



Quinto Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE SEQUÍA EN LA AGRICULTURA: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DEL ÍNDICE DE ESTRÉS AGRÍCOLA (ASIS-PAÍS) DE LA FAO

DAVID ORTEGA-GAUCIN, ALEJANDRO ORDOÑEZ, OSCAR ROJAS,
TAMARA HERNÁNDEZ Y JESÚS DE LA CRUZ

20/septiembre/2019
Mazatlán, Sinaloa, México



Introducción

- La sequía es uno de los fenómenos naturales más complejos y que provocan mayores daños a la población mundial.



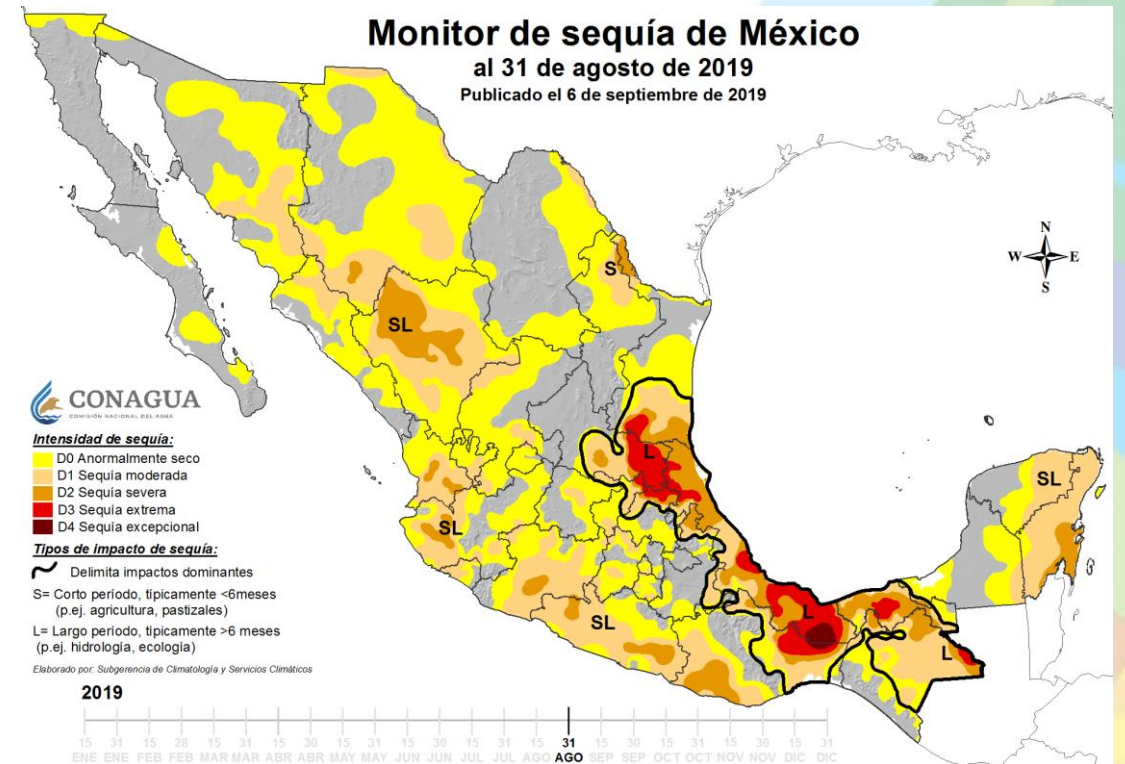
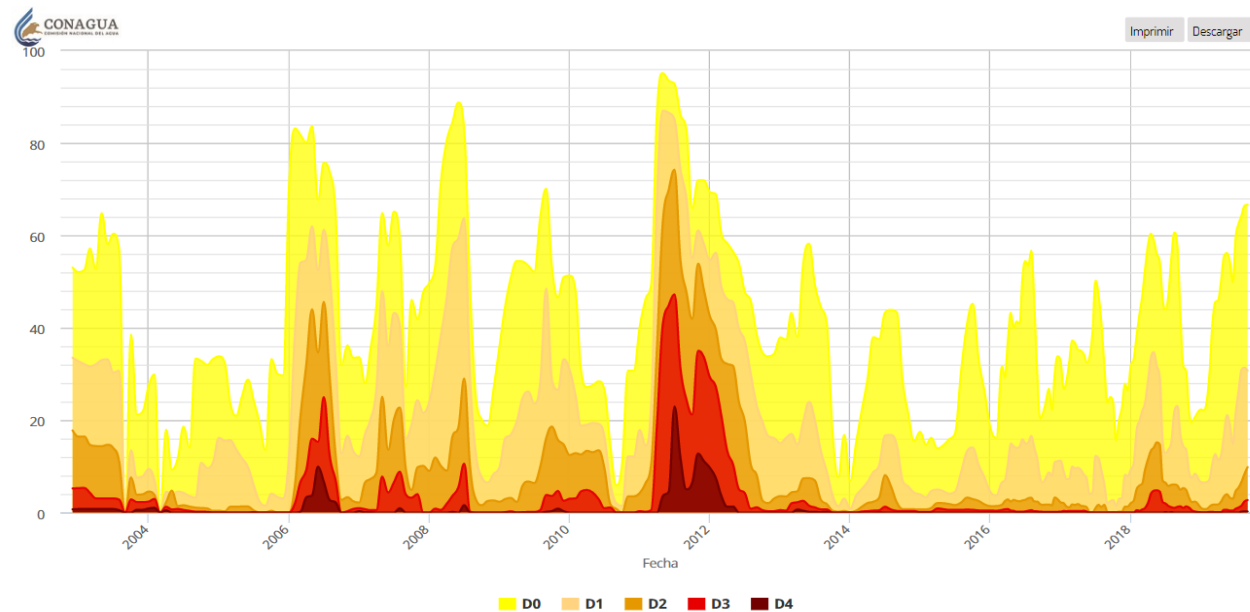
- Más del 80% del impacto económico de las sequías es sobre la agricultura (FAO, 2017).



Introducción

- En México las sequías representan una amenaza para la seguridad hídrica y alimentaria.

Porcentaje de área afectada con sequía en México



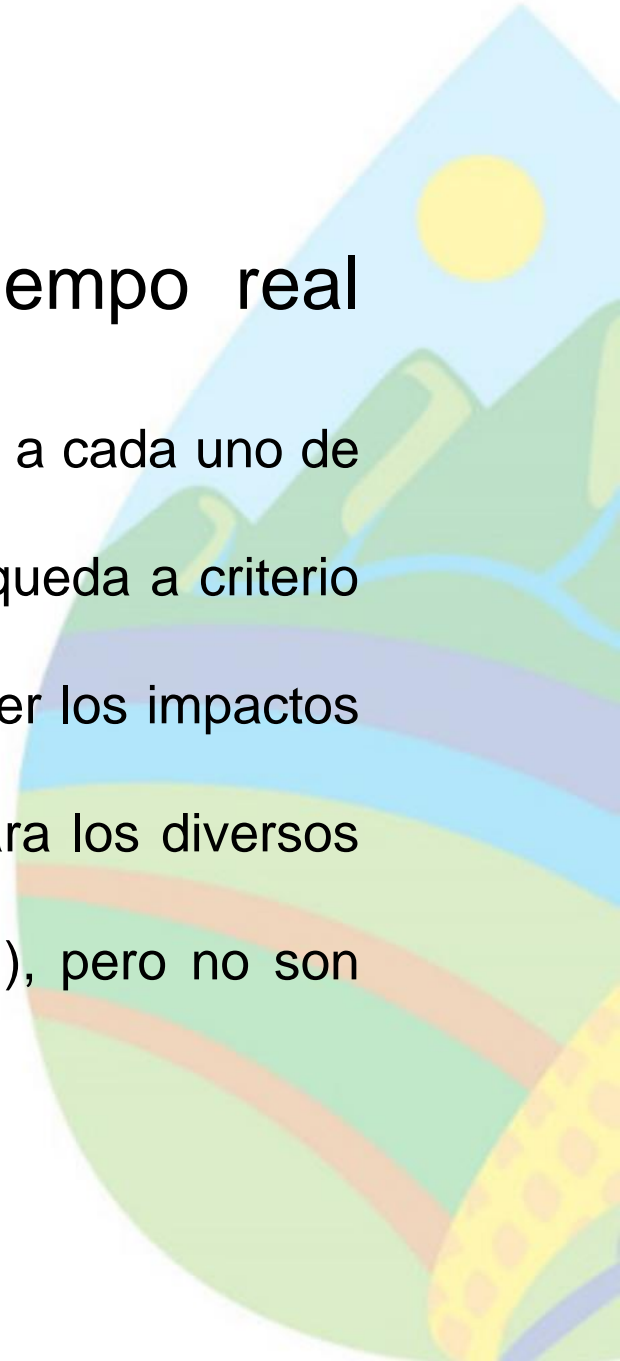
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>



Limitaciones del MSM

Es insuficiente para la toma de decisiones en tiempo real debido a que:

- No utiliza un método sistemático para asignarle un peso específico a cada uno de los índices que lo integran.
- La delimitación de las áreas con sequía se hace por consenso y queda a criterio de los expertos que lo elaboran.
- Al incluir y combinar diversos tipos de índices, no permite reconocer los impactos de la sequía en los diferentes sectores.
- No considera la relación entre la oferta y la demanda de agua para los diversos tipos de usos consuntivos.
- Algunos índices se obtienen de imágenes de satélite (VHI, NDVI), pero no son calibrados con información de campo.

