



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa
Hidrológico
Internacional



XVI REUNIÓN DEL COMITÉ NACIONAL MEXICANO DEL PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL

PRESENTACIÓN DE AVANCE DE ACTIVIDADES

Programa G-WADI

(Red Mundial de Información sobre Agua y Desarrollo
para las Zonas Áridas)

David Ortega-Gaucin

Sala de Consejo del IMTA

Agosto 15, 2018



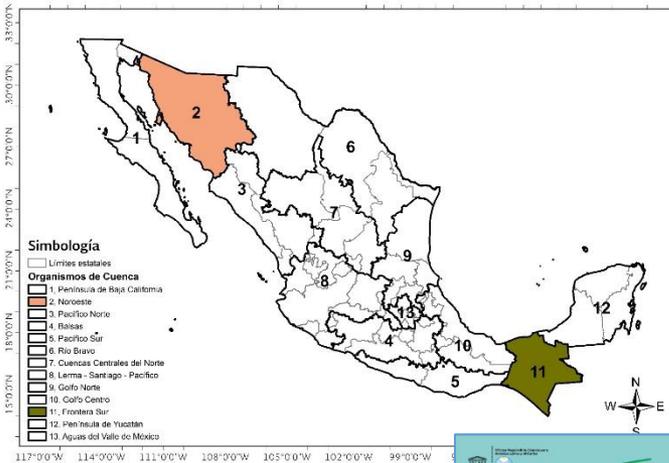
Programa G-WADI

- Establecido en 2004 por la 15ª reunión del Consejo Intergubernamental del PHI.
- **Objetivo:** fortalecer la capacidad global para gestionar los recursos hídricos de las zonas áridas y semiáridas.
- **Meta principal:** construir una comunidad global eficaz mediante la integración de redes, centros, organizaciones e individuos que se conviertan en miembros del G-WADI.
- La red promueve la cooperación internacional y regional en las zonas áridas y semiáridas.

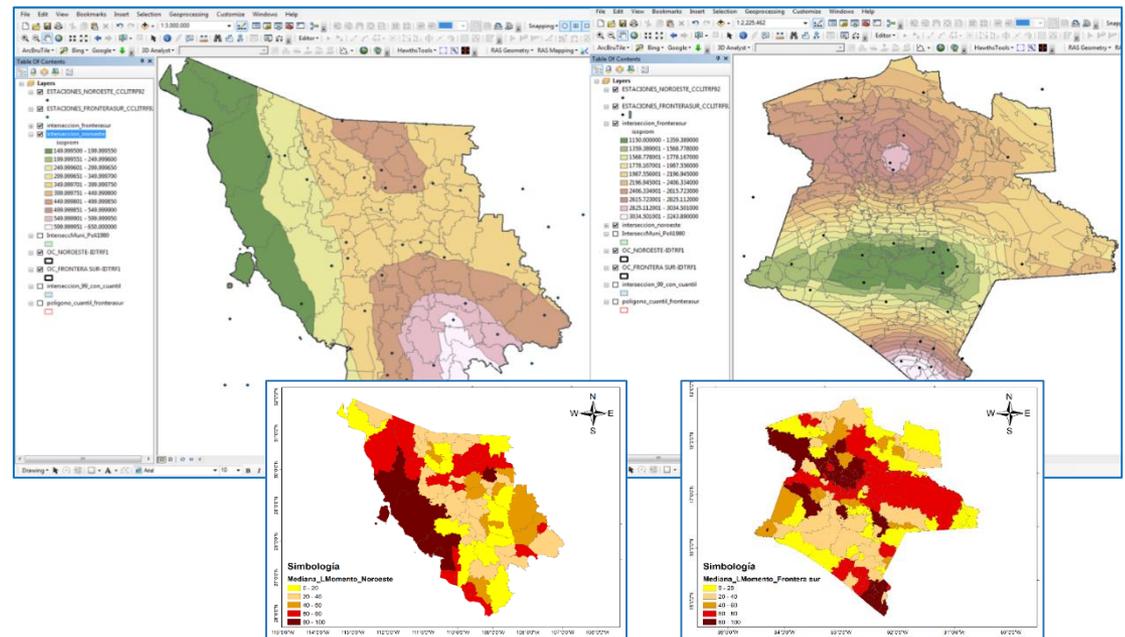
Actividades Realizadas (Enero-Julio de 2018)

