



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# LA MICRO REGIONALIZACIÓN COMO HERRAMIENTA DE PLANEACIÓN EN EL USO Y MANEJO DEL AGUA Y SUELO EN ZONAS ÁRIDAS

Aurelio Pedroza-Sandoval, Luis Gerardo Yáñez-Chávez,  
Ignacio Sánchez-Cohen y Ricardo Trejo-Calzada

[apedroza@chapingo.uruza.edu.mx](mailto:apedroza@chapingo.uruza.edu.mx)



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



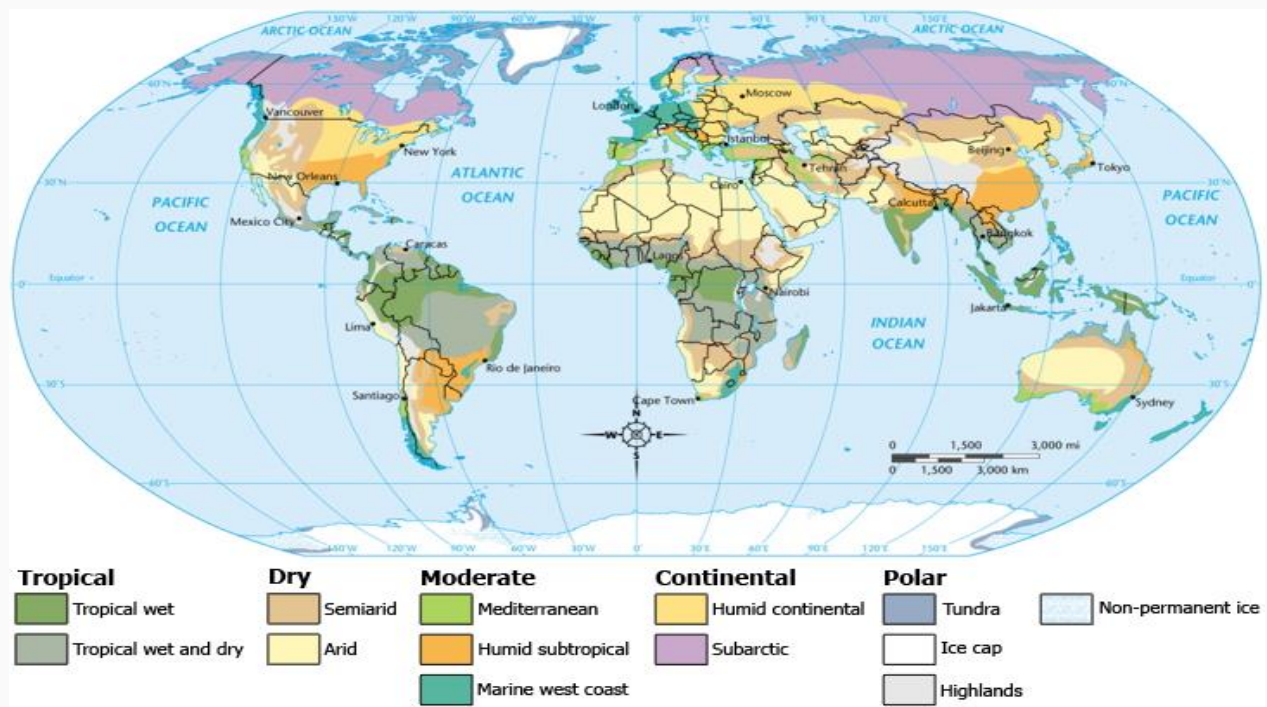
**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



# INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los sistemas SSE de las zonas áridas, categorías climáticas B y C, ocupan aproximadamente el 45% de la superficie del planeta, donde habitan alrededor de dos mil millones de personas, lo cual representa el 33.8% de la población.

La mayor extensión de zonas áridas en México se ubica en el cinturón o faja mundial de aridez (20 – 40° LN) correspondiente a los desiertos Chihuahuense y Sonorense (Cervantes-Ramírez, 2002).



La cuenca hidrológica como unidad de estudio para la planeación territorial y ambiental de los recursos naturales (Fuentes-Junco, 2004).

Representa áreas de escurrimiento e infiltración donde el agua de lluvia tiende a ser drenada o bien que desemboque a ríos, embalses o a los océanos.

Una cuenca hidrológica se define por la capacidad de aportar el recurso agua, en función de sus características fisiográficas y ecológicas (Sánchez, 2005).



## CUENCA MEDIA DEL NAZAS-AGUANAVAL

La cuenca Nazas-Aguanaval se ubica en la RH36 dentro de la Zona Hidrológico - Administrativa Cuencas Centrales del Norte y debe su nombre a los ríos Nazas y Aguanaval (DOF, 2016).