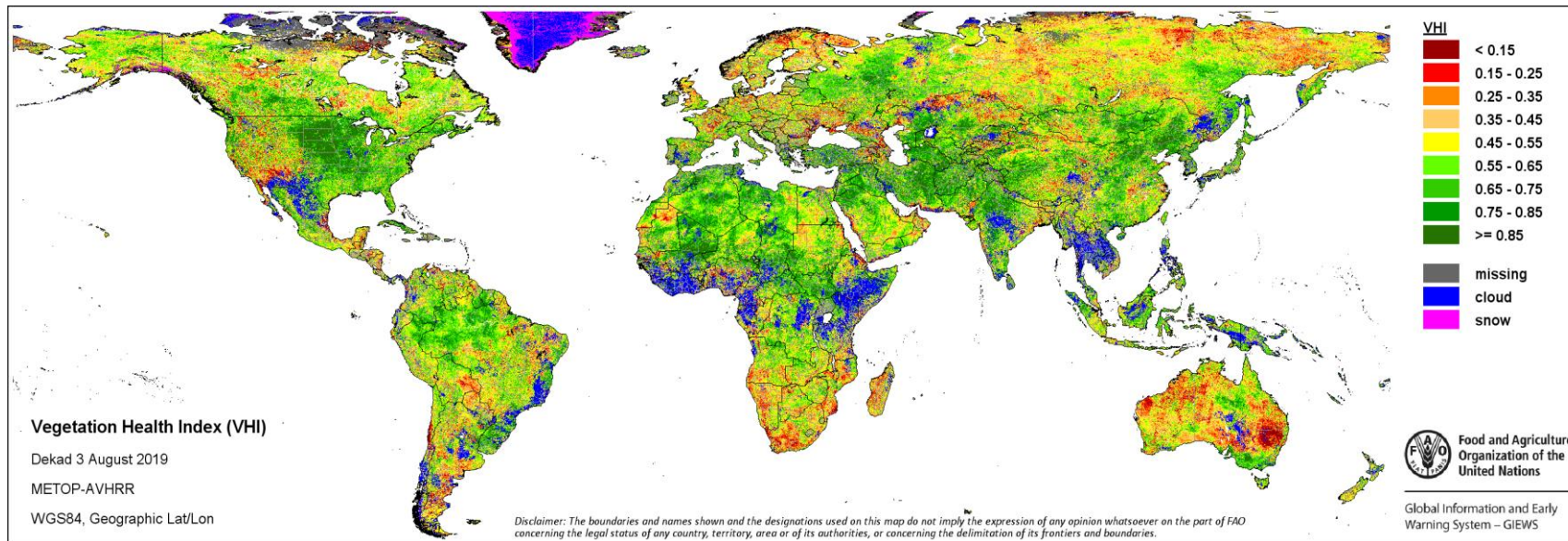




Sistema del Índice de Estrés Agrícola (ASIS)

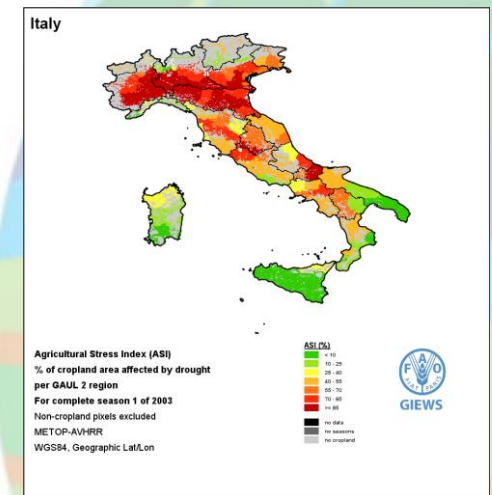
Es un sistema de detección de las áreas agrícolas con alta probabilidad de sufrir sequía, para lo cual utiliza datos geoespaciales actualizados cada 10 días a 1 km² de resolución.

Máscara agrícola global



<http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/>

ASIS-País



El sistema es operacional en FAO-Roma a nivel global como apoyo técnico del Sistema Global de Información y Alerta Temprana (GIEWS).

Fuentes de Datos

Satélite

METOP-AVHRR

- Datos básicos de EUMETSAT
- Procesamiento en VITO
- [2007 - al presente]
- 10-días a 1 km² de resolución
- metops10.vito.be

Satélite

NOAA-AVHRR

- Utilizado por Rojas et al. (2011)
- En ASIS se extiende METOP
- [1984 - al presente]
- Semanal a 16 km² resolución
- star.nesdis.noaa.gov

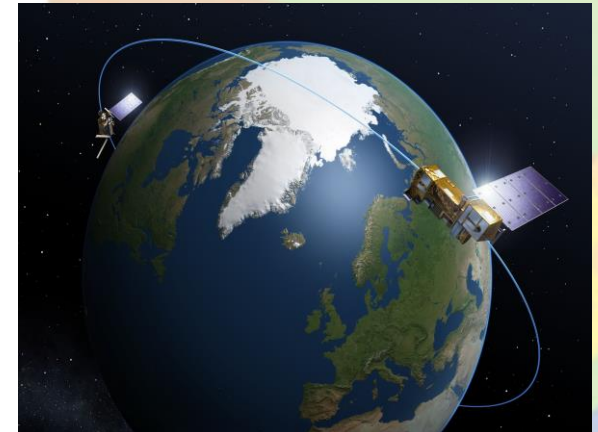
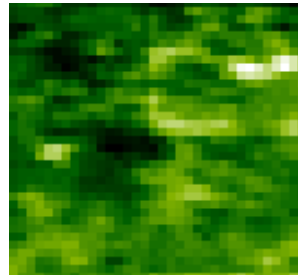
Proceso de “inter-calibración”

- Serie histórica de más de 30 años de registro (1984 - al presente)
- Resolución de 1 km²