Proyecto del Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del IMTA

“Evaluación y adaptación de metodologías para determinar índices de peligro y riesgo por sequía a escala municipal en los Organismos de Cuenca de México”



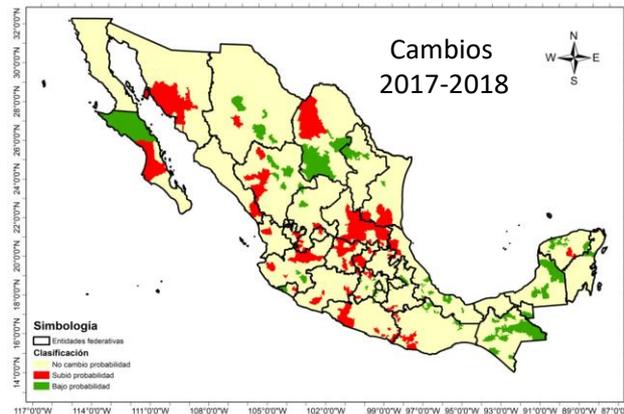
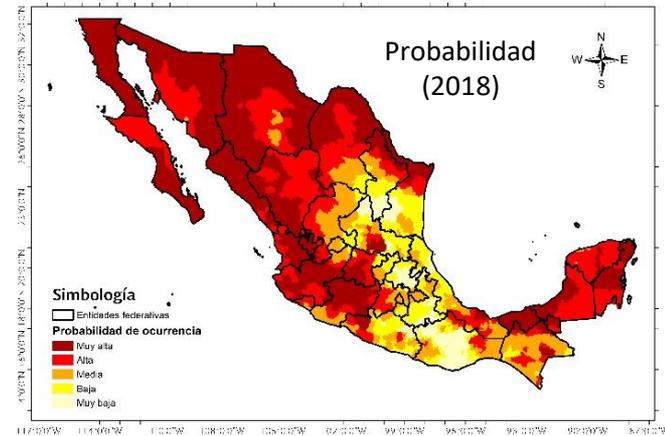
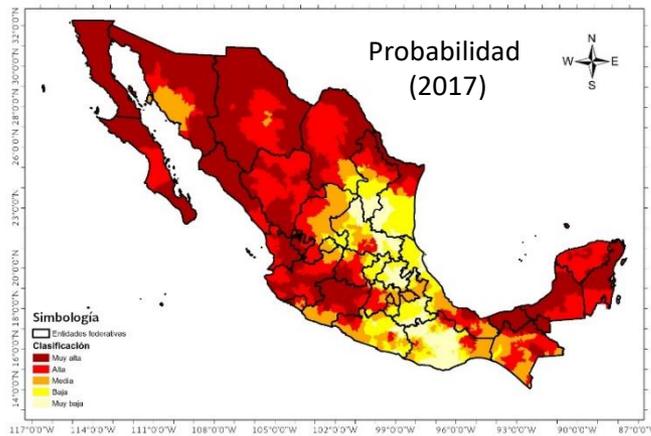
Análisis regional de frecuencia de sequías mediante la metodología de L-momentos



Proyecto Interno

“Índices de Seguridad Hídrica (ISH)” (2ª Etapa)

Actividad: Actualización del mapa nacional de peligro por sequía como indicador de seguridad hídrica en México, con base en los registros del MSM.

