

Para esto se desarrollarán proyectos que resuelvan problemáticas medioambientales específicas del desarrollo socioeconómico, aplicables en instituciones que deseen sustituir equipos o procesos obsoletos y contaminantes, por innovaciones derivadas de ecotecnologías, química verde, economía circular, industria limpia y prototipos biotecnológicos entre otros. El proyecto debe iniciar con la identificación de un problema ambiental definido con precisión y posteriormente se conjuntará a los actores necesarios para su solución, como expertos en las áreas temáticas involucradas, empresarios en busca de soluciones ecotecnológicas, instituciones que busquen procesos de reciclaje de residuos sólidos o de aguas negras o grises, etc.

Conclusión

Respecto al plan de estudios, éste constaría de 4 semestres, con 4 áreas curriculares: Gestión Ambiental, Ecotecnologías, Sustentabilidad Urbana y Laboratorio de Gestión de Proyectos. En cada semestre habrá un ciclo académico con las siguientes orientaciones, del primer al cuarto semestre: Pedagogía y valores ambientales, Fundamentos de la sustentabilidad, Estrategias ambientales, Aplicaciones ambientales. Para concluir, la finalidad de los proyectos de investigación de este posgrado es que sean altamente innovadores en cuestiones de sustentabilidad y que resuelvan problemas ambientales de la sociedad, escuelas, empresas o la administración pública.

boletín ecológico pero iconoclasta

La Hoja Verde

Órgano Informativo de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal de la FES Zaragoza

Año 26 Número 173,
marzo 16 de 2021

E-mails: verde@puma2.zaragoza.unam.mx
arcadio.monroy@zaragoza.unam.mx
www.impactoambientalindividual.com/

Facebook: [La Hoja Verde FES Zaragoza](https://www.facebook.com/LaHojaVerdeFESZaragoza)



DIRECTORIO

Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director de la FES Zaragoza

MGADS. Yolanda Flores Estrada
Información y Edición

Arq. Vicente Camacho Lucario
Diseño gráfico editorial oroginal

Arcadio Monroy Ata
Editor

La Hoja Verde, boletín ecológico pero iconoclasta, es un órgano informativo de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Comité Editorial: M. en C. Héctor E. Rivera Sylva, Dra. Marcela Claudia Pagano, M. en C. Yonadaxandi Manríquez Ledezma, M. en C. Juan Carlos Peña Becerril, Dr. Arcadio Monroy. Domicilio de la publicación: UNAM, FES Zaragoza, Av. Guelatao 66, Colonia Ejército de Oriente, 09230 Ciudad de México. Número de Certificado de Licitud de Título: 10030. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 7019. Número de Reserva al Título: 04-1999-082417460600-102. Diseño, Formación, Impresión y Distribución: Unidad de Investigación en Ecología Vegetal de la FES Zaragoza. Responsable: Arcadio Monroy Ata. Batalla 5 de mayo, esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente, Código Postal 09230, Ciudad de México. Teléfono 56.23.07.68. El tiraje de este número es de 600 ejemplares en papel y se difunde de manera electrónica. La Hoja Verde publica artículos de autores que someten documentos ad hoc para la línea editorial (ecológica pero iconoclasta) y se publican aun cuando el Comité Editorial no esté de acuerdo con el contenido, el cual es responsabilidad exclusiva de los autores.



Universidad Nacional
Autónoma de México

La Hoja Verde
173

boletín ecológico pero iconoclasta

Año 26 Número 173 16 de marzo de 2021



Medio de Divulgación Científica de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal

