

Experiencias académicas y científicas derivadas de una campaña de campo en un proyecto internacional México-Estados Unidos

MC Elí Rafael Pérez Ruiz¹ y Luis Daniel Flores Ruiz²

Resumen

Para contribuir a la formación integral de los estudiantes, son necesarias actividades que permitan a los alumnos interactuar con las problemáticas reales de su campo de estudio. Una estrategia es la participación de docentes y alumnos en experiencias de investigación de verano. En este trabajo se plasma la experiencia de investigación internacional United States Mexico Border – Water and Environmental Sustainability Training (UMB-WEST). Este proyecto consistió en dos semanas de actividades intensivas, con visitas a obras de infraestructura, dependencias y organismos encargados de gestión y uso del agua, así como experimentos científicos en materia de recursos hídricos. La participación en proyectos internacionales permite la interacción y el intercambio académico, cultural y científico entre estudiantes y profesores, favoreciendo el enriquecimiento del conocimiento general y aplicado del alumno.

Palabras Clave: Frontera México-Estados Unidos; UMB-WEST; entrenamiento de estudiantes

INTRODUCCIÓN

Buscando la formación integral de sus estudiantes, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) establece en su Modelo Educativo diversas estrategias para enriquecer la visión académico, social, cultural y de investigación de sus estudiantes. Algunas estrategias incluyen introducir al estudiante a la investigación científica, posicionar al alumno ante problemáticas sociales reales relacionadas a su área de estudio y favorecer el intercambio académico, cultural y científico entre sus estudiantes y profesores con instituciones nacionales e internacionales (UACJ, 2000).

Para fortalecer del programa de Licenciatura en Ingeniería Ambiental, se ha planteado la necesidad de involucrar a los estudiantes en el mundo de la investigación científica, particularmente en los campos de la hidrología y las ciencias ambientales. De ahí que, en el verano de 2013, se gestionó la asistencia de un profesor investigador del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA) y un estudiante del Programa de Licenciatura en Ingeniería Ambiental (PLIA) al proyecto internacional US-Mexico Border Water and Environmental Sustainability Training (UMB-WEST) llevado a cabo en el estado de Sonora.

¹ Profesor-Investigador, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

² Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

El proyecto UMB-WEST, liderado por Arizona State University (ASU), es financiado por la National Science Foundation (NSF), además de contar con la colaboración de la Universidad de Sonora (UNISON) y el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Sus objetivos son 1) Entrenar a los estudiantes en técnicas y mediciones en el campo de la hidrología de utilidad en el manejo de los recursos naturales, 2) Exponer a los estudiantes a la infraestructura hidráulica y recursos hídricos locales y las dependencias encargadas de la gestión y manejo de recursos, y 3) Relacionar estas experiencias con técnicas avanzadas de hidrología para avanzar el conocimiento de las ciencias hidrológicas.

Adicionalmente, este proyecto permite la interacción entre estudiantes de distintos grados académicos (licenciatura, maestría, doctorado, post-doctorado, profesores-investigadores), distintas

culturas y nacionalidades, lo que contribuye al intercambio cultural, académico, científico y social.

El ejercicio consistió en una campaña de campo de dos semanas. Durante la primera semana, se visitaron obras de infraestructura hidráulica y dependencias gubernamentales encargadas de la gestión de recursos hídricos en las ciudades de Hermosillo y Obregón, Sonora. La segunda semana fue una campaña de campo en la cuenca del Río San Miguel, Sonora, donde se llevaron a cabo experimentos científicos con enfoque en hidrología. En este trabajo se resumen las actividades realizadas y los beneficios académicos, culturales y de investigación que la participación en este tipo de proyectos provee tanto a estudiantes como profesores.