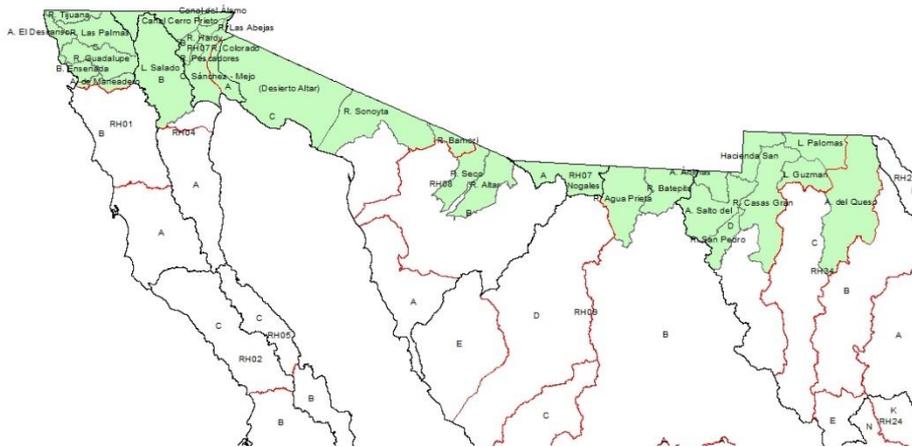


Proyecto Interno

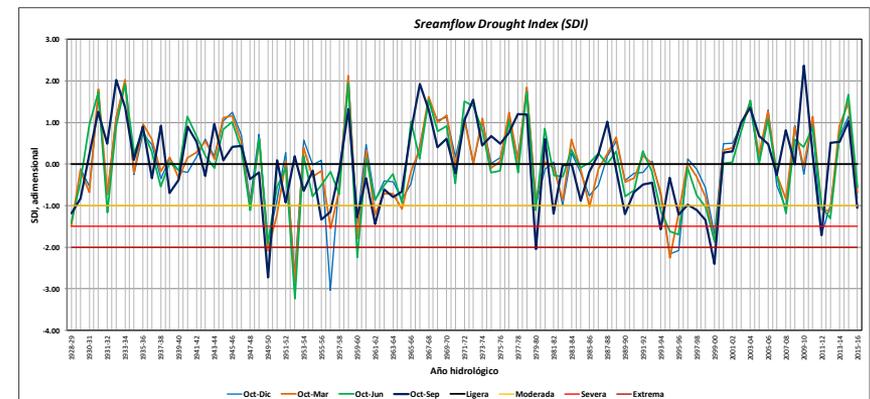
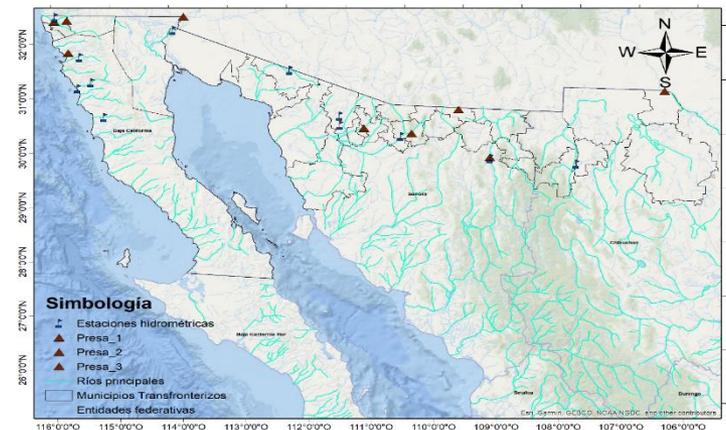
“Estrategia nacional de seguridad hídrica para el manejo de aguas transfronterizas México-EUA” (2ª Etapa)

Actividad: Análisis y caracterización del peligro, vulnerabilidad y riesgo ante sequías meteorológicas e hidrológicas.

Zona de Tijuana, B.C. a Cd. Juárez, Chih.



Cuencas y subcuencas transfronterizas



3^{er} Congreso Interamericano Sobre Cambio Climático

Buenos Aires, Argentina, 8-10 de mayo de 2018

3^o CONGRESO INTERAMERICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

"Resiliencia frente al Cambio Climático en Latinoamérica"
8 y 9 de mayo de 2018, Bs. As. Argentina

3.5-Ortega-México-1

VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO POR SEQUÍA EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: EL CASO DE MÉXICO

David Ortega-Gaucin¹, Jesús de la Cruz Bartolón¹, Heidy Viviana Castellano Bahena¹.

Abstract

Climate change is causing an intensification of natural climate variability, with an increase in the frequency and severity of droughts in many parts of the world. Vulnerability to drought is the degree to which a system is susceptible and unable to cope with the adverse effects, damages or losses caused by this natural phenomenon; drought hazard refers to the probability of a drought event occurring in a given space and time with sufficient intensity to cause damage; and drought risk is determined by the confluence of vulnerability and hazard. Based on these concepts, this article presents the results of the application of a method developed to determine vulnerability, hazard and drought risk in Mexico. The results indicate that the method is viable for its application at the national level, and can even be adapted to be applied at the state or regional level. The strength of the method lies in its approach as an objective analytic procedure that makes it possible to identify the most vulnerable municipalities from economic, social, and environmental perspectives, as well as those that present a higher risk of being affected by drought, in such a way that it is feasible to better direct resources and efforts to reduce vulnerability and manage risk in the different regions of the country.

