistemas de recirculación, puede ayudar a aliviar la demanda de alimentos de calidad. Sin embargo esta industria debe ser basada en sistemas con un alto margen de ahorro de agua y producción además de reducción de contaminantes lo más posible.

En concreto, considero que se deben destinar recursos públicos a los centros de investigación y universidades de México con el fin de desarrollar esta industria. La investigación en la industria acuícola es costosa pero se pueden obtener grandes beneficios si se desarrolla a escala con un plan a largo plazo a nivel nacional. Otra variante podría ser fortalecer a instituciones como CONAPESCA e INAPESCA con recursos públicos para el desarrollo de esta industria y acceder a los fondos por convocatoria abierta, transparente y puntual.

3. Iniciar con un programa de incentivos a las empresas acuícolas que utilicen el bombeo solar en sus instalaciones. México tiene un gran potencial en cuanto a energía solar se refiere. Los incentivos pueden ser para apoyar proyectos para instalación de sistemas de bombeo solar o bien en forma de beneficios fiscales a las empresas que implementen esta tecnología en sus procesos de manejo del agua.

Reflexión de la Mesa de trabajo: Agua, Alimentos y Energía

Estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM

Diego Josué Cruz-Rodríguez, correo-e: cruzrodriguezdiegojosue@gmail.com

Manuel José Leal-Gutiérrez, correo-e: manuel.leal.gutierrez@gmail.com

Kiara Mary Joan Nava-Castro, correo-e: kia.majo.07@gmail.com

El nexo agua, alimentos y energía es un rubro de gran importancia para poder tener vida en nuestro planeta, pero por desgracia este no puede existir sin el apoyo de la sociedad en la que se desarrolle, ya que está conformada por un entorno en donde las legislaciones y actores, como son la industria, la educación y la historia de la comunidad, ponen sus limitantes que entorpecen el sistema creando un nuevo nexo. Dentro de estas nuevas relaciones hay mucho que destacar en las conductas que nos han llevado a fallar dentro de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas dentro de los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Estos buscan que los recursos actuales se puedan distribuir entre todos los habitantes del planeta por el resto de la existencia de la humanidad.

El polietileno y poliestireno son ejemplos de residuos considerados “sin valor” porque tienen un alto gasto energético e hídrico en su producción y no son aprovechados del todo debido a que solamente se usan como empaque, y son desechados al término del producto. En particular, estos son usados en alimentos procesados, por lo que se quiere reducir el empleo de estos productos-residuos. En cambio, muchas industrias han optado por volver a usar el cartón, vidrio y aluminio para tener una mejor imagen ambiental y cubrir con la normatividad aplicable para ser una empresa socialmente responsable.

De los residuos alimentarios hay algunos que no se aprovechan o no se han querido aprovechar por la falta de sustento técnico de las tecnologías adecuadas. Destacan entre ellas, biodigestores para la generación de biogás, transformando la biomasa en energía eléctrica, disminuyendo la materia orgánica. También los humedales artificiales permiten la remoción de los contaminantes en aguas ya usadas volviéndolas útiles nuevamente.

Hablando de energéticos, México es un país con gran capacidad de producir energías renovables, debido a su posición geográfica, ya que está sobre el Trópico de Cáncer y la incidencia de los rayos solares es muy alta. Además, en las costas, los vientos no cesan durante todo el año. Desafortunadamente, no se ha podido explotar su potencial del todo debido a que no se ha invertido en el sector público para el desarrollo de parques solares o eólicos para la producción de energía. En este rubro debemos destacar que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es pionera en la implementación de tecnologías geotérmicas y aún hay campos aprovechables en el país. Sobre la producción hidráulica debemos descartar este sector ya que la capacidad actual está saturada y solamente se deben cuidar las actuales, reforzando su mantenimiento para que tengan mayor potencia.