NOAA 16 km²



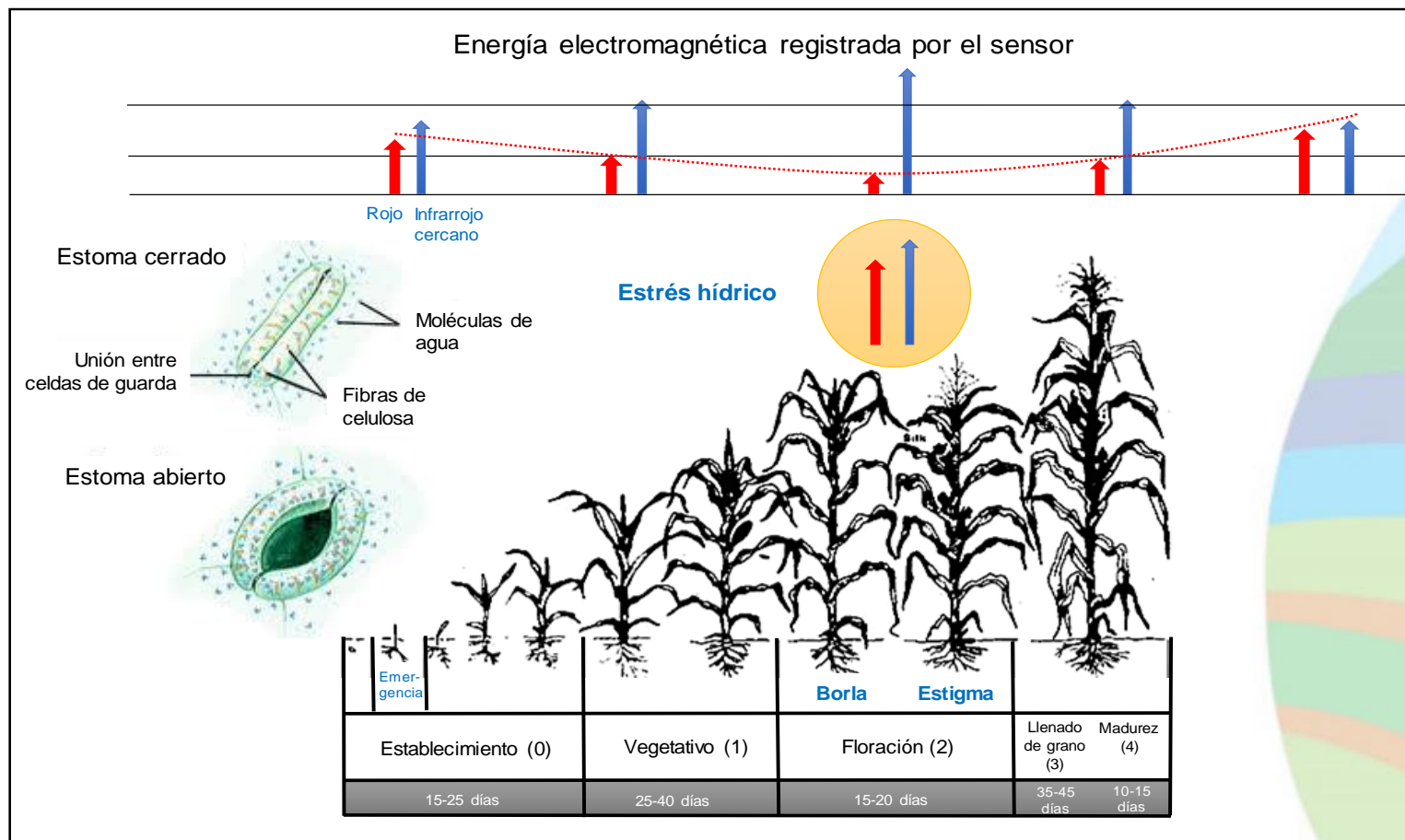
Simulados en METOP 1 km²



Fundamentos de ASIS

Representación gráfica de cómo la energía es capturada por el satélite

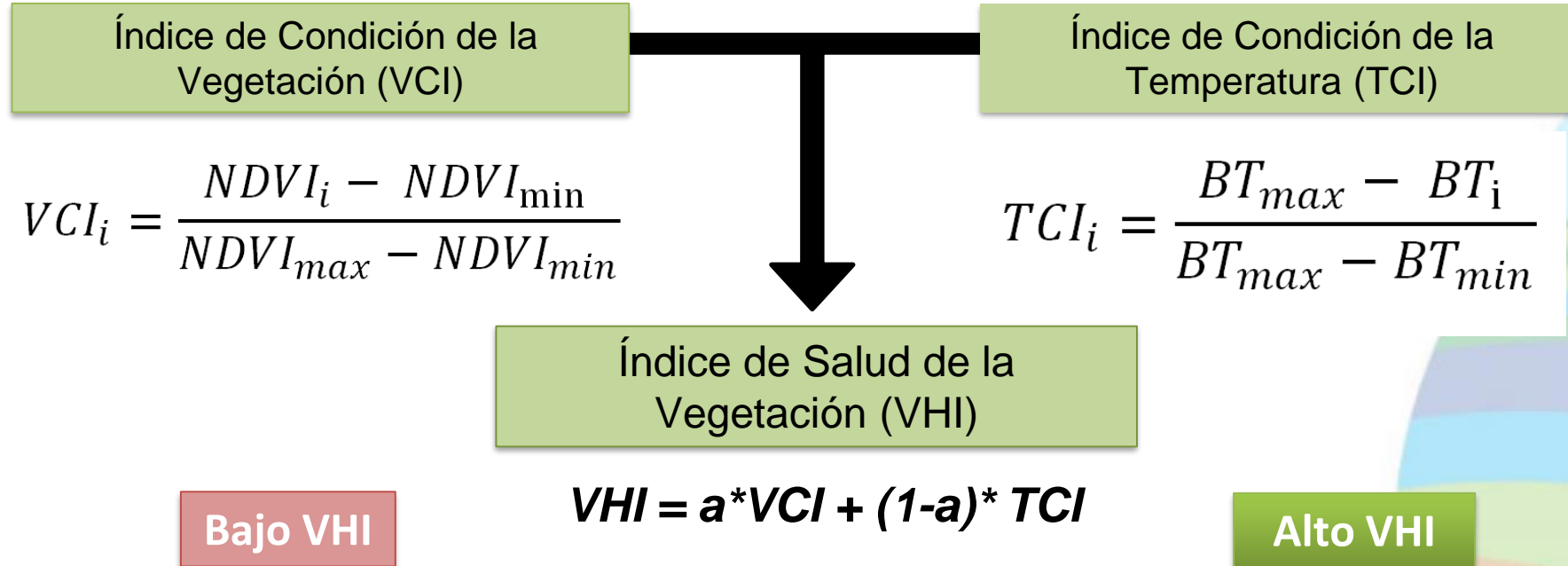
Cuando se presenta un estrés hídrico, el satélite captura una mayor proporción de longitud de onda roja y una menor cantidad de la infrarroja. Este principio básico permite detectar la sequía en la agricultura.



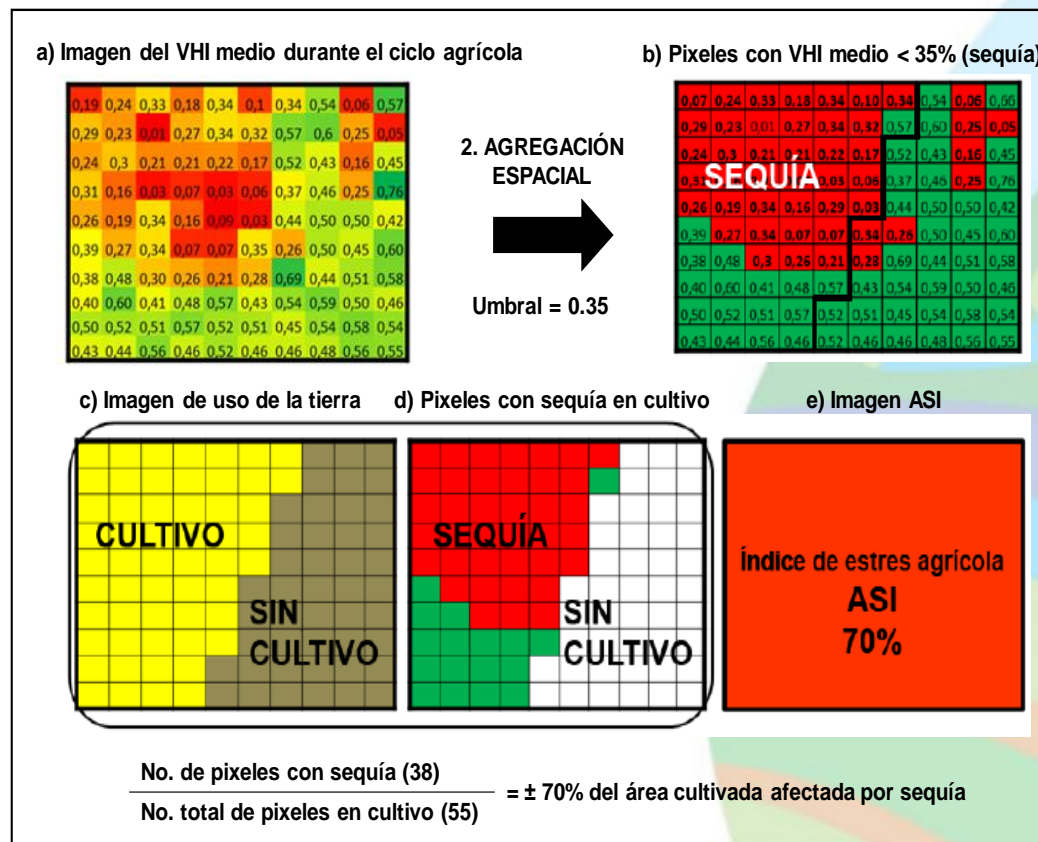
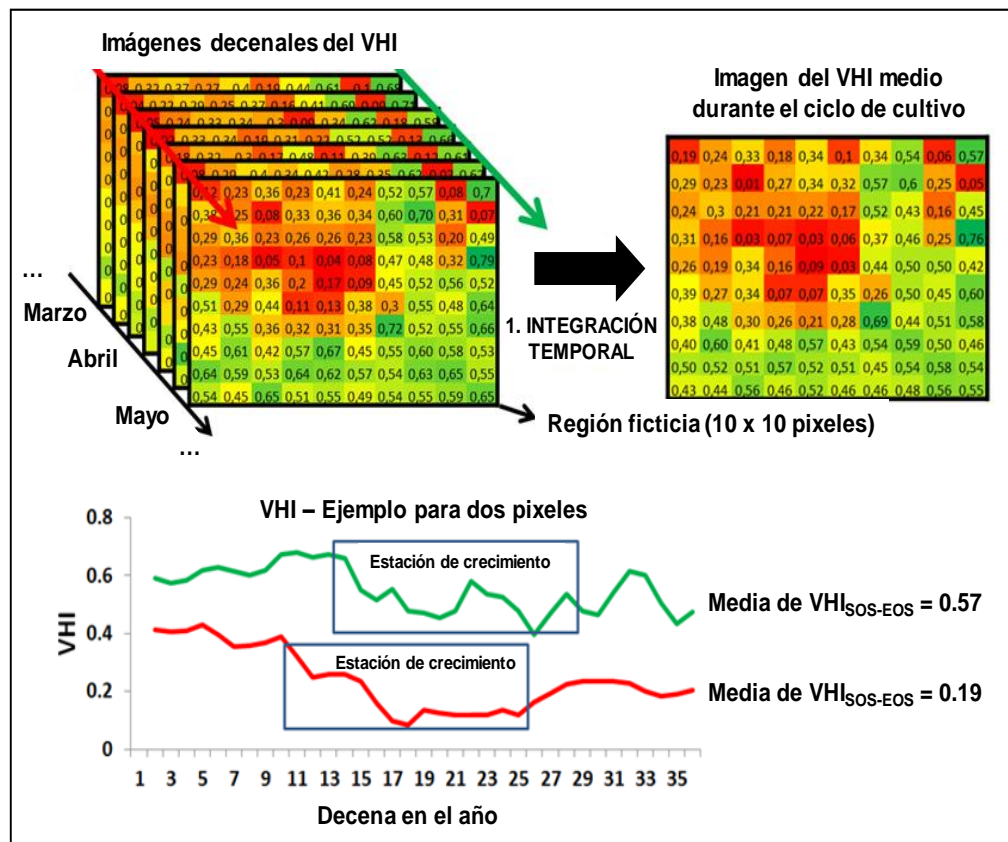
Fuente: adaptada de FAO (2015).

ASIS se basa en el Índice de Salud de la Vegetación (VHI)

(Kogan *et al.*, 1995)

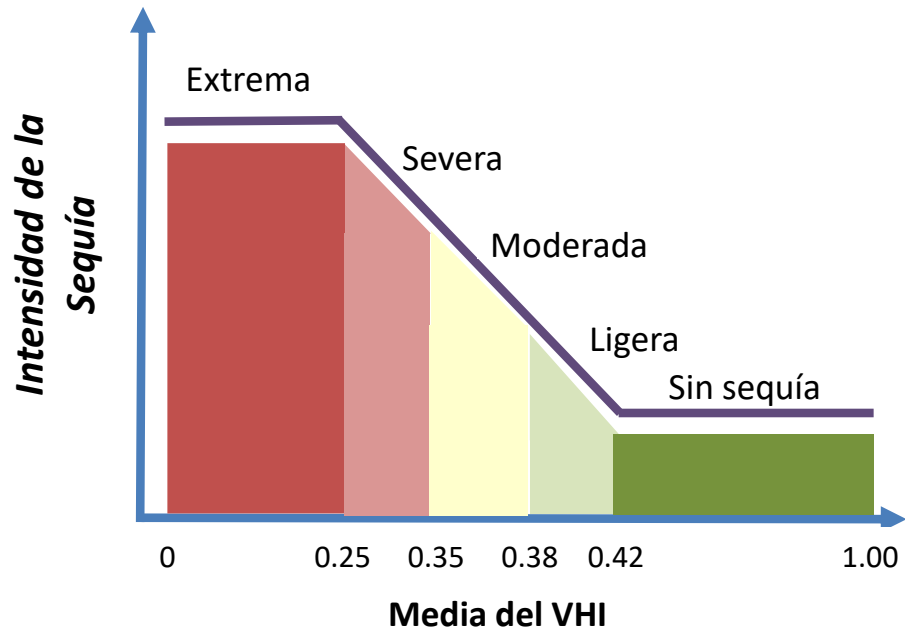


Integración temporal y espacial en ASIS



El **índice ASI** es el porcentaje del área de cultivo dentro del área administrativa con valores de la media de VHI inferiores a 0.35. Todos los píxeles del área administrativa adquieren el valor de ASI.