Keywords: Drought, vulnerability, México.

Introducción

El cambio climático global está provocando, entre otras cosas, la intensificación de la variabilidad climática natural, con un aumento en la frecuencia y severidad de los fenómenos hidrometeorológicos extremos (como las sequías y las inundaciones) que dañan los bienes y la integridad física de las personas, en una cadena compleja de impactos que afectan prácticamente a todas las dimensiones del desarrollo humano. La sequía es un fenómeno natural que forma parte intrínseca del clima y al que eventualmente todos los lugares del planeta están expuestos, incluso las zonas más lluviosas del mundo. Se caracteriza por ser un evento inevitable y todavía poco predecible, no tiene epicentro ni trayectoria precisa, es de avance lento y gradual, y abarca grandes extensiones geográficas, razones por las cuales se hace difícil identificar sus límites espaciotemporales y proporcionar ayuda a la población afectada por el fenómeno (Ortega-Gaucin, 2013).

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013), las tendencias previstas para el siglo XXI como resultado del cambio climático indican una menor disponibilidad natural de agua en muchas regiones del mundo (figura 1).

¹ Coordinación de Hidrología, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

^{*} Autor correspondiente: Coordinación de Hidrología, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos. C.P. 62560, México. Email: dortega@italoc.imalt.mx

3^o CONGRESO INTERAMERICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

"Resiliencia frente al Cambio Climático en Latinoamérica"
8 y 9 de mayo de 2018, Bs. As. Argentina

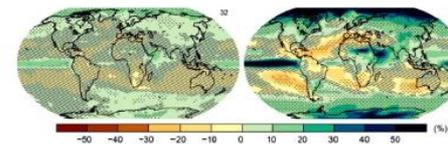


Figura 1. Cambios esperados en la precipitación promedio mundial para el periodo 2081-2100 respecto del periodo 1986-2005, con base en los escenarios RCP 2.6 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha). Fuente: IPCC (2013).

En el caso específico de México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2016) ha elaborado mapas con mayor detalle para la república mexicana, con base en los nuevos escenarios de emisión de las denominadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). En la figura 2 se presentan los mapas de anomalía de precipitación esperada para el periodo 2015-2039, para los escenarios RCP 6.0 y RCP 8.5. En ambos casos se esperan disminuciones en la precipitación del orden de -10 a -20% en la mayor parte del norte del país y de 0 a -10% en el resto de la república, con excepción de algunas zonas ubicadas en estados del sureste (Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo) donde se esperan incrementos en la lluvia de 0 a 10% bajo el escenario RCP 6.0.



Figura 2. Cambios esperados en la precipitación promedio anual de México para el periodo 2015-2039, según los escenarios RCP 6.0 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha). Fuente: INECC (2016).

En este contexto, como consecuencia de la disminución de la lluvia y el aumento asociado de la temperatura y la evaporación en gran parte del país, es de esperarse que ocurra una mayor frecuencia y severidad de las sequías, sobre todo en los estados del norte, los cuales se caracterizan por tener climas secos y semisecos, donde la precipitación promedio oscila entre 300 y 500 milímetros anuales.

Ante estas circunstancias cabe preguntarse ¿Cuál es la vulnerabilidad, el peligro y el riesgo por sequía que existe actualmente en México y cómo podrían comportarse estas variables en el futuro cercano como consecuencia del cambio climático? Para dar respuesta a esta interrogante es necesario tomar en cuenta que la vulnerabilidad ante la sequía es el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos, daños o perjuicios causados por este fenómeno natural; la vulnerabilidad se relaciona de manera inversa con el grado de desarrollo socioeconómico de las áreas afectadas; mientras que en los países desarrollados la sequía se puede soportar por lo general sin graves consecuencias (dado que disponen de los medios económicos y estructurales para afrontarla), en las áreas más marginadas una sequía es capaz de provocar hambre, pobreza, migración y reducción en el bienestar y calidad de vida

Publicación de Artículos Arbitrados

Ortega-Gaucin, D. *et al.* (2018). Economic, social and environmental vulnerability to drought in the Northwest River Basin System, Mexico. *International Journal of Environmental Impacts*, 1(3):240-253.