El uso consciente del agua para que no se desaproveche debe ser la principal consideración. Un ejemplo de ello es el riego a los campos de cultivo. Estudiar el suelo que se quiere trabajar, cuál es el tipo de cultivo que se puede implementar, la disponibilidad de agua en la región, la manera más eficiente de su uso dependiendo de su origen y cómo interactúa en el suelo, sobre todo si hay disponibilidad de filtración y acumulación, consideraciones ambientales del entorno y mantenimiento, son factores esenciales que deben ser negociados entre los campesinos y los técnicos agrícolas para su mayor efectividad. Además de esto, deben recuperarse técnicas ancestrales como la milpa y el policultivo para aprovechar los campos y poder reducir la cantidad de fertilizantes y otros agroquímicos en la producción de alimentos.



En conclusión, podemos decir que estas prácticas son algunas de las tantas acciones que aún faltan por explorar en todos los campos de la ciencia, la cual nos ha ayudado en los últimos años a aumentar la esperanza de vida, aunque se ha descuidado la calidad de la misma y solamente se va a lograr si los recursos se usan de manera sostenible con prácticas nuevas que se preocupen por cuidar este nexo agua-alimentos-energía en acciones que deben cristalizar dejando el campo abierto para que las próximas generaciones pueda aplicarlas y puedan vivir en un mundo con mejores condiciones que las actuales.

Se recomienda que las autoridades del Conacyt trabajen de manera transversal con las diferentes secretarías de estado: SADER, SEMARNAT-CONAGUA, SALUD, ECONOMÍA, ENERGÍA, etc., para que con el concurso de los investigadores de universidades e instituciones de educación superior e investigación, se desarrollen proyectos específicos en esta dirección con objetivos concretos que se apliquen de manera inmediata al nexo agua-alimentos-energía para garantizar la autosuficiencia alimentaria, energética y de agua potable y saneamiento.

Alternativas para mitigar la sobreexplotación del agua en el estado de Guanajuato

Zeferino Gamiño Arroyo, Lorena Eugenia Sánchez Cadena

Universidad de Guanajuato

Correos-e: gaminoz@ugto.mx hau10@hotmail.com

De acuerdo con información consultada de la Comisión Estatal del Agua del Estado de Guanajuato y de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, el Estado cuenta con una superficie de 3,062,000 ha (hectáreas) de las cuales 1,470,000 (48%) son de carácter agrícola, de estas 620,000 ha (42%) son de riego y las restantes 850,000 ha (58%) son de temporal (Anónimo, 2012).

El territorio estatal pertenece a tres grandes cuencas: Lerma-Chapala y del río Santiago que fluyen hacia el Pacífico y la cuenca del río Pánuco que fluye hacia el Golfo. El 5% del territorio pertenece al río Santiago y comprende el municipio de Ocampo y la Sierra de Lobos, el 17% del territorio entra en la cuenca del río Panuco en el norte del Estado y el 78% del territorio pertenece a la Cuenca del Río Lerma, la cual ya en 2005 fue calificada con un grado de presión-media fuerte sobre el recurso hídrico, este grado de presión se define como el volumen total de agua concesionado entre la disponibilidad natural media de agua (Guzmán-Soria et al., 2009), además esta región ocupó el segundo lugar en densidad de población con 106 habitantes por kilómetro cuadrado y es donde se encuentra asentada el 97% de la población del Estado (FAO-SAGARPA, 2010, 2014).

Se estima que en el Estado se consumen 4,556.50 millones de m³ de agua, de los cuales el 68.84% son de origen subterráneo y el restante 31.16% son de origen superficial. De este gasto se establece que el 80% se destina para actividades agrícolas (Conagua, 2015).

De los 16,853 pozos que se tienen registrados 13,501 (82%) se destinan para actividades de riego y tienen un abatimiento de 5 a 10 metros por año, lo que pone a Guanajuato en una situación crítica de abastecimiento de agua para los próximos años, además de los problemas de salud pública que se pueden generar al extraer agua a mayores profundidades ya que pueden contener elementos como flúor, arsénico u otros metales pesados (Conagua, 2015).

El déficit estimado en el Estado es del orden de 1,060 a 1,500 millones de m³ de agua, y prácticamente todos los municipios se abastecen de agua de pozo exceptuando parcialmente Guanajuato y León, que se abastecen mediante presas. El crecimiento de la población demanda día a día mayor cantidad de agua y la recarga de los acuíferos solo es posible durante una tercera parte del año (Conagua, 2015).