Categorías de sequía agrícola



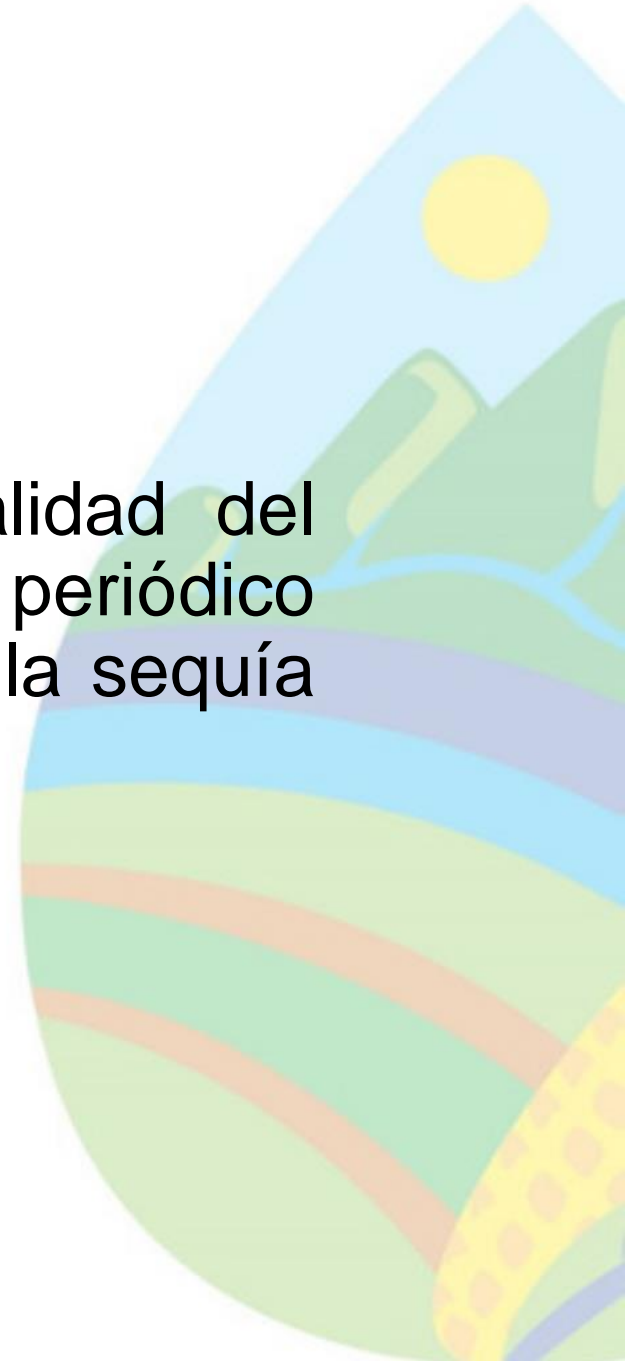
Intensidad de la sequía	Media del VHI	Posibles impactos
Ninguna	>0.42	No hay estrés hídrico durante el ciclo de cultivo que pueda afectar el crecimiento de cultivos y pastos.
Ligera	0.38-0.42	La sequedad de corto plazo ralentiza la siembra, el crecimiento de cultivos y pastos.
Moderada	0.35-0.37	Algunos daños en cultivos y pastos
Severa	0.25-0.34	Pérdidas probables de cultivos y pastos
Extrema	<0.25	Pérdidas mayores de cultivos y pastos

Fuente: adaptada de FAO (2015)



Objetivo general

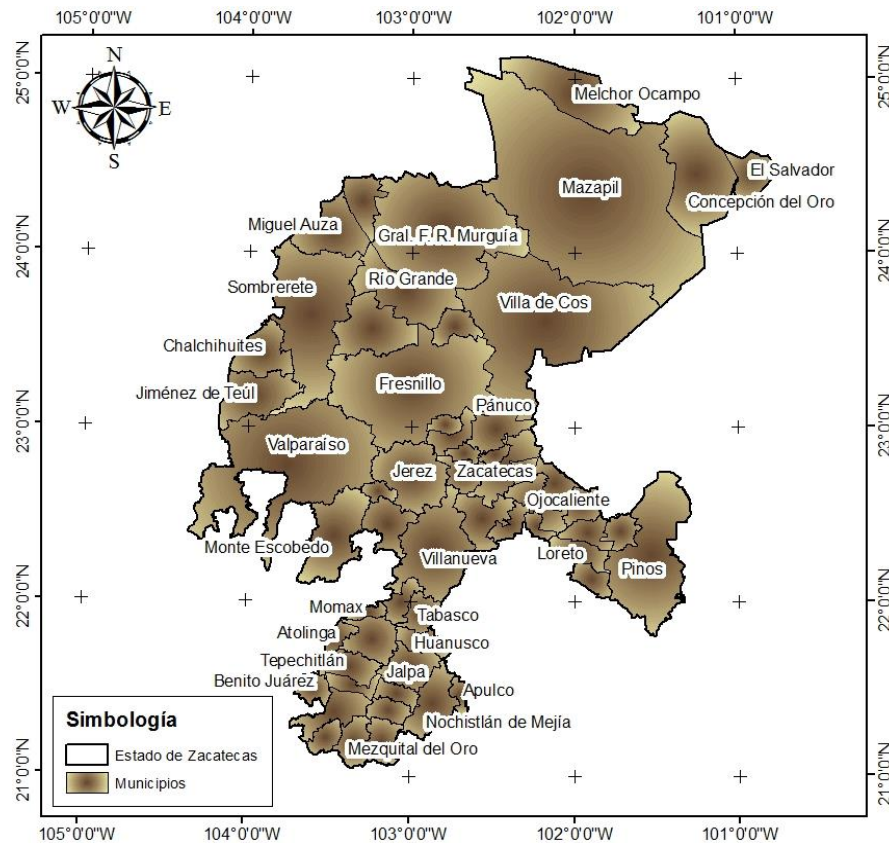
Implementar y evaluar en México la potencialidad del sistema ASIS-País para realizar el monitoreo periódico (cada diez días) y la previsión probabilística de la sequía en zonas agrícolas.



Área de Estudio

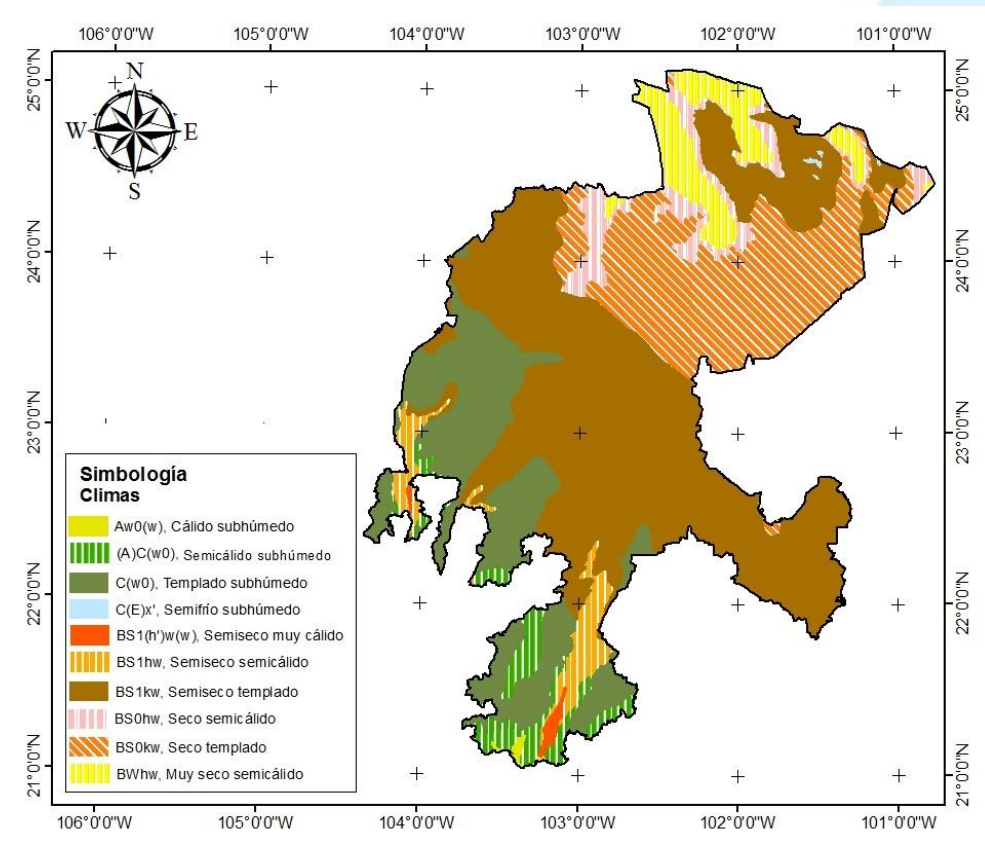
Estado de Zacatecas

58 municipios



Fuente: INEGI (2010).

Clima seco y semiseco en 73% del territorio



Fuente: INEGI (2010).