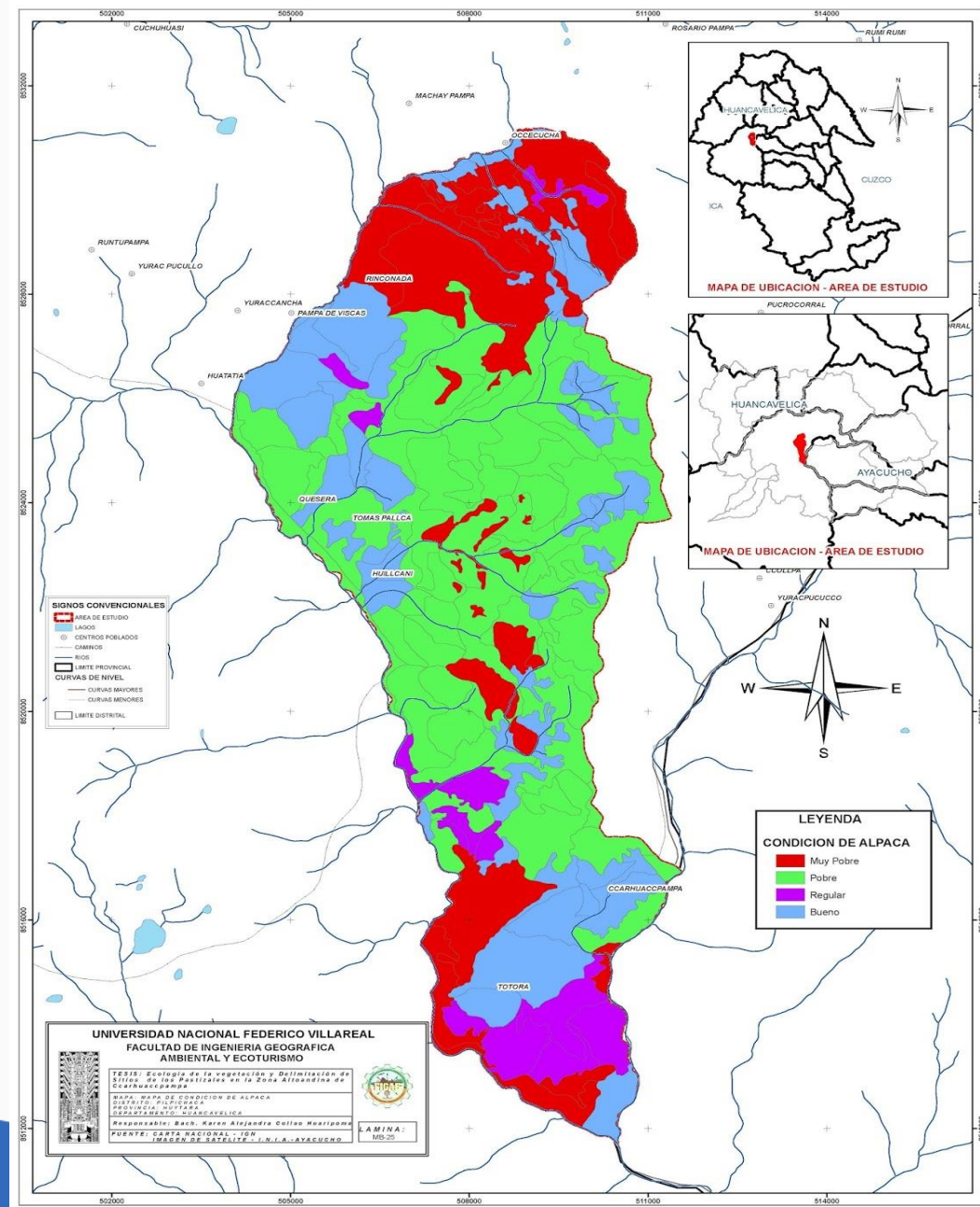
Esta región hidrológica está formada por una extensa zona de 116,691.78 km<sup>2</sup> y está ubicada en la parte semiárida del país (CCNA, 2010).

La cuenca media N-A tiene precipitación media anual de 300 a 500 mm, genera el 15 % de los escurrimientos y es considerada una zona de almacenamiento, conducción y aprovechamiento de agua hacia la parte baja de la cuenca (Chávez-Ramírez *et al.*, 2011).



La importancia de la regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental (CONABIO, 2008).

El objetivo de este estudio fue hacer una delimitación y caracterización micro regional con base a **criterios de aridez, sequía y fisiografía**, que permita una mejor planeación en el uso de los recursos naturales, principalmente agua y suelo, de acuerdo al potencial agroecológico de cada micro región en la Cuenca Media del Nazas-Aguanaval.



## Ubicación geográfica

La cuenca media Nazas-Aguanaval pertenece a la RH 36, ubicada en el norte de México a 23° y 27° LN y 106° y 102° LO. Sus límites son definidos entre las presas Francisco Zarco y Lázaro Cárdenas (Chávez-Ramírez *et al.*, 2011) en los estados de Durango y Zacatecas.

## Criterios de regionalización

Los criterios de regionalización fueron: **índice de aridez, Intensidad de sequía anual y fisiografía** (dominancia de vegetación y tipo de suelo).