Con respecto a las aguas residuales se calcula que se generan 262.57 millones de m³, de los cuáles reciben tratamiento 162.39 millones de m³ con la operación de 79 plantas en el Estado lo que significa que se tratan solamente el 61.85% (Conagua, 2015).

Además, se ha reportado por la Comisión Nacional del Agua que en el Estado se tienen tres de los ríos más contaminados del país como son el río Turbio, el río Temascalatío y el río Lerma que, desde su origen en Lerma, Edo. de México muchas empresas lo utilizan para las descargas de sus efluentes y en el cual se han propuesto muchas acciones, sin gran resultado en el mejoramiento de su calidad (Conagua, 2015).

Ante este panorama en que la entidad ya presenta una situación difícil debido a la sobreexplotación de sus acuíferos, la dificultad de recarga y falta de cubierta vegetal que propicie la infiltración adecuada de los escurrimientos, es necesario proponer acciones y políticas públicas de orden municipal, estatal y federal, que promuevan el ahorro y un mejor aprovechamiento de agua disponible, las acciones que se proponen pueden ser:

- La promoción de sistemas de producción sostenible que eviten el agotamiento del suelo y evitar y prohibir la quema de esquilmos usándolos como fuente de energía.
- Promover la reconversión de cultivos y propiciar cultivos con menor consumo de agua y mayor valor agregado.
- Brindar asistencia y asesoría con personal técnico con un mejor uso de los recursos naturales disponibles.
- Generar acciones y obras de conservación para la recuperación de suelo y agua.
- Fomentar sistemas de cosecha de agua en épocas de lluvias.
- Apoyar, invertir y asesorar en sistemas modernos de riego como son los de aspersión y de goteo.

- Rehabilitar y construir obras de captación de aguas superficiales en las comunidades.
- Recuperar especies forestales endémicas de la región, y promover acciones de reforestación en todo el Estado.
- Renovar los inventarios ganaderos y promover especies que demanden menor cantidad de agua.
- Disminuir el uso de plaguicidas promoviendo el control de plagas mediante agentes biológicos.
- Continuar la construcción y mejorar la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Invitar a la comunidad académica - científica a participar en la búsqueda de soluciones a las diversas problemáticas que involucra el manejo integral del agua.
- Fomentar entre la población una cultura del ahorro y cuidado del agua.
- Todas estas acciones se pueden fomentar la conservación y disminuir el abatimiento de los acuíferos y aumentar la disponibilidad del agua, no solamente para el Estado de Guanajuato sino para todo el país.

Referencias

- Anónimo. 2012. El Sector Agropecuario en el Cambio Climático, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Gobierno del Estado de Guanajuato, México. Presentación. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato. <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/upload/articulos/121/files/S1-2-02.pdf>
- Conagua. 2015. Programa Estatal Hidráulico. Resumen ejecutivo. Gobierno del Estado de Guanajuato, Comisión Nacional del Agua. Colegio Mexicano de Especialistas en Recursos Naturales, COLMERN, A.C. <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/resumenejecutivo.pdf>
- FAO-SAGARPA. 2010. Diagnóstico sectorial en el Estado de Guanajuato. Informe Preliminar (Borrador). https://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/GTO/Informe_Preliminar_Diagnostico_Guanajuato_30072010.pdf
- FAO-SAGARPA. 2014. México: El sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ciudad de México. <http://www.fao.org/3/a-i4093s.pdf>
- Guzmán-Soria, E., Hernández-Martínez, J., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., de la Garza-Carranza, M. T., Hernández-Soto, D. 2009. Consumo de agua subterránea en Guanajuato, México. Agrociencia. 43(7):749-761. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v43n7/v43n7a9.pdf>
- INEGI. 2013. Tecnificación de las Unidades de producción agrícola en Guanajuato, Censo Agropecuario 2007-2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. México.

Marlenne Gómez

Estudiante de licenciatura de la UTIM
Correo-e: marlennegomez28@gmail.com

La humanidad está viviendo confiada pero está equivocada en sentido de creer que los recursos naturales son infinitos. Estamos en déficit «planetario» porque utilizamos un 50% más de lo que el planeta Tierra puede darnos. Devoramos recursos de manera tremenda.