PROYECTO UMB-WEST

El proyecto UMB-WEST es organizado por la ASU bajo el financiamiento de la NSF bajo el esquema International Research Experiences for Students (IRES). Cuenta con la colaboración de la UNISON y el ITSON, y en esta versión 2013, contó con la participación de la UACJ. Las actividades se llevaron a cabo en distintas localidades de Sonora, siendo las principales Hermosillo, Ciudad Obregón y Rayón (Figura 1).

El proyecto consistió en dos semanas intensivas que incluyeron, en la primer semana, visitas a infraestructura hidráulica, dependencias de gobierno y

organizaciones civiles relacionadas con el uso de recursos hídricos, con el fin de exponer a los estudiantes ante la problemática del agua en el estado de Sonora. Durante la segunda semana se llevó a cabo una campaña de campo intensiva de muestreo y aplicación de técnicas y métodos relevantes para la investigación en hidrología, a través de la realización de diversos experimentos científicos. Parte de las actividades de la primer semana se centraron en el análisis del proyecto de infraestructura hidráulica denominado Sonora Sistema Integral, conocido comúnmente como SONORA

SI, con el fin de posicionar a los jóvenes ante un caso actual que ejemplifica la realidad del manejo de los recursos hídricos, interactuando con la problemática real del agua y con los tomadores de decisiones.

Participación en el proyecto y selección del estudiante

El procedimiento fue el siguiente: se solicitó al organizador principal del proyecto UMB-WEST la posibilidad de

participar la edición 2013. Ante la respuesta positiva del organizador, se procedió a la selección de un estudiante que, dadas sus características académicas y personales, cumpliera de mejor manera el perfil deseado para asistir al proyecto.

Para facilitar la descripción de las actividades, se explicarán brevemente cada una de ellas por orden de realización, comenzando por las actividades de la primera semana, y posteriormente los experimentos realizados la segunda semana.



Figura 1. Ubicación de las tres localidades principales donde se llevó a cabo el proyecto UMB WEST

ACTIVIDADES DEL UMB-WEST

Primera semana de actividades

Durante la primera semana de actividades se llevaron a cabo visitas a sitios de interés en materia de manejo de recursos hidráulicos, tales como infraestructura hidráulica, dependencias de gobiernos y organizaciones civiles. Entre los sitios que se visitaron se encuentran Agua de Hermosillo, la Comisión Estatal del Agua (CEA), la Planta Potabilizadora Sur de Hermosillo, la Presa Abelardo L. Rodríguez, la Presa Rodolfo Félix Valdés “El Molinito”, Grupo Alta, el Acueducto Independencia, la Presa Plutarco Elías Calle “El Novillo”, el Distrito de Riego del Río Yaqui (DRRY) y el Campo Experimental Valle del Yaqui.



Figura 2. Vista de la Presa Abelardo L. Rodríguez.

Agua de Hermosillo

Agua de Hermosillo es el organismo encarga del servicio de agua potable y saneamiento del municipio de Hermosillo (H. Congreso del Estado de Sonora, 2013a). El objetivo de la visita fue saber cómo se maneja el agua en la ciudad, cuáles son las fuentes de abastecimiento, así como los retos y problemas asociados con la distribución del agua en Hermosillo.

Hermosillo es la ciudad más poblada y con mayor crecimiento de Sonora. En la década de 1970 se abastecía de la Presa Abelardo L. Rodríguez, sin embargo, por la gran explosión demográfica de esos años se tuvieron que buscar fuentes alternas de abastecimiento para satisfacer las demandas, comenzando a extraer agua de pozos alrededor de la presa. En los noventas, el nivel de la presa comenzó a descender considerablemente, por lo que el abastecimiento empezó a depender por completo de manera paulatina del agua de pozo. A principios de esa década, se concluye la construcción de la Presa Rodolfo Félix Valdés “El Molinito” (Díaz Caravantes y Camou

Healy, 2005; Salazar Adams y Pineda Pablos, 2012).