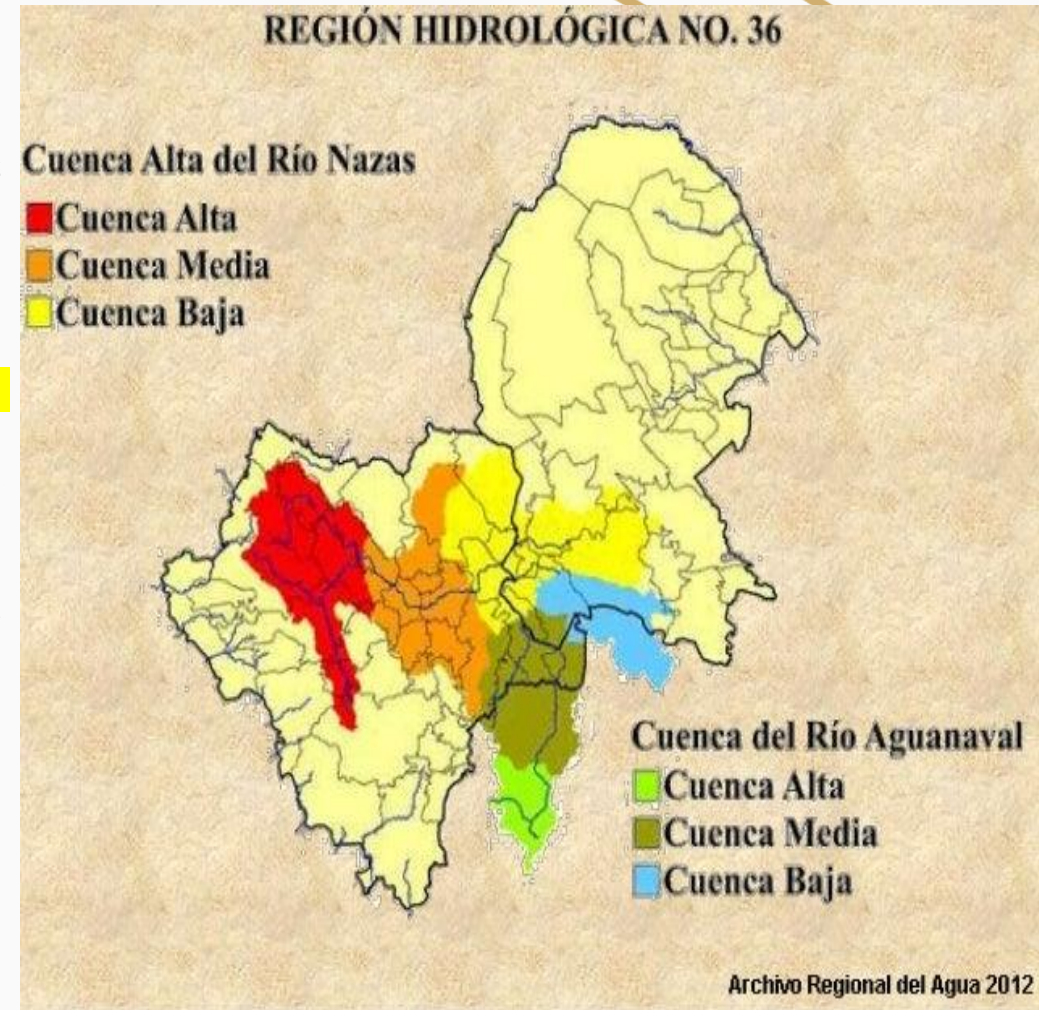
## Determinación de micro regiones fisiográficas

Se seleccionaron 26 estaciones climáticas de influencia en la zona que contenían un mínimo de 30 años con registro de información, sin datos atípicos y con al menos 75 % de ésta, dentro de la serie de datos 1979-2008.

Para cada serie de datos se realizó un análisis de consistencia de la información.

Cuando los registros climatológicos mostraban periodos sin datos, se usó el simulador climático **CLIMGEN 4.06.06**, el cual genera estocásticamente los valores de precipitación y temperatura más probables.

Para la extracción de información climatológica histórica se utilizó el programa computacional **ERIC III 2.0** (IMTA, 2009).



Para identificar el área de influencia de cada estación climatológica, se usó el método de interpolación que utiliza **la media ponderada por el inverso de la distancia** (IDW).

Es un proceso de autocorrelación espacial de los puntos para la predicción y generación de superficies continuas (Moreno, 2008; Heywood et al., 2006).

Para realizar la interpolación se usó el sistema de información geográfica **ArcMap 10.1** (ESRI, Redlands, CA, USA).