Soluciones al agua.

- Una mayor educación de la ciudadanía en el ahorro del agua.
- Control del crecimiento de la población.
- La implantación del riego por goteo da una eficiencia excelente en el ahorro de agua potable.
- Tratar agua residual para convertirla en apta para el riego, bien agrícola o por lo menos para parques y jardines.
- Más desalinizadoras.
- Soluciones gubernamentales a la escasez de agua potable.
- Cultura para cuidar el agua empezando por nuestra casa.
- Cerrar los grifos mientras nos enjabonamos, nos afeitamos o nos cepillamos los dientes
- Lavar el coche con cubetas y no con manguera.
- Informar de cualquier fuga que veamos en la calle, arreglar las pérdidas de agua de casa, grifos o cisternas que gotean.
- Poner la lavadora al máximo de ropa permitido.
- Regar el jardín durante las horas de menor calor para que el agua no se evapore tan fácilmente.
- Utilizar agua de cisternas de lluvia para WC y cambiar estos por dispositivos ahorradores de agua.

Disminución del consumo de energía.

- Utilizar focos de bajo consumo: ahorran hasta un 75% de energía.
- Apagar la luz de los ambientes que no se estén utilizando.
- Usar la luz natural el mayor tiempo que sea posible.
- Graduar los termostatos a 20°C como máximo en la calefacción y los equipos de aire acondicionado. Recordar que cada grado suplementario representa un 7% más de consumo energético.
- Emplear las lavadoras de ropa y trastes con carga completa: Se ahorra agua y electricidad.
- Descongelar el frigorífico que no cuenta con sistema de eliminación de escarcha ya que crea un aislamiento que puede acarrear un 20% extra de consumo eléctrico.

- Apagar computadoras y otros equipos electrodomésticos si no se están utilizando: un aparato en posición “de espera” (*Standby*) puede representar hasta un 70% de su consumo diario.
- Desconectar todos los aparatos eléctricos que no se estén utilizando. Aunque estén apagados consumen energía eléctrica.
- De ser posible, usar energías alternativas para la producción de electricidad, como celdas fotovoltaicas para utilizar la energía solar o generadores eólicos u otras energías más limpias.
- No usar planchas y cafeteras en exceso.
- Sustituir las estufas eléctricas por estufas de gas.
- Limpiar periódicamente los focos y lámparas, el polvo bloquea la luz.
- Pintar los techos y paredes de los cuartos con colores claros, para tener mejor iluminación.
- Sustituir los aparatos viejos por nuevos, ya que consumen menos energía.
- Cambiar los filtros sucios y limpiar los depósitos de polvo y basura de las aspiradoras domésticas e industriales para que trabajen con mayor eficiencia. Una aspiradora consume 1,200 watts por hora.
- Cerrar bien la puerta del refrigerador para que no utilice energía excesiva y cuando se saquen o guarden alimentos procurar que no estén calientes y hacerlo rápidamente.

EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES EN UN DREN¹ URBANO CON VEGETACIÓN EN LA CIUDAD DE MAZATLÁN, SINALOA

Presenta: **Juan Eduardo Guzmán Ibarra²**

Correo-e (Email): juangzm94@gmail.com

Colaboradores: Dr. Otoniel Carranza Díaz³, Dra. Carmen Cristina Osuna Martínez³, M.C. Iliana Hetzabet Zazueta Ojeda³, M.C. María Alejandra Medina Jasso³, Dr. Víctor Manuel Luna Pabello⁴

²Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México

³Universidad Autónoma de Sinaloa – Facultad de Ciencias del Mar

⁴Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Química

Resumen de la presentación

En México y a nivel mundial existe una problemática por el incremento de nutrientes de origen antropogénico hacia los ecosistemas costeros, los cuales pueden generar un