El nuevo desorden mundial

2

2021 inicia como un año atípico por cuestiones sanitarias, socioeconómicas y de problemas ambientales. El conjunto de factores de contingencia mueve a reflexionar sobre el camino andado y a replantear nuevas formas de organización. En este sentido conviene retomar una mejor relación entre sociedad y naturaleza, en el sentido de recuperar áreas de flora y fauna silvestre, rehabilitar bosques y selvas deteriorados y conservar la biodiversidad en áreas naturales realmente protegidas. Justamente la ONU declaró la década 2021 a 2030 como un periodo dedicado a la restauración de ecosistemas, sin embargo, esto puede quedar solo en buenos deseos si no se traduce en financiamiento a programas de recuperación del capital natural de la Tierra y en acciones guiadas por especialistas en los diversos campos que integran los proyectos de reconstrucción de ecosistemas terrestres y acuáticos. La lección aprendida de la problemática sanitaria es que la salud humana depende de la salud ambiental, de entornos naturales y urbanos, por lo que es conveniente conocer la naturaleza de las interacciones entre

las especies (incluido el *Homo sapiens*) y los ciclos que las rigen.

La frase de este número es: “Lo que bien empieza bien acaba” Dicho popular, así que trabajemos para tener un buen inicio de ciclo.

En cuestiones ambientales este año inició con el fenómeno de “La Niña”, lo que ocasiona periodos prolongados de sequía e incendios en bosques y selvas. Se sabe que hay una polarización del clima (más seco o más lluvioso, más caluroso o más frío) debido al calentamiento global de la atmósfera, lo cual tiene su origen en múltiples factores y algunos derivan de las actividades humanas. Por ello, conviene informarse sobre los impactos ambientales que generamos con nuestros hábitos cotidianos a fin de reemplazarlos por acciones más sustentables. Asimismo, vale la pena aprender sobre temas como educación ambiental, ecología, desarrollo sustentable y conservación de la biodiversidad.

Arcadio Monroy

www.impactoambientalindividual.com

Frases célebres

La experiencia es la suma de nuestros desengaños. Anguez.

La naturaleza está repleta de razonamientos que no tuvo nunca la experiencia. Leonardo da Vinci.

La gloria es un veneno que hay que tomar en pequeñas dosis. Honorato de Balzac.

El alma humana está hecha para no estar sola. Pierre Teilhard de Chardin.

Se agradece el financiamiento de la DGAPA, a través del proyecto PAPIME PE207017, para la impresión de este boletín.



ISSN 1405-4809



9 77140 480902

La cosecha de agua: una forma de mitigar la sequía

Ek Balam Atl, e-mail: fesz@unam.mx

El inicio de 2021 será recordado, entre otros factores, como uno de los años con mayor sequía en México. El problema es grave pues afecta la producción de vegetales y animales para la alimentación humana, sin embargo hay algunas soluciones aportadas por las ecotecnias tradicionales y modernas: la cosecha de agua de la atmósfera.

Introducción

¿Por qué ocurren las sequías prolongadas? Los especialistas señalan al cambio climático global como uno de los factores principales que están haciendo más extremo al clima: ahora hay más lluvias torrenciales y sequías, más heladas e inviernos fríos y días muy calurosos en verano, más tornados y huracanes, más inundaciones, etc. Por ello el objetivo de esta nota es proponer algunas soluciones a la problemática ambiental generada por la sequía.

¿Qué causa el calentamiento global de la atmósfera? Son múltiples causas, no obstante destacan 4 factores: 1) el incremento de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico derivado de la quema de combustibles fósiles: petróleo, gas natural, diesel, turbosina, combustóleo, gasolinas, etc. 2) el incremento en la actividad solar debido a que el astro rey tiene periodos de intensa actividad con ciclos casi regulares como la generación de manchas solares cada 11 años. 3) el adelgazamiento de la capa de ozono estratosférica (región desde los 10 hasta los 80 km de altura que rodea al planeta), lo que favorece una mayor penetración de la radiación ultravioleta proveniente del sol. 4) la actividad humana relacionada con el uso de energía, como la preparación de alimentos, el lavado de ropa, la ducha, la transportación de personas y bienes, el uso de aparatos electrodomésticos y electrónicos, la quema de objetos, los incendios en áreas de vegetación silvestre, las industrias de la transformación, las “islas de calor” conformadas en las ciudades y urbes, etc. Sin embargo, aparentemente el principal factor es el aumento del CO₂ atmosférico, ya que éste pasó de una concentración de 280 partes por millón (ppm), como promedio mundial en la época previa a la revolución industrial (acaecida en Inglaterra entre 1760 y 1820), a 412 ppm en 2020, lo que ha traído como consecuencia un incremento de la temperatura media mundial de aproximadamente 1 grado Celsius.