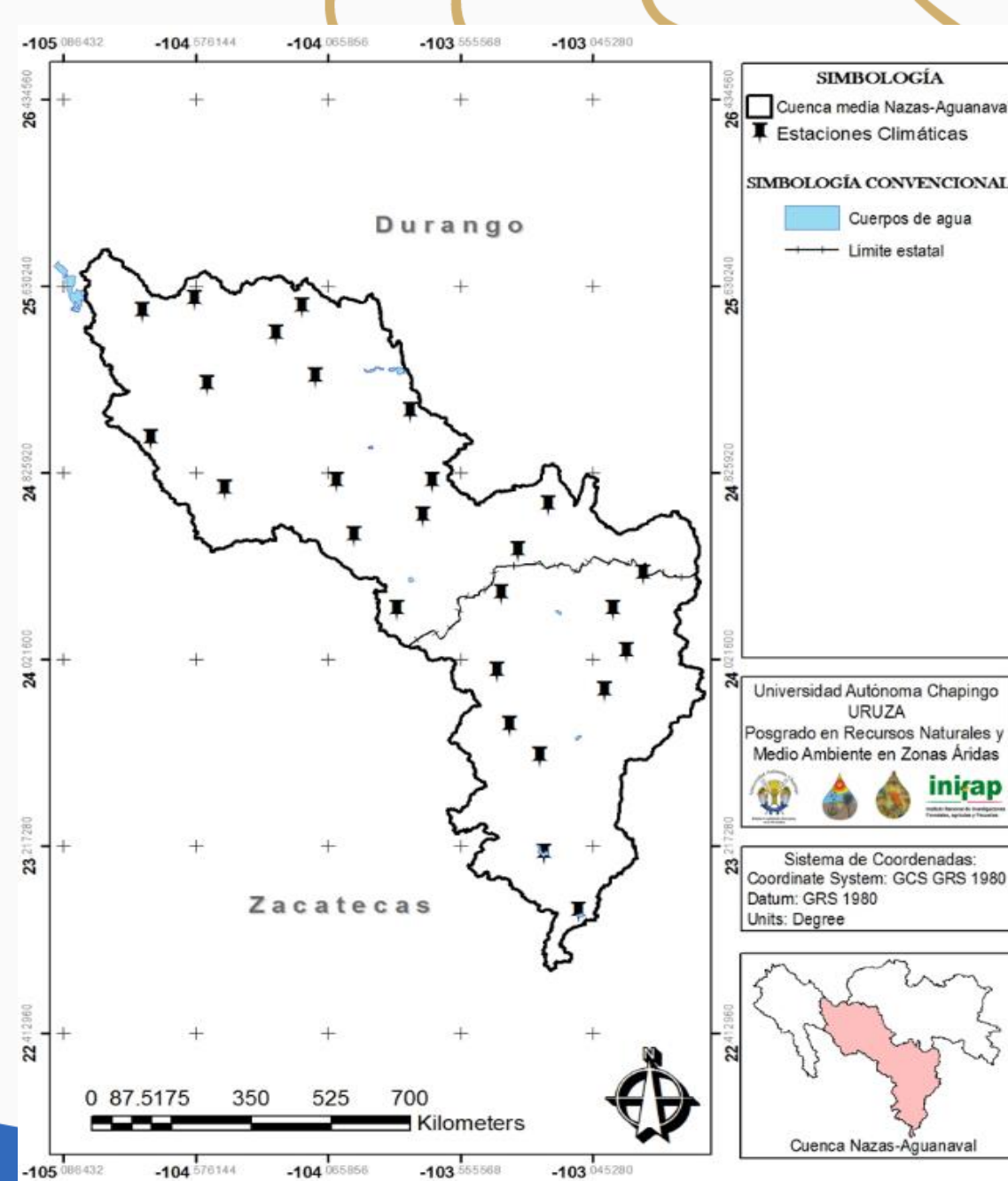


Figura 1. Estaciones climáticas en la cuenca media N-A.



## Cálculo del Índice de Aridez de SyM

$$IA = (m + 45)(M^2 - m^2)/Pp$$

Donde: IA = Valor del índice de aridez, entre más alto sea el valor calculado corresponderá a un mayor grado de aridez; M = Promedio de la temperatura máxima del mes más caliente en °C; m = Promedio de la temperatura mínima del mes más frío en °C; 45 = constante y; Pp = Precipitación media anual en mm.

**Cuadro 1.** Valores del índice de aridez y categorías planteadas por Stretta & Mosiño, (1963).

Valores de índice de aridez	Categorías	Condición de aridez
Más de 1000	A <sub>1</sub> ,	Zonas desérticas
500 a 1000	B <sub>1</sub> ,	Zonas desérticas
222 a 500	A <sub>2</sub> ,	Zonas áridas
118 a 222	B <sub>2</sub> ,	Zonas áridas
67 a 118	A <sub>3</sub> ,	Zonas semiáridas
53 a 67	B <sub>3</sub> ,	Zonas semiáridas
38 a 53		Zonas de transición





## Intensidad de sequía

Se usó la base de datos climática del ERIC III 2.0. La información de precipitación se tomó de las estaciones climáticas del área de estudio, así mismo se registró el número de años con sequía.

Este procedimiento consistió en comparaciones de los registros anuales con respecto a la media histórica de precipitación media anual de 30 años, obtenida de las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2010).

Para categorizar los niveles de sequía, se realizó una escala en porcentaje de años con presencia de sequía (Mendoza & Puche, 2007; Bravo et al., 2006).

Cuadro 2. Clasificación y escala para el porcentaje de sequía anual.

Rango (%)	Categoría	Nivel
<45	1	Mínima
46-50	2	Moderada
51-55	3	Media
>55	4	Alta

## Dominancia de vegetación y tipo de suelo

Para asociar la dominancia y agrupaciones principales de vegetación y unidades de suelo para cada micro región, se usó el programa ArcMap 10.1 (ESRI, Redlands, CA, USA).

La información se obtuvo de las cartas digitales de uso de suelo y vegetación serie V y edafología serie I escala 1:250,000 (INEGI, 2022).

La delimitación de la cuenca media se delimitó con base a la división hidrológica digital (INEGI, 2022) y con una extensión de 33,304.6 km<sup>2</sup> que representa el 38.3 % del total de la cuenca Nazas-Aguanaval.