¹ Dren no aparece en el diccionario de la lengua española. Drenar es dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjales o cañerías (<https://dle.rae.es/?id=ECG5f9c>). En el texto se sustituirá por zanja (excavación larga y estrecha que se hace en la tierra para echar los cimientos, conducir las aguas, defender los sembrados o cosas semejantes, <https://dle.rae.es/?id=cLoHJIn>)

desequilibrio ecológico, denominado eutrofización. Los sistemas de captación de escorrentías agrícolas y urbanas (zanjas agrícolas y urbanas) son una fuente de ingreso de nutrientes hacia la zona costera. Las escorrentías urbanas provenientes del lavado de calles y avenidas suelen arrastrar todo tipo de contaminantes, mismos que son depositados directamente y sin ningún tipo de tratamiento previo a su descarga en los cuerpos de agua receptores, siendo los ecosistemas costeros las zonas de mayor impacto, ya que en ellas se albergan casi el 80% de la población mundial. Representando en este sentido una entrada puntual de nutrientes y otros contaminantes hacia estos ecosistemas, lo que provoca el deterioro de la calidad del agua. A lo largo del tiempo se han hecho diferentes investigaciones para desarrollar alternativas de tratamiento de aguas residuales que operen a bajos costos. Una de las opciones de mayor impacto es el uso de humedales artificiales, para los cuales se usan plantas macrófitas como componente principal de biorremediación. Estos conocimientos se han aplicado a sistemas de drenaje con vegetación, bajo la premisa de que las plantas que se establecen en las zanjas mejoran la calidad del agua. Sin embargo, estas investigaciones se han realizado principalmente a las escorrentías transportadas en zanjas agrícolas debido al aumento en el uso de fertilizantes y plaguicidas. Los resultados han reflejado que estos sistemas funcionan de manera similar a los humedales artificiales de flujo superficial y tienen la capacidad de remover diversos plaguicidas, fertilizantes y nutrientes de la columna de agua. Resultados previos muestran que las zanjas con vegetación, son una forma eficiente de remoción de diversos contaminantes. Los estudios sobre zanjas urbanas son escasos y las investigaciones se han enfocado principalmente en zanjas agrícolas. Por consiguiente, se requiere generar información científica sobre los sistemas de drenaje urbano con vegetación que sirva para desarrollar estrategias de biorremediación y mejorar la calidad del agua de las escorrentías urbanas. Para lograrlo nos planteamos las siguientes preguntas de investigación, ¿Cómo varían las concentraciones de nutrientes (NH_3 , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) a lo largo de una zanja urbana (espacial) en la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa en un ciclo anual (temporal)? ¿Existe relación entre el crecimiento de las plantas y las concentraciones de nutrientes entre dos épocas del año estudiadas (cálida vs. no cálida)? El objetivo del estudio es evaluar la variación espacio-temporal anual de las concentraciones de nutrientes (NH_3 , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) en una zanja urbana con vegetación en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. Para ello, se tomaron muestras de agua y midió la vegetación (altura) en sitios de muestreo seleccionados a lo largo de 800 m de la zanja. Los sitios de muestreo fueron seleccionados de tal manera que fuera posible comprender la distribución de los diferentes parámetros a evaluar, desde la “entrada” de agua a la zanja (fuente puntual) hacia la salida del sistema (dentro de la zanja). Las fechas de muestreo se llevaron a cabo mensualmente durante el ciclo anual 2018 - 2019. Los nutrientes se determinaron por espectrofotometría y se registraron los parámetros fisicoquímicos pH, O.D., temperatura, salinidad, alcalinidad total, sólidos suspendidos totales y volátiles. Los resultados preliminares indican que la temperatura promedio del agua de “entrada” de la zanja es de 24.5°C, el pH 7.6, la alcalinidad de 811.8 mg/L CaCO_3 y la salinidad en 1.7 ups, similar a lo reportado para el agua dentro de la zanja con promedios de 22.7°C, el pH 7.7, la alcalinidad de 793.4 mg/L CaCO_3 y la salinidad en 1.5 ups. El oxígeno disuelto dentro de la zanja se mantuvo en promedio por arriba de los 6.3 mg/L con un máximo de 9.2 mg/L y en general concentraciones mayores a las reportadas en el agua de “entrada”. De igual forma para los sólidos suspendidos totales (SST) y volátiles (SSV) se reportaron en concentraciones mayores en el agua dentro de la zanja que en la de “entrada”, en un rango