Metodología

Instalación de Software ASIS-País SPIRITS Q-GIS o ArcGIS

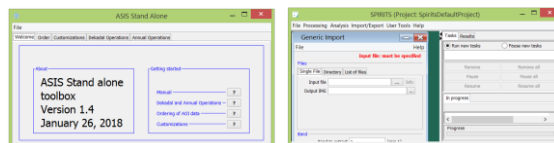
Insumos básicos para ASIS-País

Capas geográficas:

- Límites estatales y municipales
- Cobertura del suelo

Información de cultivos:

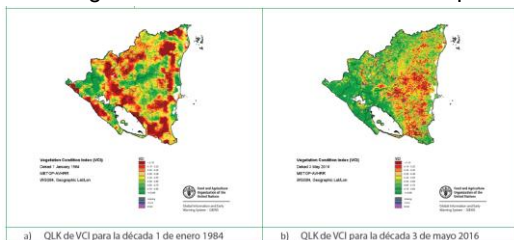
- Fechas de siembra y cosecha
- Coeficientes de cultivo



Estación de trabajo (Workstation)

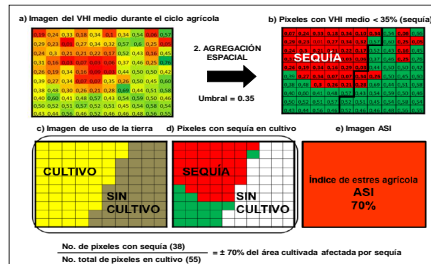
Mapas probabilísticos de sequía agrícola

- Identificación de cultivos y áreas afectadas por sequía
- Mapeo de la probabilidad de ocurrencia
- Categorización de la severidad de la sequía



Análisis probabilístico de la sequía agrícola

- Procesamiento de archivos gráficos, de texto y raster.
- Obtención de los índices VCI, TCI, HVI, ASI
- Análisis de píxeles afectados por sequía



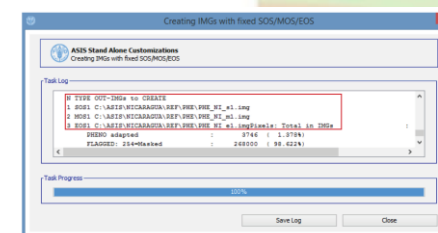
Preparación de datos geográficos

- Preparación de tablas auxiliares
- Rasterización
- Importación de datos



Calibración del sistema ASIS-País

- Estructura y organización de los datos
- Configuración de los ciclos agrícolas
- Operaciones por decena y por año



Datos básicos de insumo

Coeficientes de cultivo (K_c) para los cultivos básicos seleccionados

No.	Cultivo	$K_{c\text{ ini}}$	$K_{c\text{ med}}$	$K_{c\text{ fin}}$	Altura máx. (m)
1	Maíz grano	0.7	1.2	0.60-0.35	2.00
2	Frijol	0.4	1.15	0.35	0.40
3	Sorgo grano	0.7	1.0-1.10	0.55	1.00-2.00
4	Trigo grano	0.7	1.15	0.40-0.25	1.00

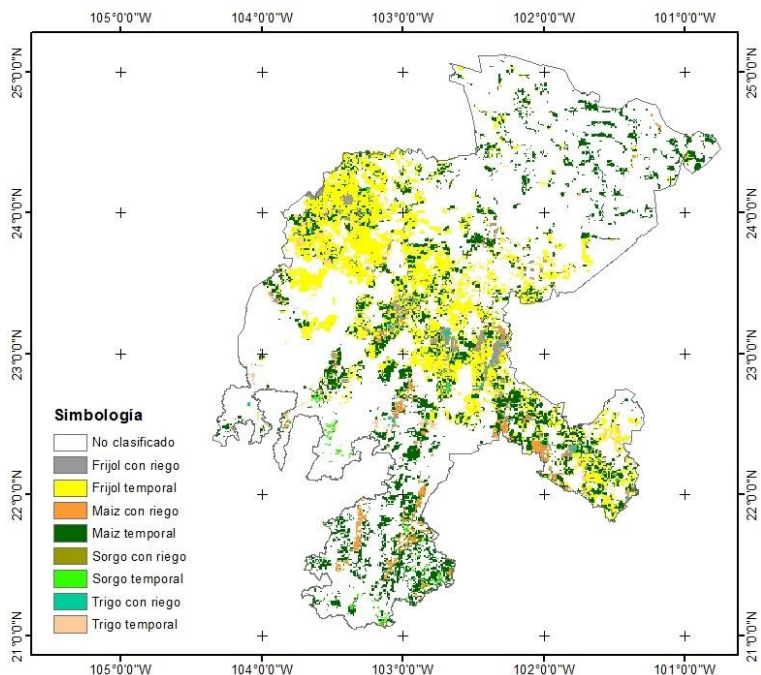
Fuente: elaboración propia con base en FAO (2006)

Fechas de siembra y cosecha de cultivos básicos

No.	Cultivo	Modalidad	Período de siembra	Fecha de siembra promedio, expresada en decena del año	Ciclo vegetativo (días)	Período de cosecha	Fecha de cosecha promedio, expresada en decena del año
1	Maíz	Riego	20 Abril - 24 Mayo	13	153	4-9 Oct.	28
2	Frijol	Riego	15 Mayo -15 Junio	16	95	5 -15 Sep.	26
3	Sorgo	Riego	15 Mayo -15 Junio	16	110	15 Sep. - 5 Oct.	27
4	Trigo	Riego	15 Dic. - 20 Enero	36	120	30 de Abril	12
5	Maíz	Temporal	15 Junio - 15 Julio	19	153	7 Dic. - 12 Dic.	35
6	Frijol	Temporal	15 Junio - 15 Julio	19	95	8 -18 Oct.	29
7	Sorgo	Temporal	15 Junio - 15 Julio	19	110	18 Oct - 7 Nov	30
8	Trigo	Temporal	15 Junio - 15 Julio	19	120	07-Nov	31

Fuente: elaboración propia con base en SAGARPA (2017)

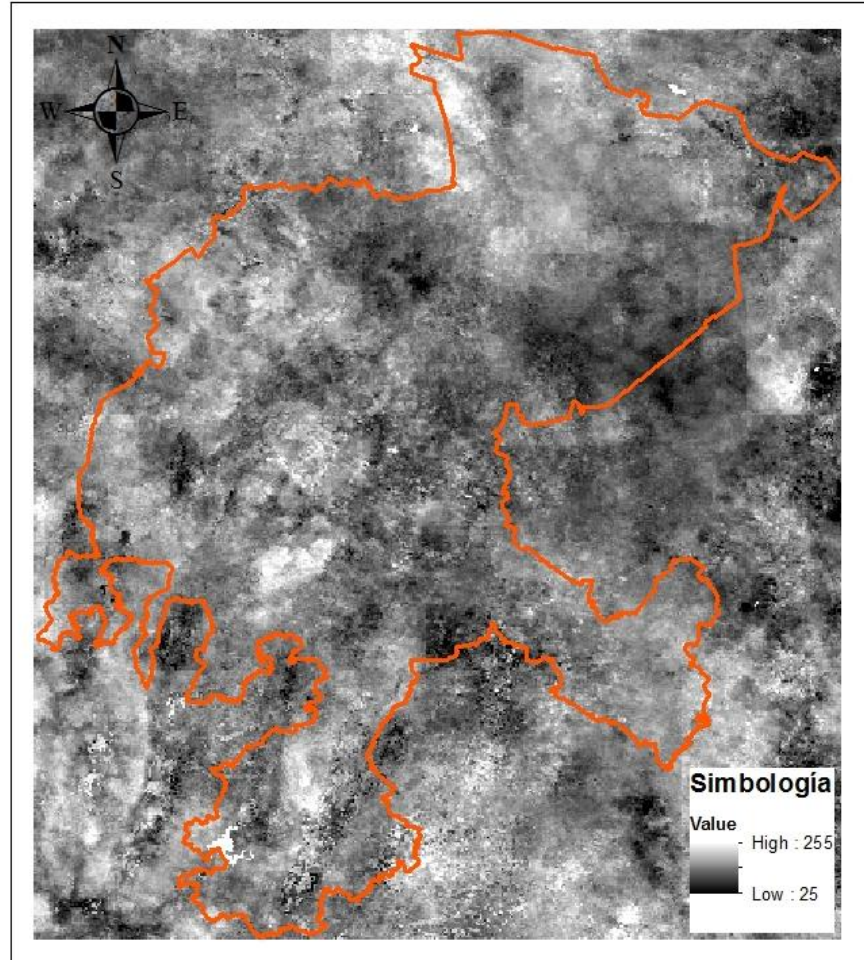
Máscara de cultivos básicos



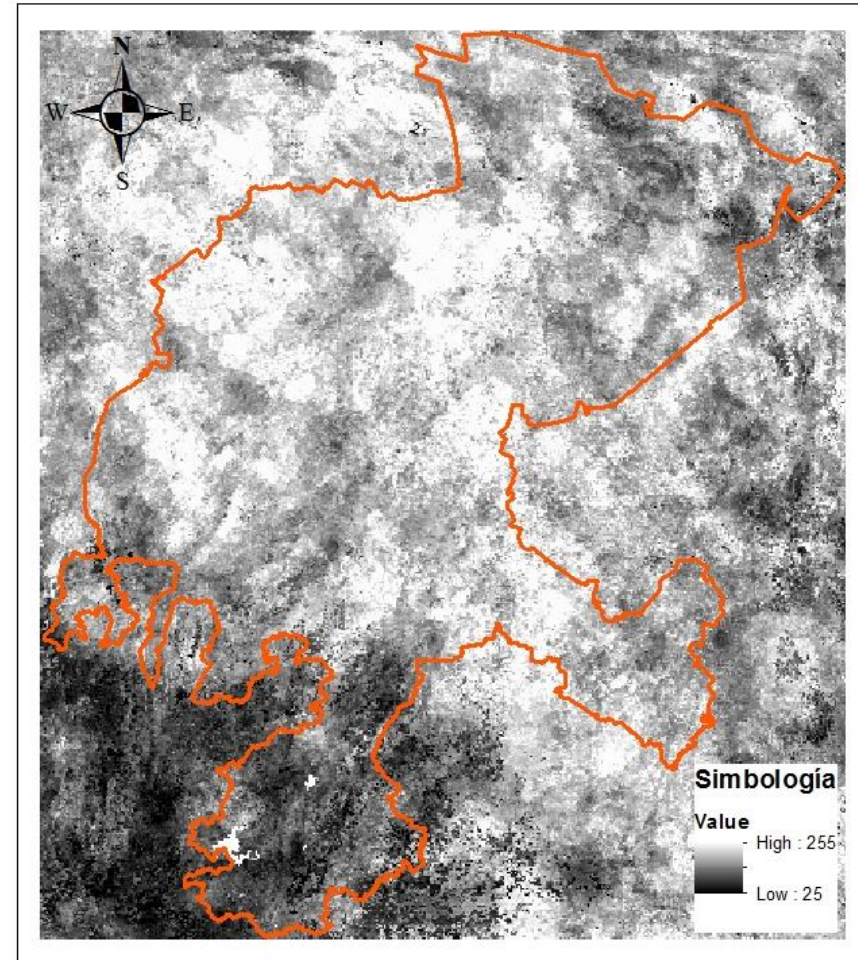
Fuente: elaboración propia con base en SIAP (2015)