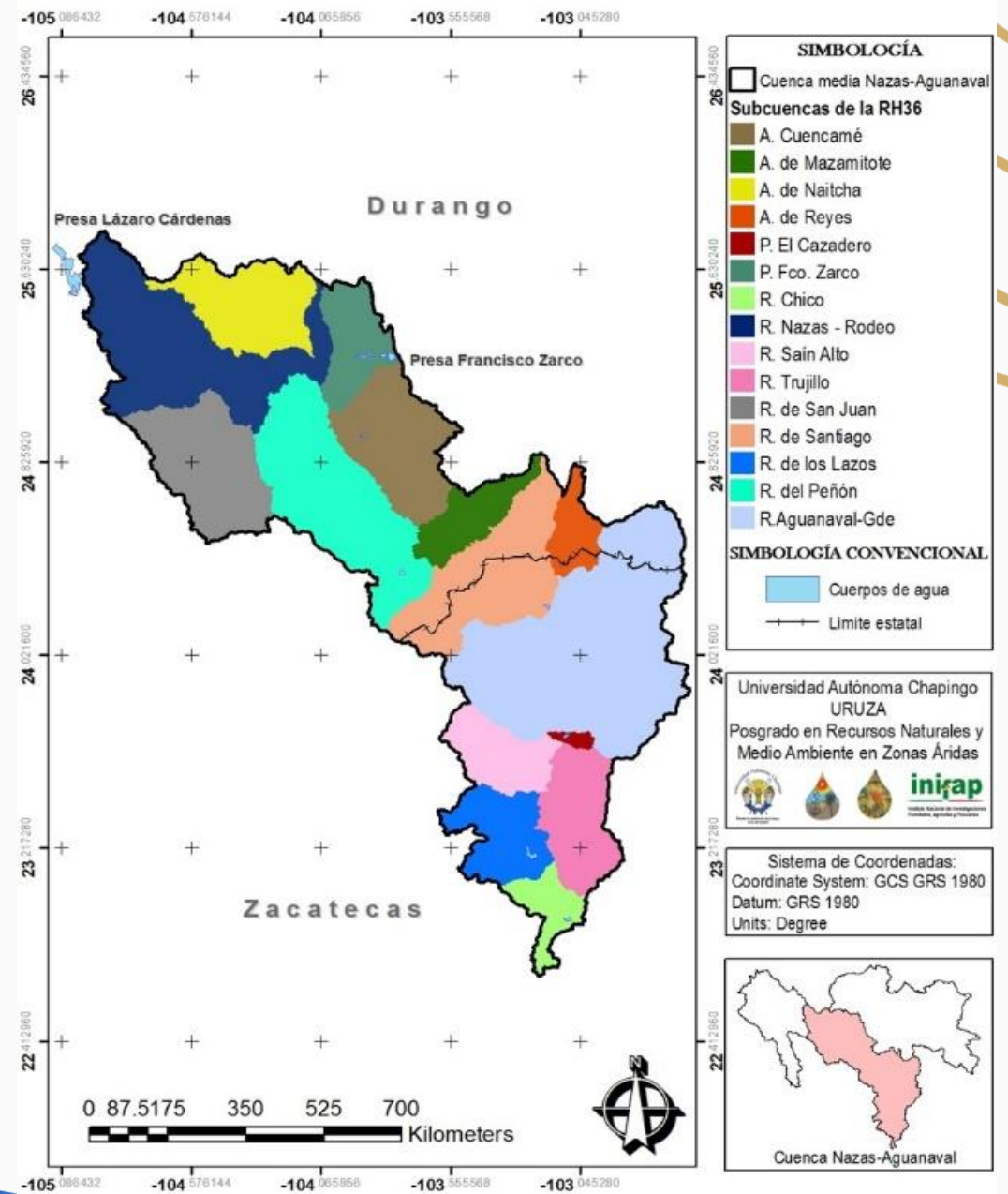


Figura 2. Subcuencas que conforman la Cuenca media N-A.

# Resultados y Discusión

## Tipo de suelos y vegetación dominante

Las unidades de suelo asociadas a la parte media de la Cuenca fueron:

- Feozem
- Litosol
- Xerosol
- Regosol y
- Rendzina, principalmente.

Lo cual coincide con los reportado por González-Elizondo et al. (2006).

- La vegetación dominante corresponde a matorral desértico micrófilo y rosetófilo, además de grandes áreas de pastizal natural. Hay expansión de zonas dedicadas a la agricultura.