de 45.2 hasta los 311.6 mg/L de SST y volátiles hasta 122.6 mg/L, mientras que la “entrada” fue de hasta 32.9 mg/L. La concentración de NO_3^- fue nula en la mayoría de los meses de muestreo, y se reportó solamente en el agua dentro de la zanja con una concentración máxima promedio de 10.4 mg/L. Para NO_2^- las concentraciones promedio se mantuvieron bajas a lo largo del tiempo, con una concentración máxima de 0.12 mg/L, siendo el agua de “entrada” donde se reportaron las mayores concentraciones. El nitrógeno amoniacal (NH_3) fue ligeramente mayor en el agua dentro de la zanja, a diferencia del agua de “entrada”, donde se reportaron bajas concentraciones de hasta 1.4 mg/L. Para los fosfatos no se reportaron concentraciones en el agua de “entrada”, sin embargo en el agua dentro de la zanja se observaron tres picos con concentraciones promedio de hasta 143.1 mg/L. La altura promedio máxima observada de la vegetación fue de 313.3 cm y mínima de 9.3 cm.

Conclusión para el foro

De acuerdo con el panorama de las problemáticas sobre la gestión del agua, alimentos y energía plasmados a lo largo de este foro, es importante tomar medidas y llegar acuerdos para poder resolver cada uno de los puntos expuestos. En este sentido y desde mi área de conocimiento expongo algunos aspectos para mejorar la gestión del agua de las escorrentías urbanas.

- Uno de los puntos básicos a resolver pero no por ello fácil de lograr, es cambiar la manera en la que percibimos a las zanjas agrícolas y urbanas (drenajes o zanjas), ya que gran parte de la población los ve literalmente como basureros y, por otro lado, reducir los residuos que desechamos en las calles, ya que muchos de estos desechos son transportados en eventos de lluvia por estos sistemas, causando problemas de taponamiento y contaminación.
- Es necesario que el desarrollo urbano se realice de manera ordenada y planificada, para evitar la saturación de los sistemas de captación de escorrentías urbanas.
- La generación de información científica es pieza fundamental para conocer la dinámica y el beneficio de estos sistemas, ya que conocer su funcionamiento permitirá desarrollar estrategias de biorremediación para el mejoramiento de la calidad del agua de las escorrentías urbanas que descargan en la zona costera.
- Sin embargo, es sumamente necesario trabajar en conjunto con otras áreas del conocimiento, disciplinas y/o instituciones para mejorar la percepción de la problemática, aumentar capacidad de análisis, crear vínculos y desarrollar proyectos que tengan un mayor beneficio ecológico, social y económico.

Referencias

- Flora, C., Kröger, R. 2014. Use of vegetated drainage ditches and low-grade weirs for aquaculture effluent mitigation: I. Nutrients. *Aquacultural Engineering*. 60:56-62. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860914000387>
- Díaz, F.J., O'Green, A. T., Dahlgren, R. A. 2012. Agricultural pollutant removal by constructed wetlands: Implications for water management and design. *Agricultural Water Management*. 104:171-183.
- Moore, M. T., Denton, D. L., Cooper, C. M., Wrynski, J., Miller, J. L., Werner, I., Horner, G., Crane, D., Holcomb, D. B., Huddleston, G. M. 2011. Use of vegetated agricultural drainage



ditches to decrease pesticide transport from tomato and alfalfa fields in California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 30(5): 1044-1049.

Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas
Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Correo-e: jorgeahc@live.com.mx

Dos aspectos importantes:

1. Dar autonomía a los productores respecto al costo de sus productos, de tal manera que se garantice la recuperación de costos de producción. Con esto se favorecería la implementación de insumos menos contaminantes y hacer un uso eficiente del agua.
2. Garantizar que las personas que ocupen puestos estratégicos en materia de agricultura y medio ambiente, tengan la capacidad para gestionar y destinar recursos a las áreas de urgente necesidad, con la finalidad de impulsar el desarrollo de tecnologías verdes.

Saludos!!!