D. Ortega-Gaucin et al., *Int. J. Environ Impacts*, Vol. 1, No. 3 (2018) 240-253

ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITY TO DROUGHT IN THE NORTHWEST RIVER BASIN SYSTEM, MEXICO

DAVID ORTEGA-GAUCIN, HEIDY V. CASTELLANO & JESÚS DE LA CRUZ
 Mexican Institute of Water Technology, Mexico

ABSTRACT

Vulnerability to drought is the degree to which a system is susceptible to damage by drought and incapable of coping with its adverse effects. This article presents a method to calculate drought vulnerability indices in the Northwest River Basin System, Mexico. The method is based on the concept of vulnerability developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), which differentiates three components of vulnerability: degree of exposure, sensitivity and adaptive capacity. Each of these components is represented by a set of relative indicators at the municipal level that allow for the determination of three basic types of vulnerability: economic, social and environmental, which converge in overall vulnerability. The successful use of the method in the Northwest River Basin System shows that it can be applied to the rest of river basin systems in Mexico, and it can also be adapted to be used at the state or national level. The strength of the method lies in its approach as an objective analytic procedure that makes it possible to identify the most vulnerable municipalities from economic, social and environmental perspectives, which is useful in managing resources and efforts to reduce vulnerability to drought in the different regions of the country.

Keywords: adaptive capacity, degree of exposure, drought, sensitivity, vulnerability

1 INTRODUCTION

Drought is a natural phenomenon, an intrinsic part of climate to which every part of the planet is exposed, even its rainiest regions. Droughts are characterized by their inevitability, and they are still scarcely predictable [1]. The phenomenon lacks an epicentre or a definite trajectory, its progress is slow and gradual, and it covers vast geographical extents; as a consequence, identifying its spatiotemporal limits and providing help to affected populations are challenging endeavours.

Vulnerability to drought is inversely related to the degree of development in the affected areas: whereas developed countries can usually withstand drought without serious consequences, since they possess the structural and economic means to face it, drought can spell hunger, poverty, migration and reduced well-being and quality of life in marginalized areas. The technological level of a region or country, as well as its organizational, institutional and social performances, is a key element in vulnerability to drought. An example of these differences in vulnerability can be observed when comparing Mexican and American farmers living near the border between their countries, where they share similar physical and biological conditions in contrast with their different social, political, economic and historical backgrounds [2]. Clearly, the former are more vulnerable than the latter.

As a consequence, water scarcity due to drought can be a decisive factor for some settlements to be abandoned by their working-age inhabitants (especially in arid and semiarid areas in the North), who prefer to seek job opportunities in large cities or abroad. These 'ghost towns', where at best remain only women, children and old people who make their livings from the meager products of the land and the resources sent by their young who have migrated, are an irrefutable proof of the scope and impact caused by droughts [3]. Recent research demonstrates that when crop yields – especially corn – are reduced due to drought, a significant increase in migration from Mexico to the United States is observed [4].

242

D. Ortega-Gaucin et al., *Int. J. Environ Impacts*, Vol. 1, No. 3 (2018)

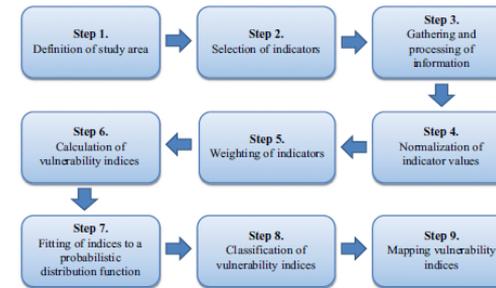


Figure 1: Steps of the method employed to calculate drought vulnerability indices in the Northwest River Basin System.

- *Environmental vulnerability:* This concept is related to an intrinsic susceptibility of the environment or its natural resources to be negatively affected by the lack of water; all living beings need certain environmental conditions for their development, but when nature can be deteriorated as a result of the destruction of environmental assets, ecosystems become highly vulnerable to hazards such as drought.
- *Overall vulnerability:* The three types of vulnerability previously described are integrated by this concept, in which economic, social and environmental factors converge.