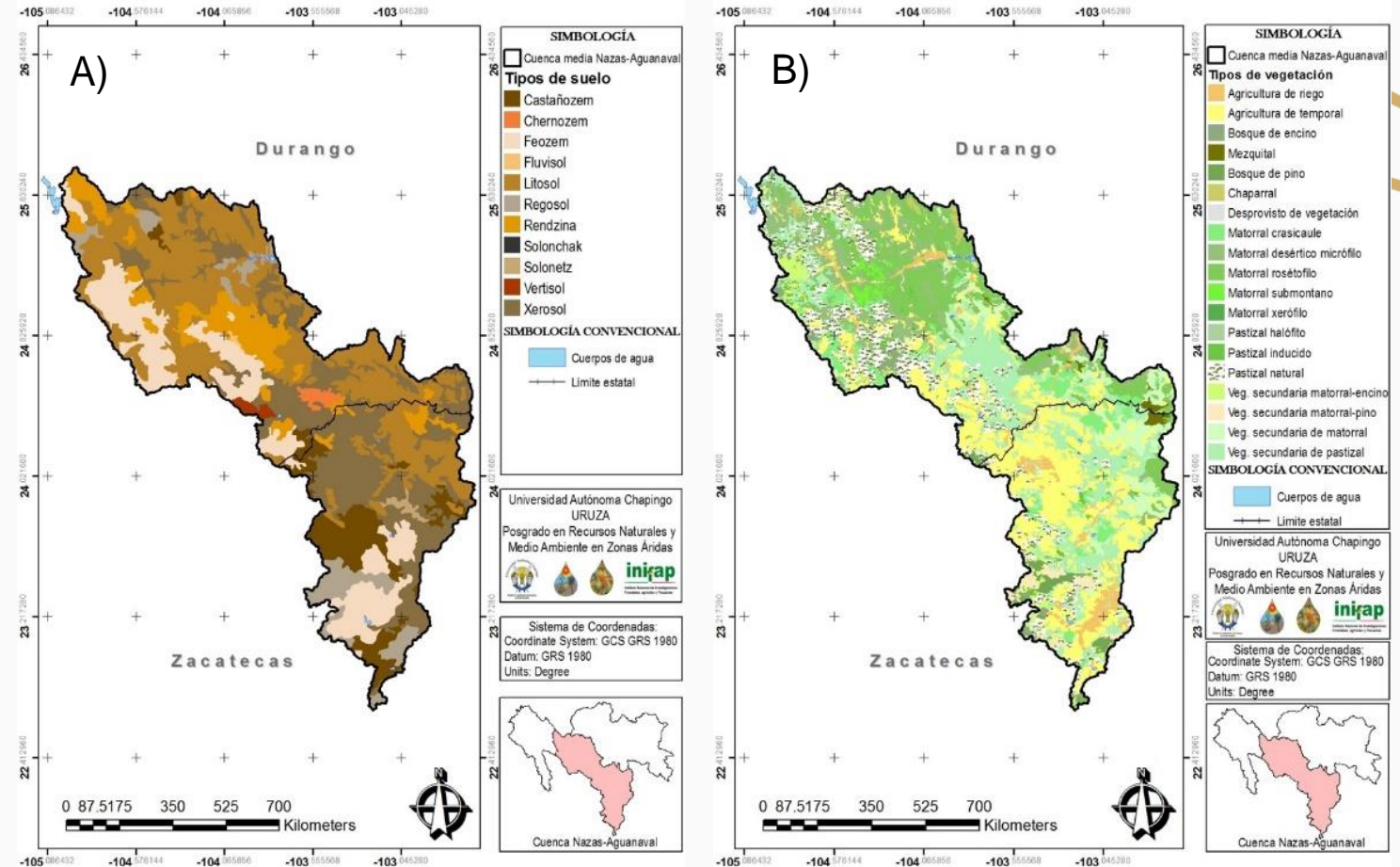


Figura 3. Representación espacial de los suelos dominantes (A) y la vegetación (B) en el área de estudio.

# Resultados y Discusión....

## Condición de Aridez con base al Índice S&M



Se identificaron dos grandes subregiones: la más y menos árida de las zonas áridas A2 y B2, respectivamente, y solo una pequeña porción con categoría A3, correspondiente a la menos árida de las zonas semiáridas.



Lo anterior indica que en la parte media de la cuenca domina la categoría B2, con índice de aridez entre 118 a 222 (Stretta & Mosiño, 1963).



Esta condición de aridez es idónea para la dominancia de grandes extensiones de pastizal (González, 2012; Granados-Sánchez et al., 2011). En esta área es factible practicar la agricultura de temporal mediante la captación de agua de lluvia procedente de microcuencascuencas hidrológicas, en lo que se denomina agricultura de escorrentía (Pedroza-Sandoval et al 2022).