Datos básicos de insumo

Índice VCI (ej. junio 2011)



Índice TCI (ej. junio 2011)

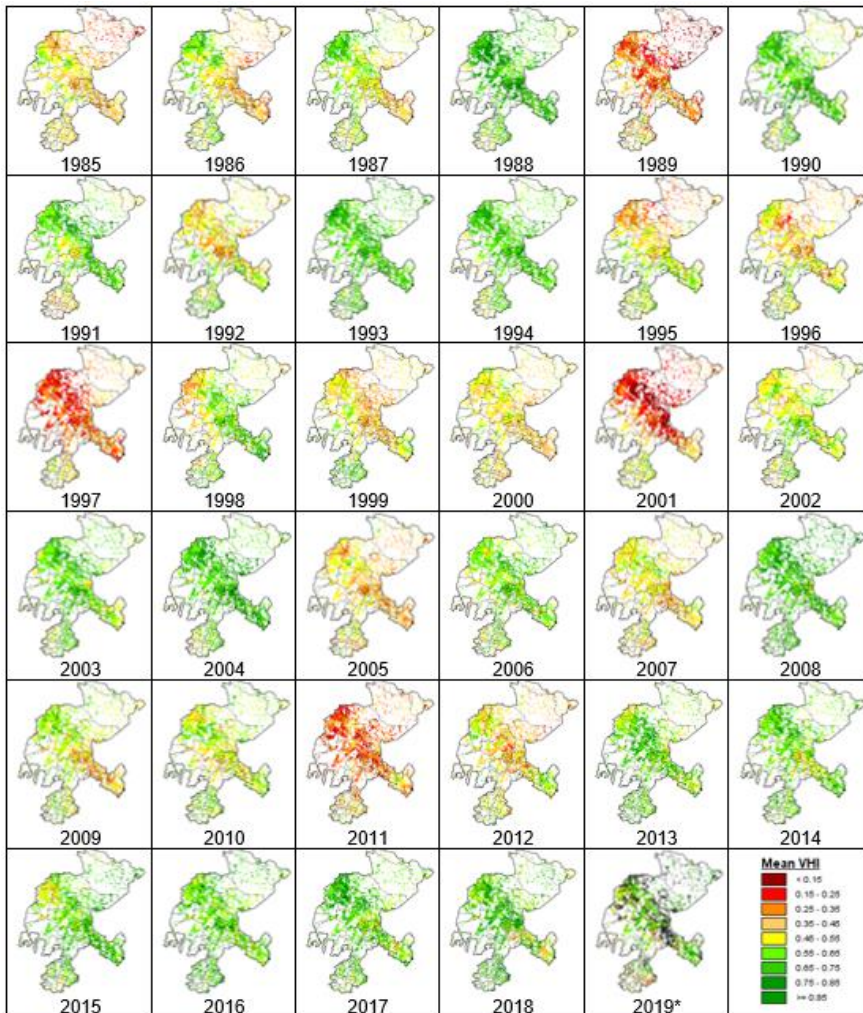


Imágenes de satélite procesadas por VITO y proporcionadas por FAO-Roma vía FTP.
Período: enero 1984-agosto 2019 (Aprox. 1260 imágenes de cada índice)



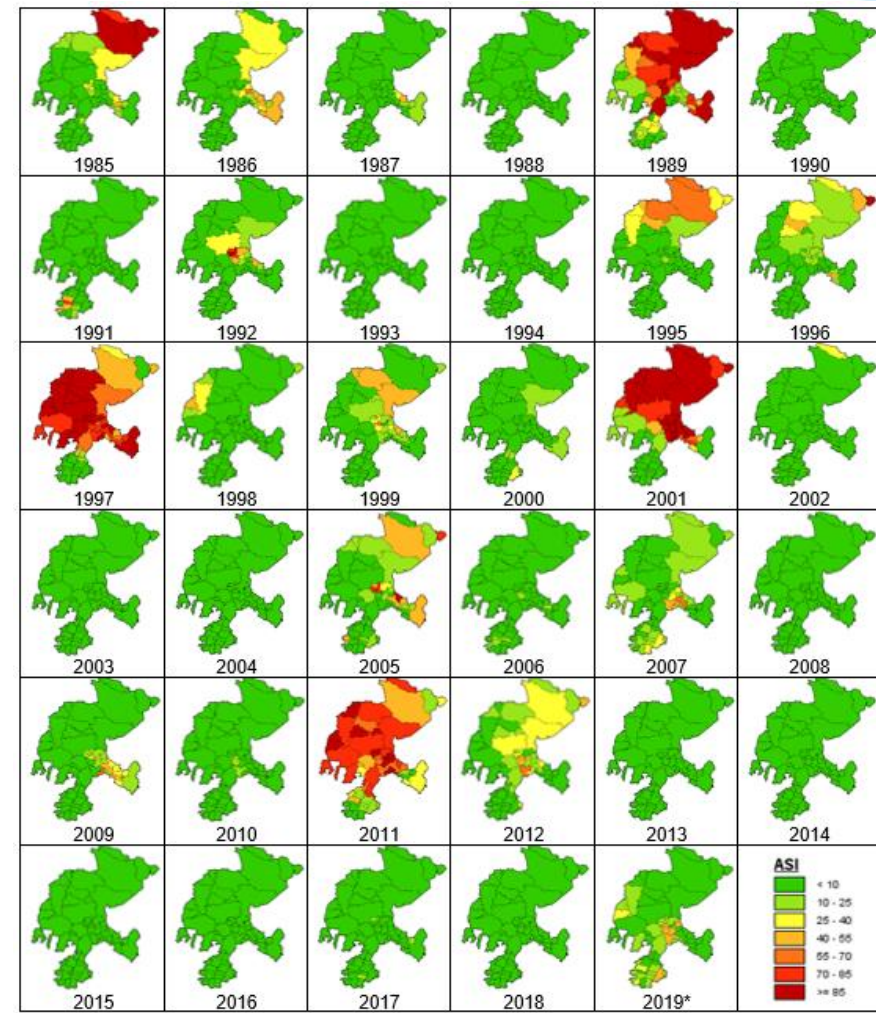
Resultados

Valores medios anuales del VHI para los cultivos seleccionados (1985-2019)



*Valor medio correspondiente a la segunda decena de julio de 2019.

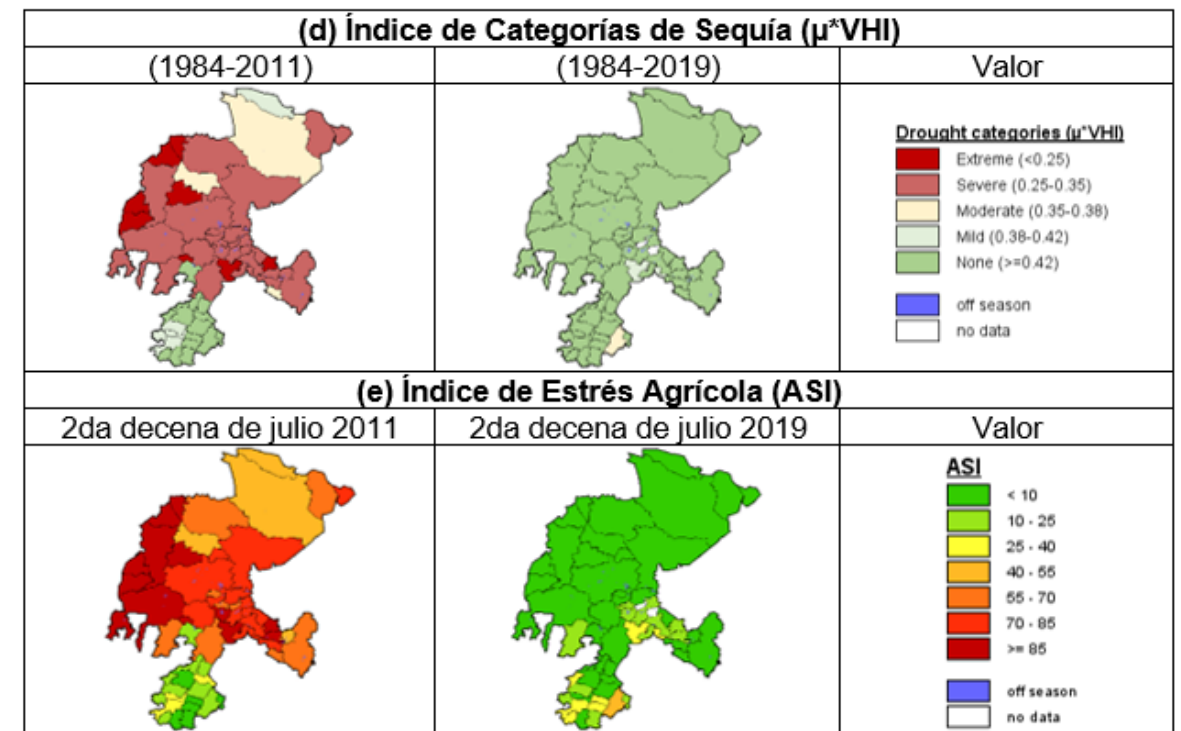
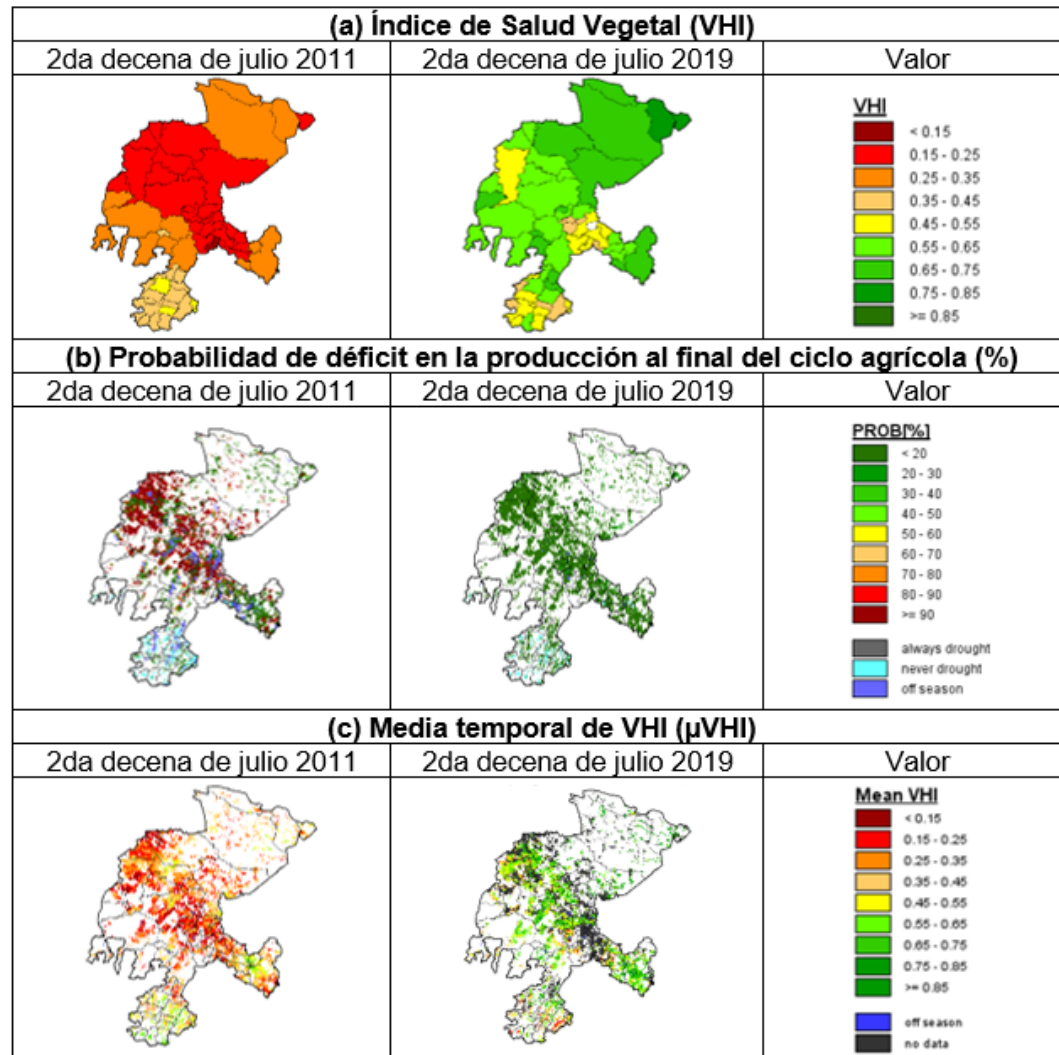
Porcentaje promedio de área afectada por sequía (ASI) a nivel municipal (1985-2019)