A pesar de ello, en los primeros años del nuevo milenio, el agua de pozo comenzó a escasear de nuevo, debido a la disminución en el nivel de aguas subterráneas. Adicionalmente, el acueducto que lleva agua de la presa El Molinito a Hermosillo, no era suficiente para satisfacer las demandas de la ciudad y la Presa Abelardo L. Rodríguez se encuentra actualmente seca. Por ello, a principios de esta década se planteó la posibilidad de la construcción del Acueducto Independencia, que llevaría agua de la Presa Plutarco Elías Calles “El Novillo”, a la ciudad de Hermosillo (Salazar Adams y Pineda Pablos, 2012). Dicho acueducto se encuentra actualmente en funcionamiento.

Presa Abelardo L. Rodríguez

La Presa Abelardo L. Rodríguez (Figura 2) se encuentra localizada en el límite oriente de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Fue construida entre 1945 y 1948 y es abastecida por el Río Sonora, Río San Miguel y Río Zanjón. Tiene una

capacidad de 220 hm³ y una altura de cortina de 36 m. Desde su construcción y hasta principios de los 90's fue la principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Hermosillo. A partir de principios de la década de los noventa, el nivel de la presa comenzó a descender, hasta secarse completamente (Salazar Adams y Pineda Pablos, 2012; CONAGUA, 2012).

El objetivo de la visita fue el de conocer esta obra de infraestructura hidráulica que años atrás sirvió de fuente principal de abastecimiento de una ciudad en constante desarrollo, y de la que actualmente solo el recuerdo queda.

Presa Rodolfo Félix Valdés “El Molinito”

La Presa Rodolfo Félix Valdés, mejor conocida como “El Molinito” (Figura 3), se construyó en el año de 1991, con el propósito de evitar derrames eventuales de la Presa Abelardo L. Rodríguez y abastecer de agua a la ciudad de Hermosillo, Sonora. La presa tiene una capacidad de 150 hm³ y una altura de cortina de 31.4 m. Se encuentra a aproximadamente 25 km al noreste de la ciudad de Hermosillo (Díaz Caravantes y Camou Healy, 2005; CONAGUA, 2012).

A pesar de que al visitar la presa esta contaba con algo de agua almacenada, la situación de esta presa es similar a la Presa Abelardo L. Rodríguez, ya que enfrenta un problema grande de desabasto y ya no abastece de agua a Hermosillo.



Figura 3. Vista de la Presa Rodolfo Félix Valdés “El Molinito”

Grupo Alta

Grupo Alta es una compañía encargada de la producción y comercialización de frutas y hortalizas, tales como chile jalapeño, melón, sandía, durazno, cebolla, uva, etc.

Realiza exportaciones de sus productos a diferentes países del mundo, principalmente a los Estados Unidos y Canadá. La visita se realizó en unos de los campos de uva de mesa que se encuentran

en las cercanías de la población de Pesqueira, Sonora.

El fin de la visita fue conocer como una empresa que se encarga de la producción de frutas y hortalizas lidia con el manejo del agua en una zona donde la escasez de agua es constante. Los estudiantes conocieron los avances en la tecnificación del sistema de riego y el uso racional y eficiente del recurso hídrico con los que esta empresa cuenta.

Comisión Estatal del Agua (CEA)

La CEA es el organismo gubernamental encargado de la administración y planeación de los recursos hídricos en el estado de Sonora (H. Congreso del Estado de Sonora, 2013b). Sus oficinas centrales se encuentran en la Ciudad de Hermosillo, Sonora.

La CEA se encarga de la administración y construcción de las obras pertenecientes al plan SONORA SI, y el objetivo de la visita a sus instalaciones fue escuchar los aspectos técnicos y legales que un plan de esta magnitud ha acarreado, ya que actualmente se presenta una gran controversia sobre la pertinencia o no de dichas obras, particularmente el Acueducto Independencia.