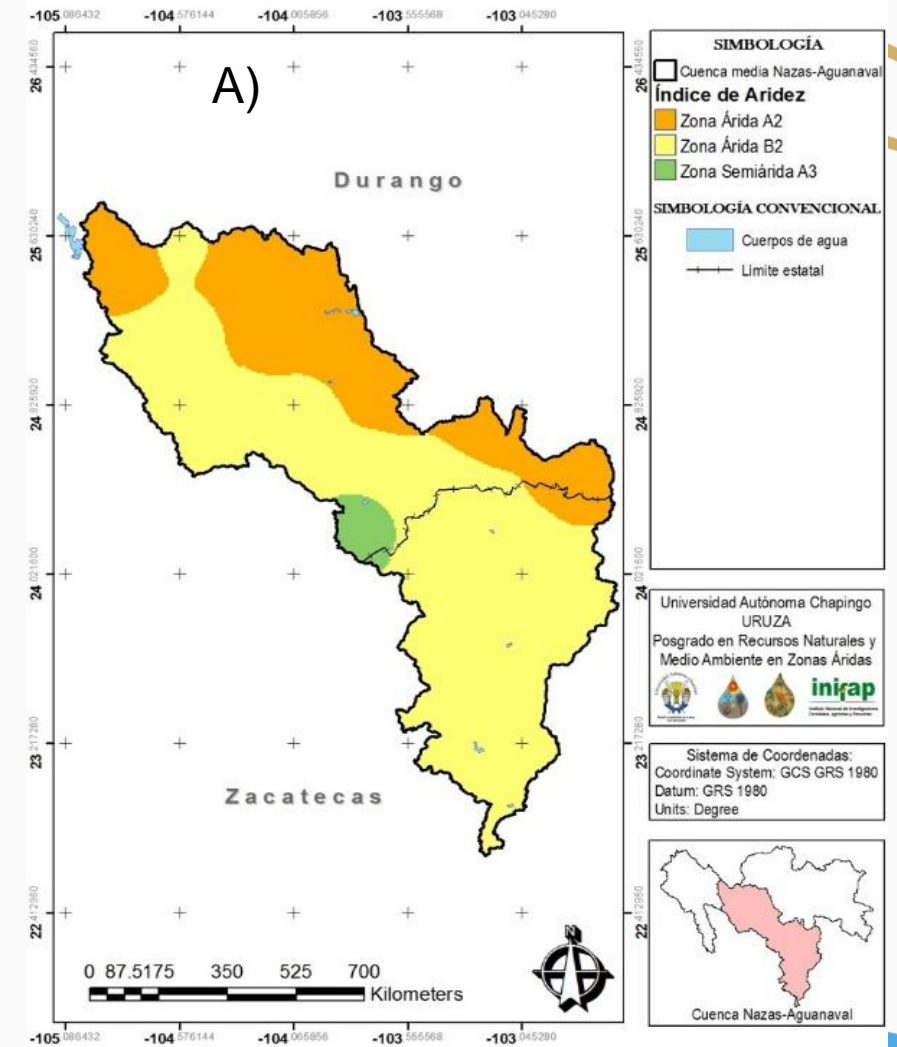


Figura 4. Índice de aridez en el área de estudio.

# Resultados y Discusión....

## Sequía anual

Se tiene que el 46.1 % del área registró una sequía moderada

Le siguió en importancia de frecuencia la sequía media con un 34.6 %.

Los valores mínimos de frecuencia fueron los de sequía mínima y alta, con el 11.5 y el 7.7 % de las estaciones meteorológicas, respetivamente.

La ocurrencia de estos registros coincide con Ortega-Gaucin (2014).

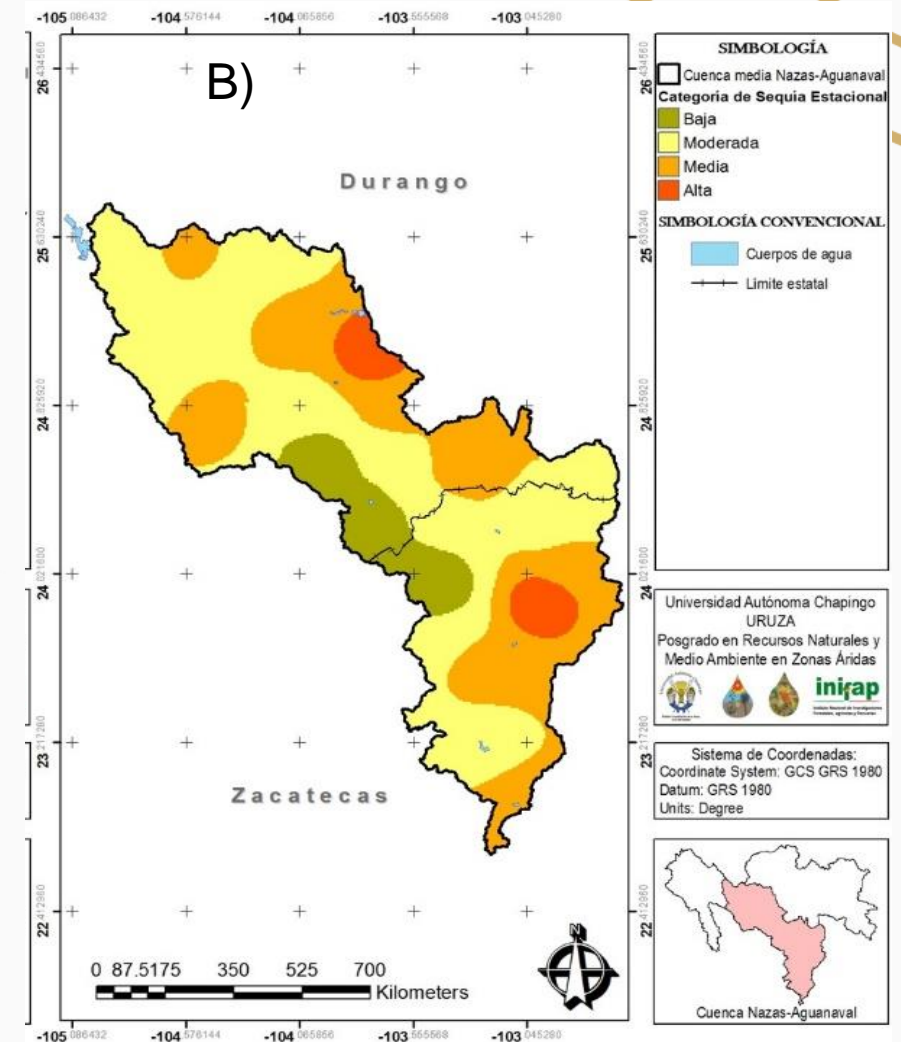
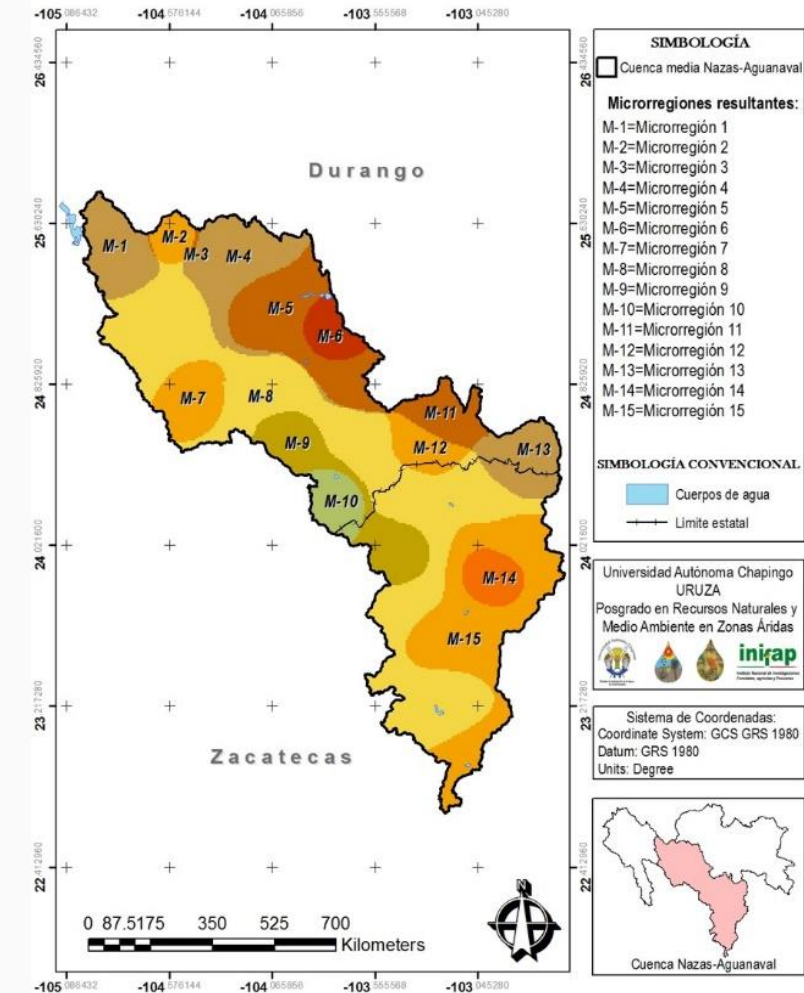