¿Por qué es seco el norte de México?

El clima general del planeta se debe esencialmente a la energía que aporta el sol, a la inclinación del eje terrestre (23° 27'), al movimiento de traslación y de rotación de la Tierra, a la orografía terrestre y marina, a la distribución mundial de continentes y océanos, a la actividad de los seres vivos (principalmente plantas y algas oceánicas, llamados productores primarios porque fabrican sus propios azúcares mediante el proceso de fotosíntesis), entre otros factores. Esto genera franjas terrestres que reciben diferentes niveles de radiación solar y patrones de

imperativo iniciar cultivos o ranchos modelo que empleen ecotecnias de cosecha de agua, a fin de que otros productores puedan conocer y aplicar los sistemas de captación hídrica que más les convengan.

Es claro que la cuestión de la sequía prolongada en el norte del país no se ha resuelto, pero no es por ausencia de soluciones técnicas, sino por problemas sociales, económicos y culturales (de educación), o por falta de capacitación en cosecha de agua a productores, por lo que se finalmente se convierte en problema político, pues se vulnera la producción agropecuaria en México y se pierde soberanía alimentaria.

¿Doctorado en Educación Ambiental?

Arcadio Monroy, e-mail: arcadio.monroy@zaragoza.unam.mx

Introducción

¿Es necesario un plan de estudios de Doctorado en Educación Ambiental en México? La respuesta depende del enfoque, los objetivos y metas del plan y programas de estudios. Sí hace falta formar educadores profesionales en cuestiones de medio ambiente y que esta actividad cubra necesidades del mercado laboral especializado o bien que los egresados como doctores en educación ambiental puedan desarrollar empresas rentables que promuevan la sustentabilidad en centros urbanos o rurales. De entrada, es conveniente señalar que la educación ambiental es una ciencia social y que la ciencia es cuantitativa, por lo que los análisis de grupos particulares de la sociedad deben basarse en métodos estadísticos, en indicadores cuantitativos que midan parámetros sobre el nivel de la sustentabilidad, individual o grupal y estimaciones al menos semicuantitativas de los impactos ambientales derivados de la actividad humana.

Líneas de investigación

Las líneas de investigación que podrían abordarse en un programa de este tipo son muy diversas pero deben enfocarse en la formación de egresados dirigidos a la solución -aún parcial- de problemas del medio ambiente, mediante actividades prácticas y acciones operativas en la sociedad mexicana. Por ello el plan de estudios debe ser esencialmente de actividades prácticas que contribuyan a elevar la cultura ambiental de los mexicanos. Algunos ejemplos de esto, entre otros, serían:

- a) Centros de educación ambiental privados abiertos al público.
- b) Centros ecoturísticos con servicios de hospedaje, alimentación y actividades recreativas.
- c) Construcción de senderos ecológicos en centros urbanos o rurales.
- d) Empresas que certifiquen la sustentabilidad de escuelas, comercios y negocios diversos.
- e) Proyectos artísticos con estructuración de temáticas de educación ambiental.
- f) Diseño de casas y construcciones con huella ecológica mínima de los habitantes.
- g) Elaboración de *software* y videojuegos de educación ambiental.
- h) Elaboración de *kits* para el desarrollo sustentable doméstico.

humedad que favorecerán el establecimiento de los vegetales así trasplantados. Asimismo, para este mismo fin existe el empleo de sustancias químicas conocidas como hidrogeles, como la acrilamida o el acrilato de potasio, los cuales retienen agua en cantidades de hasta 400 veces el peso inicial del hidrogel. Se emplean enterrando la sustancia junto a las raíces de los vegetales que se desean cultivar. Aquí la sustancia hidratante capta y almacena la lluvia y conserva el recurso hídrico disponible para la planta durante un tiempo mayor al que abarca un evento pluvial, optimizando el uso del vital líquido, pues éste no se infiltra más allá del alcance de las raíces y se limita su evaporación.