Planta Potabilizadora Sur de Hermosillo

La planta potabilizadora sur de Hermosillo se encuentra sobre el cerro comúnmente conocido como “Cerro Bola”, con una superficie aproximada de 21,250 m² y una capacidad de 1,500 LPS. El proceso de potabilización de esta planta

se basa en la floculación y sedimentación, así como el espaciamiento de lodos y cloración a base de gas cloro para dar servicio de agua potable a aproximadamente 30,000 habitantes (SEMARNAT, 2012).

El agua que esta planta trata, es agua proveniente de la Presa El Novillo a través del acueducto independencia, y a pesar de que al realizar la visita no estaba completamente terminada su construcción, se encuentra operando. El proceso de automatización de la planta aún no está funcionando, por lo que algunas labores, como abrir válvulas y el control de entradas y salidas, se realizan de manera manual y rutinaria.

Acueducto Independencia

El Acueducto Independencia, considerada la obra magna del proyecto SONORA SI, contempla el trasvase de agua de la Presa El Novillo a la ciudad de Hermosillo, con el fin de proveerle de agua para consumo humano. La Presa El Novillo está ubicada a 150 km al oriente de Hermosillo, siendo parte del sistema de presas del Río Yaqui (Gobierno del Estado de Sonora y CEA, 2010).

La obra consiste en un acueducto de 145 km de longitud y 52” de diámetro en su sección bajo presión, y 48” de diámetro en su sección por gravedad. La intención del proyecto es garantizar el abastecimiento de agua anualmente como máximo de 75 Mm³, durante la vida útil del proyecto.

Su estación de captación (Figura 4) se encuentra localizada sobre el vaso de la presa, mediante toma fija, con su

plataforma de bombeo a aproximadamente 300 m. Además, cuenta con una estación de re-bombeo horizontal, ubicada a 115 m en diagonal del área de toma y a una altura de 85 m sobre el nivel de la presa (Gobierno del Estado de Sonora y CEA, 2010).

Presa Plutarco Elías Calles “El Novillo”

La Presa El Novillo, más formalmente llamada Presa Plutarco Elías Calles, es una represa ubicada en el cauce de los Ríos Yaqui, Aros, Sahuaripa, Mulatos, y Moctezuma, entre los municipios de Soyopa y San Pedro de la Cueva, Sonora. Fue puesta en operación el 14 de noviembre de 1964 y cuenta con una central hidroeléctrica que genera 135 MW de energía eléctrica. Cuenta con una capacidad de 2,963 hm³, y tiene una altura de cortina de 133.8 m (Figura 5) (Gobierno del Estado de Sonora y CEA, 2010; CONAGUA, 2012).

Esta presa, junto con la Presa Lázaro Cárdenas “La Angostura” y la Presa Álvaro Obregón “El Oviachic”, representan las tres presas del Sistema de Presas del Río Yaqui, que en conjunto tienen una capacidad útil de 5,900 hm³. Las aguas de esta cuenca en su mayoría se utilizan para irrigar el Valle del Yaqui en el sur de Sonora, con una población aproximada de 500,000 habitantes y un área de riego agrícola de 255,000 ha (Cruz Medina y García Páez, 2008). El trasvase de agua de la cuenca del Río Yaqui (donde se encuentra la Presa El Novillo) a la cuenca del Río Sonora (donde se encuentra la ciudad de Hermosillo) a través del Acueducto Independencia, ha representado para el estado de Sonora una encrucijada, ya que por un lado, los habitantes y agricultores del sur de Sonora ven en peligro la disponibilidad de agua con el acueducto, y por el otro lado está la urgencia de proveer del vital líquido a Hermosillo.



Figura 4. Estación de captación del Acueducto Independencia en el vaso de la Presa Plutarco Elías Calles “El Novillo”.