*Valor medio de ASI correspondiente a la segunda decena de julio de 2019.

Resultados

Comparación de mapas correspondientes a la segunda decena de **julio de 2011** y la segunda decena de **julio de 2019**.





Alerta temprana

Probabilidad de déficit en la producción al final de ciclo agrícola P-V 2019

Probability of Deficit at the End of Season 1

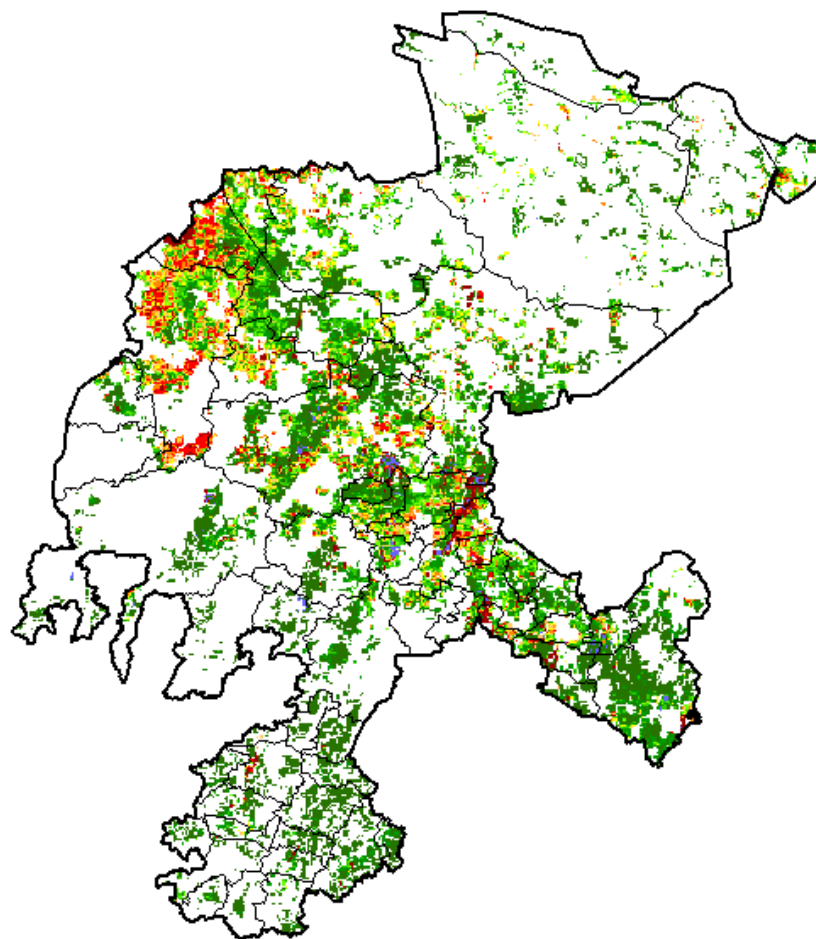
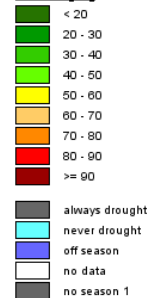
Estimated at dekad 3 of August 2019

Based on VHI 1984/01/01 - 2019/08/21

METOP-AVHRR

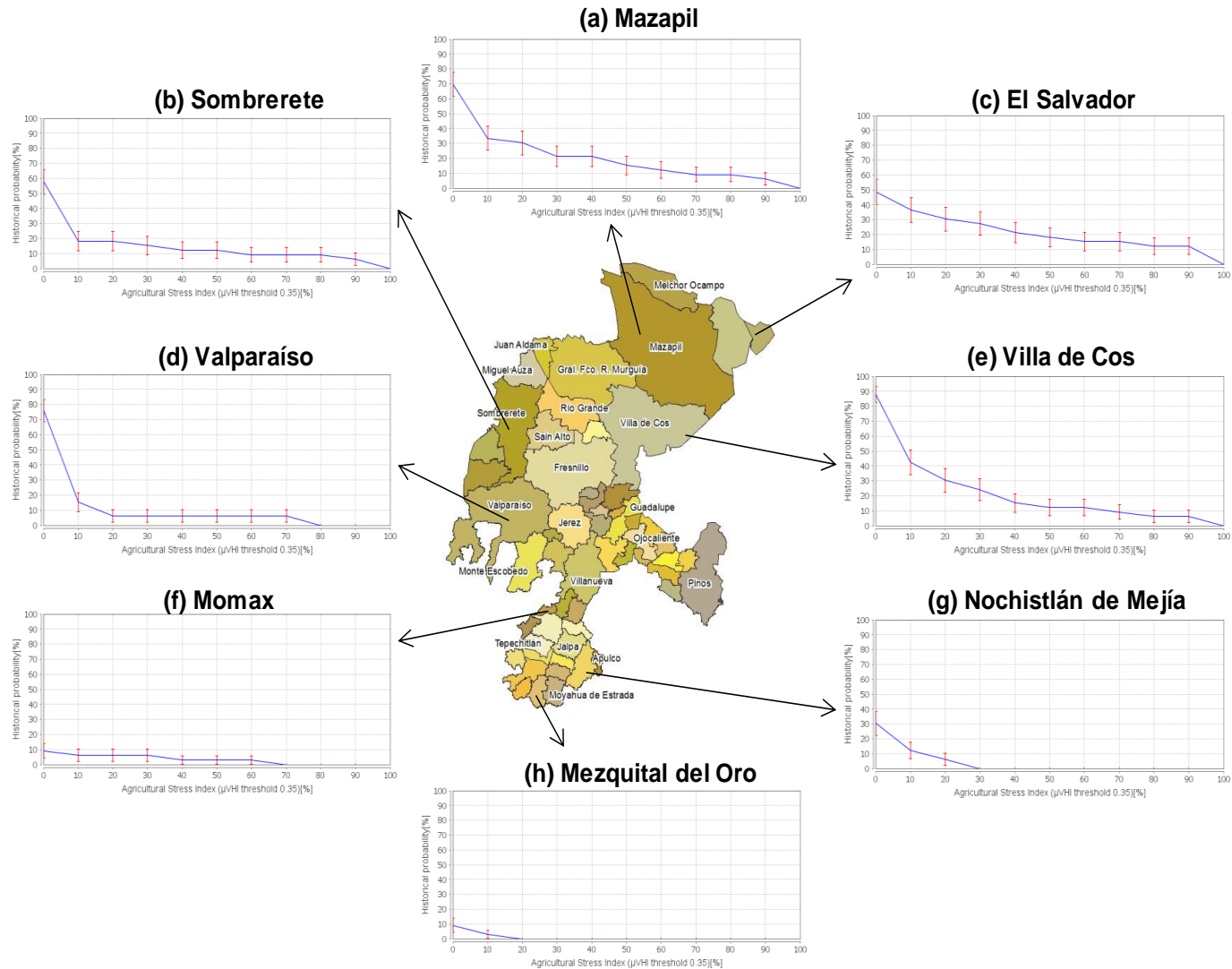
WGS84, Geographic Lat/Lon

PROB[%]