4. **Atrapanieblas.** Consisten en mallas condensadoras de la humedad atmosférica. Funcionan en ambientes con presencia de neblina o con temperaturas cercanas al punto de congelación del agua (0° Celsius). En las Islas Canarias, en el Atlántico norte y en altitudes superiores a los 2 mil m sobre el nivel del mar se han montado varios modelos de mallas, desde prototipos simples tipo bandera, con solo 10 m² de malla atrapanieblas, hasta modelos que simulan una conífera con 10 m de altura y superficies de malla de varios cientos de metros cuadrados, que pueden condensar miles de litros de agua en una sola noche.

Conclusiones

México tiene condiciones favorables para la cosecha de agua en sus zonas áridas y semiáridas, ya que se ubican, **por un lado**, en el Altiplano Central en altitudes superiores a los 2 mil metros sobre el nivel del mar (en promedio), con veranos cálido-lluviosos e inviernos fríos y secos, con heladas periódicas (cuando la temperatura ambiental es igual o inferior a los 0° Celsius); **por otro lado**, en el desierto Sonorense y la península de Baja California, que están rodeados por el Golfo de California y el océano Pacífico, por lo que la humedad nocturna y matinal es elevada. La condensación de la humedad atmosférica ocurre normalmente hasta el alba, pues con la presencia del sol la niebla se disipa y se evapora. En Baja California está el desierto del Vizcaíno cuya vegetación (cactáceas, agaváceas, crasuláceas, leguminosas, etc.), dependen casi totalmente de la condensación de neblina, pues las lluvias virtualmente están ausentes. Este proceso ecológico de condensación se denomina nodrizaje hídrico. En estos ambientes, las mallas condensadoras de neblinas o atrapanieblas serían excelentes cosechadoras de agua de la atmósfera.

Finalmente, cabe resaltar que quizá la mejor técnica de cosecha de agua en un sitio particular sea una combinación de ecotecias, como las aquí descritas, a fin de aprovechar al máximo los recursos hídricos disponibles y de optimizar el financiamiento que se invierta en la captación de agua pluvial y de la atmósfera.

Por lo descrito en este documento, es seguro que la sequía seguirá presente en el territorio mexicano siniestrando la actividad agropecuaria y forestal, por lo que es

circulación de vientos y de corrientes marinas que gobiernan el clima general. Así, hay **una zona intertropical** (entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio, es decir entre los 23°27' de latitud norte y los 23°27' de latitud sur) que concentra la mayor radiación solar del planeta, teniendo altas temperaturas y abundantes lluvias a lo largo del año. En esta franja se ubica una decena de países llamados megadiversos, que albergan la mayor parte de las especies biológicas actuales. Asimismo, hay dos franjas terrestres llamadas **zonas de alta presión**, ubicadas aproximadamente entre los 20° y los 40° de latitud norte y entre los 20° y 40° de latitud sur, donde las altas presiones de la atmósfera impulsan las corrientes de aire llamadas subtropicales hacia zonas de baja presión (aportando humedad en regiones templadas y ecuatoriales). Por esto hay dos grandes franjas de desiertos que rodean la Tierra tanto en el hemisferio norte como en el sur, visibles fácilmente en un planisferio de la vegetación terrestre o en un mapa de la distribución mundial de biomas (conjuntos de flora, fauna, hongos y microorganismos propios de cada tipo de clima). En México, la zona de alta presión abarca el norte y centro del territorio, justo donde se ubican las zonas áridas y semiáridas correspondientes a los desiertos Sonorense y Chihuahuense (y sus extensiones en la península de Baja California y en la región potosino-queretano-hidalguense, respectivamente). Las zonas áridas tienen una precipitación media anual comprendida entre los 50 y los 200 mm de lluvia y las semiáridas se sitúan entre los 200 y los 600 mm de pluviometría.