Based on these concepts, we developed a nine-step method, which is shown in Fig. 1. The first step consists in selecting the study area; in steps 2-4, indicators are chosen, information is processed and indicators are normalized; in step 5, the specific weight of each indicator is determined; step 6 consists in calculating VIs by multiplying the normalized indicator by its specific weight; in step 7, indices are fitted to the beta distribution function; in step 8, indices are classified in five degrees of vulnerability and, finally, the vulnerability map for the river basin system in question is obtained in step 9.

The nine steps included in the proposed method are described in the following sections.

2.1 Definition of study area

The National Water Commission (CONAGUA, for its acronym in Spanish) has divided the Mexican territory into 13 river basin systems to better administrate the country's water (Fig. 2). This study selected the Northwest River Basin System, a notably arid region. This river basin system has a surface area of 197,586 km² (10% of the national territory), and it consists of 71 municipalities in the state of Sonora and 7 in the state of Chihuahua (78 total municipalities).

Publicación de Artículos Arbitrados

Ortega-Gaucin, D. (2018). **Medidas para afrontar la sequía en México: una visión retrospectiva.**
Revista de El Colegio de San Luis, VIII(15):77-105.

MEDIDAS PARA AFRONTAR LA SEQUÍA EN MÉXICO: UNA VISIÓN RETROSPECTIVA

Measures to cope with drought in Mexico:
A retrospective view

DAVID ORTEGA-GAUCIN*

RESUMEN

La sequía es uno de los fenómenos naturales más complejos y que afecta a más personas en el mundo. El objetivo de este artículo es presentar una revisión de las principales medidas que han sido implementadas en las distintas etapas de la historia de México (época prehispánica, época colonial, siglos XIX, XX y XXI) para prevenir y mitigar los impactos de la sequía en la sociedad. Como parte de la metodología empleada, se realizó una clasificación de las medidas adoptadas en cada periodo, agrupándolas en dos grandes categorías: preventivas (las que se han implantado mucho antes de que suceda una sequía) y reactivas (las que se han adoptado durante el evento de sequía); a su vez, ambos tipos de medidas se subdividen en medidas sociales, tecnológicas y gubernamentales. La originalidad de esta aportación se basa en exponer que, pese a la lucha histórica de México frente a la sequía, esta no ha dejado ni dejará de ser un problema capital, por lo que es sustancial que tanto las autoridades gubernamentales como la población en general sean conscientes de la vulnerabilidad ante el peligro y de la importancia de adoptar medidas preventivas y de adaptación que conduzcan a una gestión apropiada del riesgo. Se concluye que, aunque en la actualidad tenemos mayor conocimiento científico y desarrollo tecnológico para hacer frente a la sequía, estas herramientas no constituyen por sí mismas la solución al problema, sino que son el complemento de otras acciones y estrategias de corte político, económico y social que en conjunto ayudan a contrarrestar los efectos negativos del fenómeno.

PALABRAS CLAVE: SEQUÍA, HISTORIA DE MÉXICO, USOS DEL AGUA, VULNERABILIDAD, DESASTRE.

* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Coordinación de Hidrología, Correo electrónico: dorteaga@tlaloc.imta.mx.

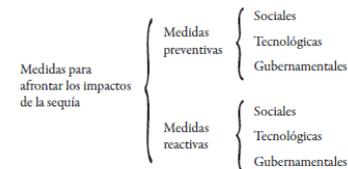
sobre la población dependen en gran medida de factores humanos, históricamente las personas y comunidades han respondido al fenómeno en función de una variedad de elementos típicamente relacionados con la cultura, la percepción del peligro y la organización social imperante en el momento en que ocurre.

En este contexto, lo cierto es que no es posible evitar la ocurrencia de las sequías, pero hay maneras de prevenir y mitigar sus efectos negativos, así como disminuir las pérdidas de los afectados por el fenómeno, es decir, hay maneras de gestionar las sequías. La gestión de sequías se refiere a todas aquellas acciones y respuestas sociales, técnicas (ingenieriles) e institucionales (económicas, políticas) que se ponen en práctica para afrontar situaciones de sequía (WMO, 2012), ya sea con antelación al inicio del fenómeno (medidas preventivas) o cuando ya está presente (medidas reactivas). Así, desde siempre, las diversas civilizaciones han efectuado una gran variedad de acciones y estrategias con este propósito. En este artículo se analiza el caso de México.