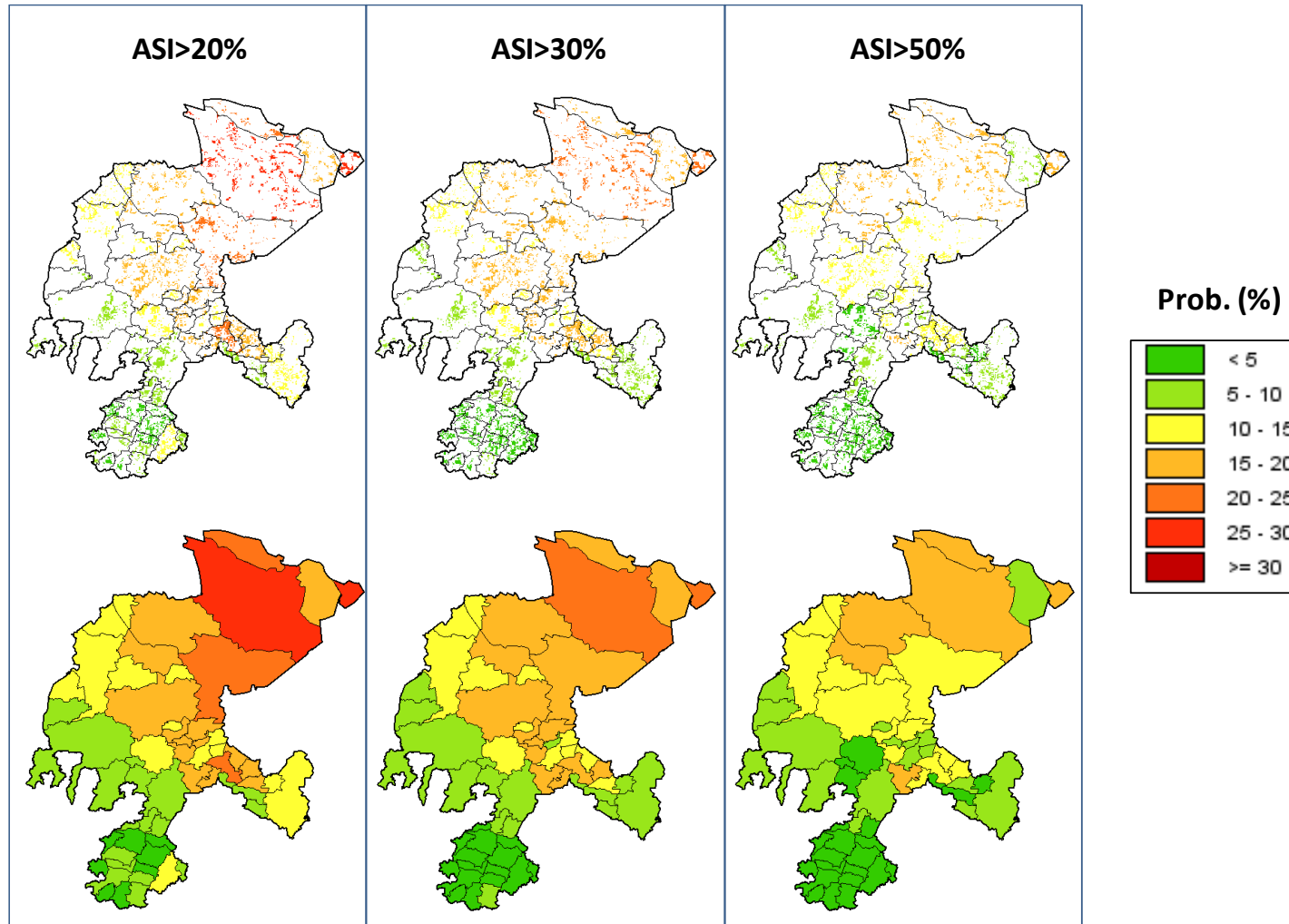
Resultados

Curvas de probabilidad (histórica) de sequía agrícola en diferentes municipios



Resultados

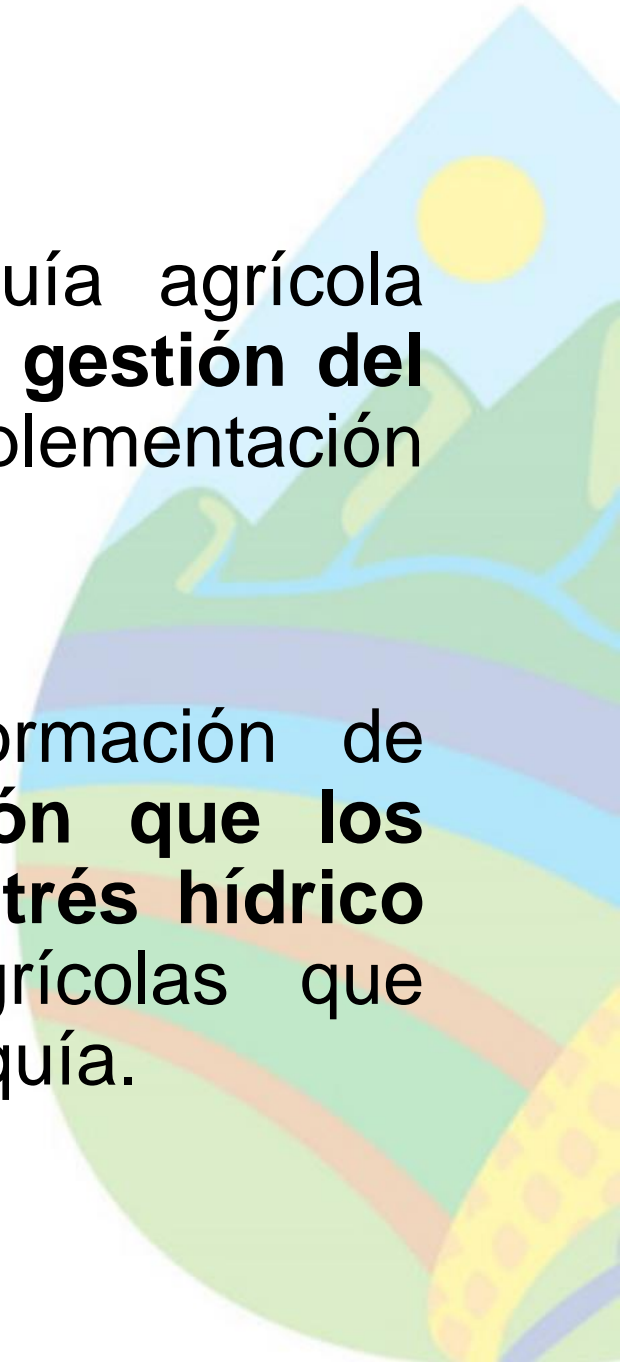
Probabilidad de afectación por sequía en cultivos de maíz de temporal para umbrales definidos de ASI





Conclusiones

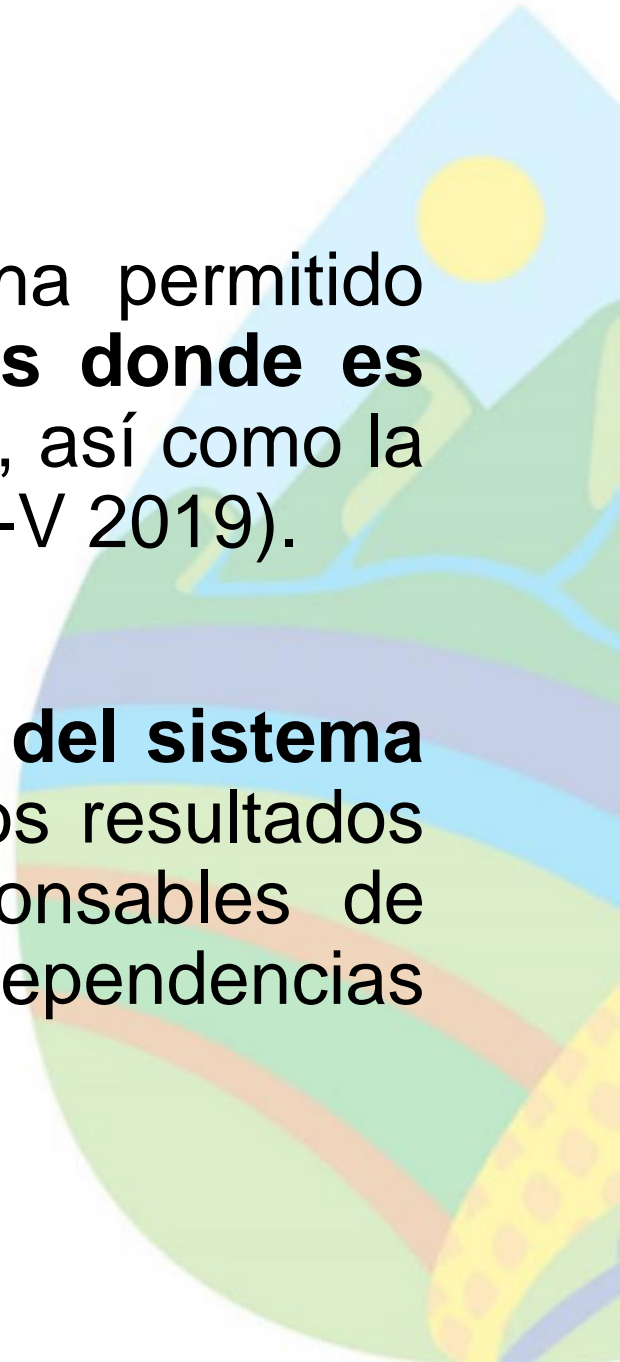
- El monitoreo y la alerta temprana de la sequía agrícola constituyen dos **elementos fundamentales de la gestión del riesgo**, que sirven como detonadores para la implementación de medidas preventivas y de mitigación.
- La herramienta ASIS-País, calibrada con información de campo, **permite detectar con mayor precisión que los monitores convencionales los periodos de estrés hídrico en los cultivos**, identificando las áreas agrícolas que presentan mayor probabilidad de ocurrencia de sequía.





Conclusiones

- Específicamente en Zacatecas, la herramienta ha permitido **detectar aquellas áreas agrícolas y municipios donde es más probable que ocurra sequía** (norte y centro), así como la probabilidad de déficit en tiempo cuasi-real (ciclo P-V 2019).
- Es importante **continuar afinando la calibración del sistema y explotar su potencialidad**, así como difundir los resultados entre los tomadores de decisiones y los responsables de formular políticas públicas en las distintas dependencias gubernamentales.



GRACIAS



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Contacto

David Ortega-Gaucin

dortega@tlaloc.imta.mx