Figura 5. Índice de sequía en el área de estudio.

# Integración de índices y fisiografía

**Cuadro 3.** Microrregiones con la integración de los indicadores índice de aridez, sequía, tipo de suelo y vegetación dominante.

Microrregión	Índice de Aridez	Clases de Sequía	Fisiografía	Unidad de suelo
1	A2	Moderada	Matorral desértico micrófilo	Rendzina / Feozem
2	B2	Media	Pastizal natural	Xerosol / Regosol
3	A2	Media	Matorral desértico rosetófilo	Litosol
4	A2	Moderada	Matorral desértico micrófilo	Litosol
5	A2	Media	Matorral desértico rosetófilo	Litosol / Xerosol
6	A2	Alta	Matorral desértico rosetófilo	Litosol / Xerosol
7	B2	Media	Pastizal natural	Feozem
8	B2	Moderada	Agricultura de temporal / Pastizal natural	Feozem / Litosol
9	B2	Baja	Agricultura de temporal / Pastizal natural	Feozem / Litosol
10	A3	Baja	Agricultura de temporal	Feozem
11	A2	Media	Matorral desértico micrófilo	Litosol
12	B2	Media	Matorral crasicaule	Litosol
13	A2	Moderada	Bosque de mezquite / Matorral desértico rosetófilo	Xerosol / Litosol
14	B2	Alta	Agricultura de temporal / Pastizal natural	Xerosol / Solonetz
15	B2	Media	Agricultura de temporal / Pastizal natural	Xerosol / Feozem



**Figura 6.** Microrregiones integradas.

# CONCLUSIONES

La cuenca media del N-A resultó con 15 micro regiones que permiten direccionar estrategias tecnológicas de manera más específica, según el potencial de cada micro región.

Se identificaron dos grandes subregiones: A2, B2, correspondiente a las más y menos áridas de las zonas áridas con 30.7 y 65.4 % de extensión territorial, respecto del total de la Cuenca Media N-A y solo una pequeña proporción del 3.8 % con categoría A3, correspondiente a la más seca de las zonas semiáridas.

La intensidad de sequía fue del 46.1, 34.6, 11.5 y 7.7 % para las categorías moderada, media, mínima y alta, respectivamente, lo cual indica que, de acuerdo a este criterio, existe un adecuado potencial para la actividad productiva de temporal.

La mayor proporción de la región de estudio (M-8, M-14 y M-15) corresponde a un área de pastizal apta para la ganadería de agostadero y prácticas agrícolas de temporal.

Otra porción considerable del área, pero de menor proporción a la anterior (M-1 a M-6) corresponde a zonas áridas con matorral desértico micrófilo y rosetófilo que pueden tener actividad ganadera y agrícola con prácticas de cosecha de agua de lluvia.



VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



[apedroza@chapingo.uruza.edu.mx](mailto:apedroza@chapingo.uruza.edu.mx)

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023