Distrito de Riego del Río Yaqui

El Distrito de Riego del Río Yaqui se encuentra ubicado en la zona noroeste del país, en la parte sur del estado de Sonora,

abarcando parcialmente los municipios de Cajeme, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Benito Juárez, Etchojoa y Navojoa. Las funciones del Distrito de Riego del Río

Yaqui, son las de prestar el servicio de operación, conservación y administración de la red mayor de canales, red de drenaje, sus respectivos caminos y demás infraestructura hidroagrícola del Valle del Yaqui.

La red de distribución cuenta con una longitud total de 2,774 km de canales. (www.drroyaqui.org.mx).

Durante la visita realizada, autoridades del DRRY expresaron sus puntos de vista, análisis técnicos y bases legales del por qué están en contra de la construcción de la operación del Acueducto Independencia. Esta reunión nos permitió conocer la otra cara del problema, una vez que ya se habían escuchado los argumentos de la Comisión Estatal del Agua de Sonora.

Campo Experimental

Norman E. Borlaug

El Campo Experimental del Valle del Yaqui, inició en 1955 por iniciativa y con el apoyo de los productores del Valle del Yaqui, a raíz de la Revolución Verde encabezada por el Dr. Norman Borlaug,

Premio Nobel de la Paz 1970. En este campo se encuentra el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO), anteriormente conocido como Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO).

El CIMMYT es un centro a nivel mundial dedicado a la investigación y desarrollo de variedades de maíz y trigo, y a la capacitación sobre los sistemas de producción de estos dos cultivos alimentarios básicos (www.cimmyt.org/es), y el CIRNO está enfocado a desarrollar proyectos para fomentar la productividad del sector agropecuario y forestal a través de la generación de conocimientos que permitan una mayor competitividad, sustentabilidad y equidad en la sociedad (www.inifap.gob.mx).

En esta visita, se presentaron diversos proyectos enfocados al mejoramiento de variedades de cultivos con el fin de hacerlos más resistentes a la sequía, y el desarrollo de nuevas técnicas agrícolas que permitan el uso más eficiente del agua para riego.



Figura 5. Vista de la cortina y el vertedor de la Presa Plutarco Elías Calles “El Novillo”

Segunda semana de actividades

A continuación se presentan brevemente los experimentos realizados durante la segunda semana de actividades del UMB-WEST en la cuenca del Río San Miguel.

Mediciones de escorrentía superficial

El experimento consistió en la instalación de un vertedor de cresta “v” para la medición de escorrentía superficial en una micro cuenca, en Sierra de Los Locos, en un ecosistema de bosque de encino.

Intercepción de lluvia

El objetivo de este experimento es el estudio del proceso de intercepción y que tan importante juega este rol en la conexión entre la relación del ciclo hidrológico y la vegetación. En este experimento se instalaron una serie de pluviógrafos
 Cuando la lluvia cae en un ecosistema una parte es interceptada por la cobertura

vegetal y se evapora de regreso a la atmosfera no teniendo un papel importante en la porción terrestre del ciclo hidrológico.

Globos meteorológicos

El experimento de sondas meteorológicas consistió en realizar mediciones directas in-situ de temperatura de aire, humedad y presión, típicamente a altitudes aproximadas a los 30 Km. Los datos son transmitidos inmediatamente a la estación en tierra por medio de un radio transmisor donde se graba toda la trayectoria del globo.

El principal objetivo del experimento fue registrar los cambios día a día en las

condiciones atmosféricas y caracterizar las diferencias entre las condiciones atmosféricas entre el valle y la zona del parte aguas.

Flujo de Savia

Las mediciones de transpiración basadas en flujos de savia nos permite la habilidad de monitorear continuamente el estado fisiológico de la vegetación estimar la cantidad absoluta de agua transpirada por unidad de suelo.

El objetivo del experimento fue la cuantificación del uso de agua de la planta en arboles de encino por medio de la medición del flujo de savia del xilema usando sondas de disipación térmica mediante el método de Granier.

Calibración de un sensor de humedad por Rayos Cósmicos

El propósito de este experimento es calibrar el sensor de humedad de suelo por rayos cósmicos que fue instalado y calibrado el verano anterior pero con el fin de hacerlo más preciso se realizó esta calibración.