¿Por qué en algunos años hay sequías extremas?

El clima es un sistema hipercomplejo y caótico algunos parámetros por lo que es difícil predecirlo con precisión. Por ejemplo, se sabe que pequeños cambios en las condiciones ambientales iniciales de las corrientes oceánicas pueden derivar en oleaje normal, en tormenta tropical o en huracán. Sin embargo cada vez se comprende mejor la circulación oceánica, que es determinante -en gran medida- del clima mundial, pues se sabe que el agua es el compuesto más abundante de la Tierra y que su superficie está cubierta en tres cuartas partes por mares y océanos. También se sabe que un evento climático relevante en el clima mundial es el llamado **El Niño** y su complemento **La Niña**.

La Niña es una corriente marítima que se caracteriza por tener temperaturas de la superficie del océano inusualmente frías en la parte central y oriental del Pacífico tropical, mientras que El Niño (término con el que los peruanos se refieren tradicionalmente al Niño Jesús ya que el fenómeno climático suele observarse en la época de Navidad y que les propicia abundantes pescas de anchoveta), se caracteriza por temperaturas anormalmente cálidas en la superficie del océano. Ambos fenómenos están íntimamente ligados a los cambios de la presión atmosférica y a las pautas de circulación a escala planetaria, las cuales están asociadas; asimismo, El Niño y La Niña se consideran las fases opuestas de la interacción océano-atmósfera en la región sur del océano Pacífico. De hecho, el nombre completo en español del evento climático es: "El Niño/Oscilación Austral (ENOA)" o en

inglés: “El Niño/Southern Oscillation (ENSO)” Esta corriente relativamente inusual (hubo 28 fenómenos de El Niño en el siglo XX), altera el régimen habitual de las precipitaciones y la circulación atmosférica de las latitudes tropicales, y tienen repercusiones generalizadas en el clima de muchas partes del mundo, generando normalmente lluvias torrenciales en unas regiones y sequías prolongadas en otras áreas muy lejanas. Por ejemplo, hay consenso entre especialistas en climatología al asociar el evento El Niño de 1982-83, con la peor sequía del siglo XX en el Sahel (la región de África tropical ubicada al sur del Sahara que abarca desde el océano Atlántico hasta el Mar Rojo), ocurrida en 1984.

¿Es normal que a un evento de El Niño siga uno de La Niña?

Como se mencionó líneas arriba, durante un evento de El Niño, la temperatura de la superficie del mar en la parte central y oriental del océano Pacífico sur suele ser muy superior a la normal, mientras que en esas mismas regiones, durante un episodio de La Niña, la temperatura es inferior a la normal. No es infrecuente pasar de un episodio al otro pues ambos forman parte del mismo fenómeno y se normalmente se alternan. No obstante, las fases caliente y fría no tienen por qué sucederse inmediatamente y suelen estar separadas por períodos prolongados (de unos meses a un par de años) de condiciones neutras, es decir, temporadas en las que no se producen episodios de El Niño ni de La Niña. Asimismo, ha habido casos en los que a un episodio de El Niño le ha seguido otro episodio de El Niño o en que a un episodio de La Niña le ha seguido otro episodio de La Niña, y entre ambos media un período de condiciones neutras de varios meses.

¿Guarda La Niña relación con fenómenos meteorológicos extremos en el mundo?