MODELOS HISTÓRICOS PARA AFRONTAR LAS SEQUÍAS EN MÉXICO

En general, las sociedades antiguas y modernas de México han diseñado y utilizado distintos tipos de estrategias para afrontar las sequías, las cuales pueden ser agrupadas en dos grandes categorías: preventivas y reactivas, tal como se ilustra en la figura 1.

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS
PARA AFRONTAR LOS IMPACTOS DE LAS SEQUÍAS

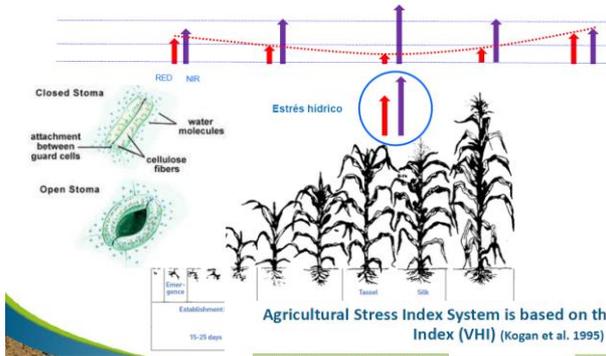


Proyecto Autorizado (2018-2019)

“Monitoreo y Previsión Probabilística de la Sequía Agrícola en Zonas Áridas de México mediante el Sistema del Índice de Estrés Agrícola (ASIS) de la FAO”

Fondo de Atención a Problemas Nacionales del CONACYT

Energía electromagnética registrada por el sensor



Agricultural Stress System is based on the Vegetation Health Index (VHI) (Kogan et al. 1995)

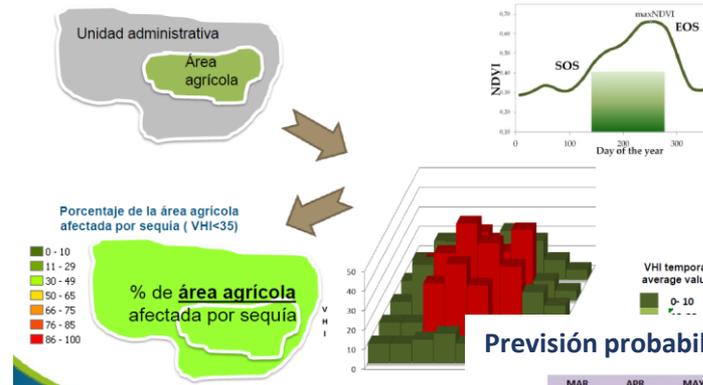
$$VCI_i = \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}$$

$$TCI_i = \frac{BT_{max} - BT_i}{BT_{max} - BT_{min}}$$

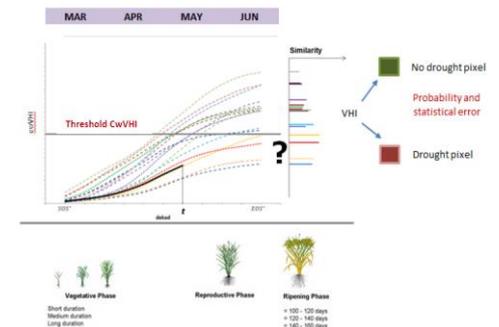
$$VHI = a \cdot VCI + (1-a) \cdot TCI$$



ASIS evalúa la severidad (intensidad, duración y extensión geográfica) de la sequía agrícola



Previsión probabilística de la sequía agrícola



XVI REUNIÓN DEL COMITÉ NACIONAL MEXICANO DEL PROGRAMA
HIDROLÓGICO INTERNACIONAL

Programa G-WADI
(Red Mundial de Información sobre Agua y Desarrollo
para las Zonas Áridas)

David Ortega-Gaucin

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Subcoordinación de Hidrología Superficial
Tel. 777-329-36-00 Ext. 674
dortega@tlaloc.imta.mx*