Este sensor es parte de la red COSMOS, COsmic-ray Soil Moisture Observing System o Sistema de Monitoreo de humedad de Suelo por Rayos Cósmicos (<http://cosmos.hwr.arizona.edu/>).

Instalaciones de estaciones hidrométricas

El objetivo de este experimento fue instalar 21 sensores para medir la humedad y temperatura del suelo. Todo

esto con el fin de cuantificar los promedios de la humedad y temperatura de la cuenca.

Potencial hídrico de plantas

El objetivo de este experimento fue el de medir el estrés hídrico de las plantas. El potencial hídrico es una característica física que permite explicar la circulación del agua en las plantas. Si el potencial hídrico es elevado nos indica que la planta está ejerciendo mucha presión para retener el agua.

CONCLUSIONES

La participación tanto de profesores como estudiantes en proyectos que contemplen el entrenamiento y la realización de campañas de campo son de vital importancia para el fortalecimiento de la visión científica de los participantes, y contribuyen notablemente en la formación integral de los estudiantes. La posibilidad de interactuar con personas de distintos grados académicos, así como de distintas nacionalidades y culturas permite al alumno ampliar su perspectiva universal, contribuyendo en el conocimiento general y la motivación hacia el intercambio académico, cultural y científico. Accionas tan sencillas, como los lazos de amistad formados entre los estudiantes participantes, la interacción entre estudiantes e investigadores consagrados, la oportunidad de conocer nuevos lugares, visitar paisajes naturales, la oportunidad de practicar un nuevo idioma y, por

supuesto, la oportunidad de participar en experimentos científicos, son indispensables para motivar a los estudiantes y fortalecer los conocimientos adquiridos en el salón de clase. Sin embargo, en esta ocasión solo participó un estudiante del programa de LIA de la UAJ, por lo que el fomentar la

participación de los demás estudiantes en este tipo de actividades y favorecer su realización dentro de la institución se vuelve una tarea primordial si se pretende generar profesionistas con una visión integral, comprometidos con la sociedad y el desarrollo de nuevos conocimientos.

Referencias

- CONAGUA. 2012. Atlas del agua en México 2012. SEMARNAT, México.
- Cruz Medina, Isidro Roberto y García Paez, Fernando. 2008. Modelación de los escurrimientos del Río Yaqui. *Terra Latinoamerica*. 26(2), 145:152.
- Díaz Caravantes, Rolando E. y Camou Healy, Ernesto. 2005. El agua en Sonora: tan cerca y tan lejos. Estudio de caso del ejido molino de Camou. *Región y Sociedad*. 17(34), 127:165
- Gobierno del Estado de Sonora y Comisión Estatal del Agua. 2010. Factibilidad Ambiental del proyecto “Acueducto Independencia”.
- H. Congreso del Estado de Sonora. 2013a. Ley de Agua del Estado de Sonora.
- H. Congreso del Estado de Sonora. 2013b. Ley de Ingresos y Egresos del Ayuntamiento de Hermosillo, Sonora, para el ejercicio fiscal de 2013.
- Salazar Adams, Alejandro y Pineda Pablos, Nicolás. 2010. Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *Región y Sociedad*. 17(47), 105:122.
- SEMARNAT. 2012. Listado del ingreso de proyectos y emisión de resolutivos derivados del procedimiento de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental. *Gaceta Ecológica*. Año X.
- UACJ. 2000. Modelo Educativo UACJ – Versión Intermedia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Dr. Enrique Vivoni, de ASU, líder del proyecto UMB-WEST, por su invitación, así como un agradecimiento a los colegas Dr. Jaime Garatuza, Dr. Enrico Yépez y Dr. Agustín Robles de ITSON, y Dr. Christopher Watts y Julio Cesar Rodríguez de UNISON.