Los expertos de la Oficina de Meteorología de Australia han establecido, por ejemplo, un vínculo entre las fuertes lluvias e inundaciones que se produjeron en la región de Queensland con el episodio de La Niña de 2010 y han señalado que, debido a este fenómeno, 2010 ha sido el tercer año más húmedo jamás registrado en Australia. Se trató, además, del mes de diciembre más húmedo jamás registrado en Queensland e, incluso, en todo el este de Australia. Las fuertes lluvias de finales de noviembre y de diciembre se produjeron tras el período más húmedo de julio a octubre que se haya registrado jamás en Australia. El período de julio a diciembre también batió el récord de precipitaciones. Anteriores episodios de La Niña de fuerte intensidad, como los de 1955 y 1974, ya provocaron graves inundaciones generalizadas en el este de Australia.

Por lo general, el evento La Niña provoca un aumento de las precipitaciones en el noreste de Brasil, Colombia y en la zona septentrional de América del Sur, así como una deficiencia de precipitaciones en Uruguay y en algunas zonas de Argentina. También, se observan condiciones más secas de lo habitual a lo largo de la costa de Ecuador y en el noroeste de Perú. Asimismo, no debe descartarse que las sequías en el norte de México y algunos incendios, como los que ocurrieron en los primeros meses de 2021, sean eventos

relacionados con el fenómeno de La Niña, ya que si hay lluvias torrenciales en una región del planeta (por ejemplo en el sureste asiático y en Australia), habrá sequías muy prolongadas en otras partes del mundo, para mantener el balance del ciclo hidrológico global. Lo cierto es que con el incremento de temperatura del planeta, el clima mundial se ha polarizado.

¿Cómo abatir la sequía en México?

Existen ecotecias desarrolladas desde la época prehispánica que permiten mitigar los efectos de la sequía, pero también hay moderna tecnología diseñada para el mismo fin. El conjunto de técnicas que se emplean para optimizar la utilización de los recursos hídricos disponibles en una región particular se denomina **cosecha de agua**, la cual consiste en construir dispositivos de captación, almacenamiento, distribución y uso eficiente de este vital líquido en una zona determinada. A continuación se presentan 4 métodos que se han empleado exitosamente en varios continentes. Los dos primeros son de uso ancestral desde hace por lo menos 4 milenios y los dos últimos son contemporáneos.

1. **Olla de barro enterrada.** Consiste en emplear recipientes de barro parcialmente cocido que se entierran en el suelo agrícola, junto a la planta que se desea cultivar, para que el agua trasmine lentamente hacia las raíces del vegetal, las cuales normalmente se adhieren a la pared externa de la olla. La tapa debe permitir el paso del agua de lluvia y evitar su evaporación. Para esto normalmente se usa fibra de yute u otro textil permeable como tela de algodón. Se puede implementar un sistema de suministro hídrico de estos contenedores a fin de llenarlos periódicamente, cuando no sea época de lluvias. La irrigación de plantas bajo este sistema se conoce como riego por goteo mediante olla de barro enterrada y es de alta eficiencia pues se aprovecha cerca del 98% del recurso hídrico.

2. **Microcuenca edáfica.** Consiste en cavar una geoforma cuadrada y cóncava alrededor de la planta que se desea cultivar, normalmente de un metro de diámetro y unos 20 cm de profundidad en el centro, donde se trasplanta un individuo herbáceo o leñoso de tipo arbustivo. Las paredes de la microcuenca se compactan para propiciar el escurrimiento del agua de lluvia y se concentra el líquido en la base de la planta. De esta manera el vegetal recibe el total de lluvia de la superficie de captación de la microcuenca. Se pueden hacer cálculos de la superficie de recepción pluvial y los requerimientos hídricos en el ciclo de vida del vegetal, para optimizar la eficiencia del uso del agua, es decir para producir el máximo de biomasa por unidad de agua captada.

3. **Uso de pencas de nopal.** Consiste en enterrar de 4 a 6 cladodios (pencas) de alguna especie de *Opuntia* (nopal) en el fondo de un cajete (agujero donde se inserta el cepellón de raíces y suelo de una planta cultivada en vivero), donde se trasplanta un individuo vegetal. Las pencas tienen pectinas y otras sustancias retenedoras de