

CLASIFICACION DE LOS MUNICIPIOS DE MEXICO POR SU NDVI (2000-2020)

INTRODUCCION

Hasta la fecha, en cuestión de seguros agropecuarios, el muestreo de los sistemas asegurados se hace *in-situ* de forma presencial lo que tiene un alto costo. La tecnología satelital actual permite monitorear y analizar variables de vegetación y clima a diversas escalas espaciales y temporales a un menor costo. El NDVI (Normalized difference vegetation index) es el índice más utilizado, es resultado de una ecuación que utiliza 2 bandas del espectro electromagnético. Este documento tiene como objetivo evaluar la relación entre el NDVI satelital y variables biológicas del sistema de interés.

METODOLOGIA

Con la información de NDVI del sensor MODIS de la NASA desde marzo de 2000 a diciembre de 2020. La información de píxeles de 250 m se promedió por municipio por mes. Se obtuvieron los promedios por mes del año y se agregó la variable coeficiente de variación de la serie histórica de NDVI por municipio. La precipitación media anual por municipio se estimó con tecnología satelital.

Se hizo un análisis de factores de la matriz de 13 variables (12 meses más el CV) por 1949 renglones (municipios; los municipios del estado de Oaxaca se agruparon en 30 regiones). Con los 2 primeros factores se hizo un análisis de conglomerados y se produjeron 9 grupos de municipios. En el Cuadro 1 se resumen las características de cada grupo (cluster, conglomerado) de municipios. A primera vista se observa una relación positiva entre la precipitación media anual del grupo y su NDVI medio.

Cuadro 1. Número de municipios, precipitación media anual (PMA), NDVI promedio y coeficiente de variación (CV) para los 9 grupos.

CLUSTER	N	PMA mm	NDVI MEDIO	CV
1	441	1718	0.7600	6.7
2	302	1186	0.7051	13.1
3	221	1064	0.6531	20.9
4	218	862	0.5608	32.4
5	158	691	0.5203	17.4
6	116	702	0.4639	34.4
7	190	657	0.4459	28.8
8	204	456	0.3321	26.6
9	99	299	0.2320	20.5

En la Figura 1 se observa la relación logarítmica positiva entre la precipitación media anual y el NDVI promedio de los 9 grupos de municipios. El grupo 1 con la mayor precipitación media anual mostró el mayor NDVI y el grupo 9 con la menor precipitación tiene el menor NDVI.

Con base en la conocida relación que indica que a mayor precipitación, más vegetación, la Figura 1 muestra que existe una buena relación entre el NDVI que es una variable física producto de reflectancias de 2 bandas del espectro electromagnético, con la cantidad de vegetación.

RELACION ENTRE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL Y EL NDVI MEDIO DE CADA GRUPO DE MUNICIPIOS

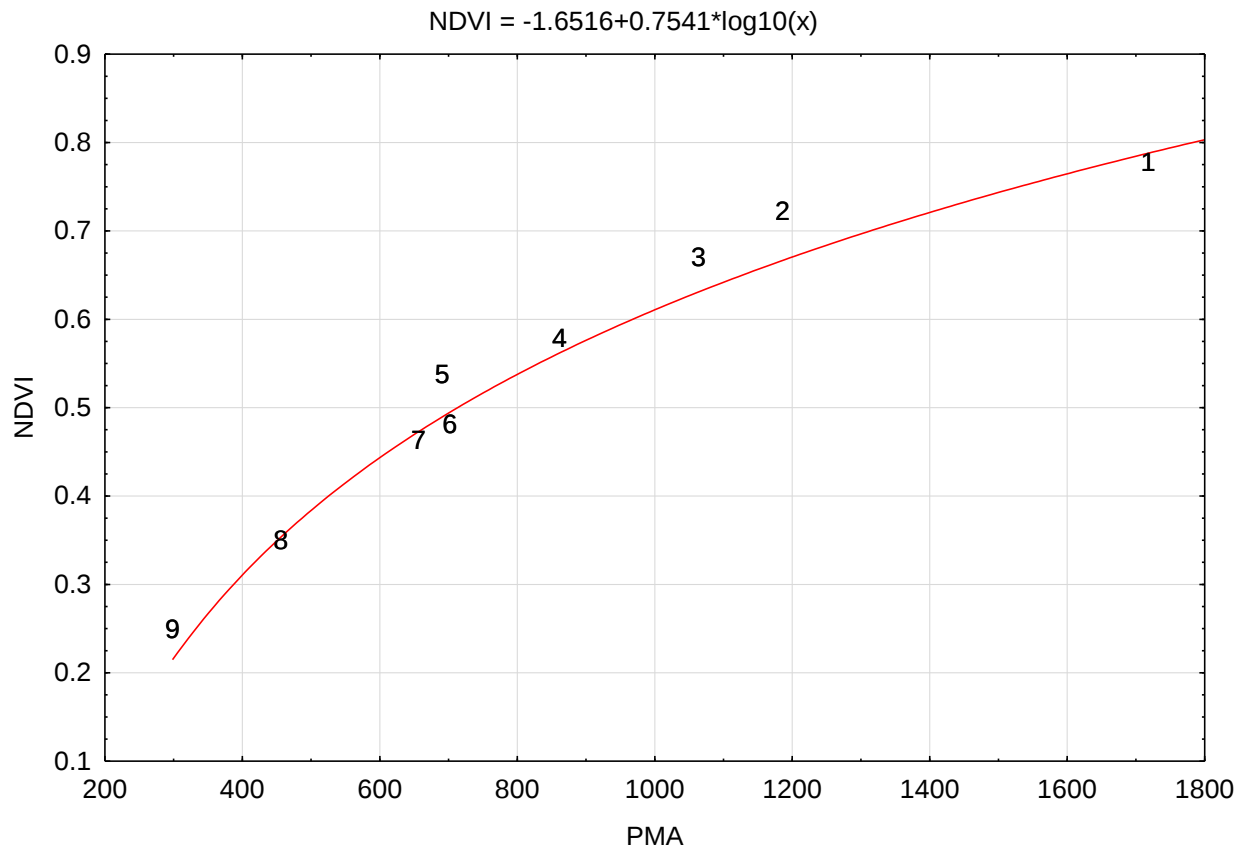


Figura 1. Relación entre la precipitación media anual y el NDVI medio de los 9 grupos de municipios.

En la Figura 2 se presenta la distribución anual de los promedios mensuales de NDVI de cada grupo. El grupo 1 con mayor precipitación y mayor NDVI muestra la menor variación a través del año. La tendencia nacional del NDVI es de presentar un máximo en septiembre-octubre y un mínimo en marzo. Esto es respuesta a la menor temperatura del invierno y al régimen de lluvias de verano que tiene nuestro país.

El grupo 9 de zonas áridas muestra un NDVI menor a 0.3 en todos los meses del año. Los grupos 6 y 4 son los que tuvieron el mayor rango de NDVI con el mayor coeficiente de variación (34 y 32% respectivamente). El grupo 4 es de clima tropical seco y el 6 es de clima templado con la característica común de perder todo el follaje en la época seca. Mas adelante se describen los 9 grupos con mayor detalle.

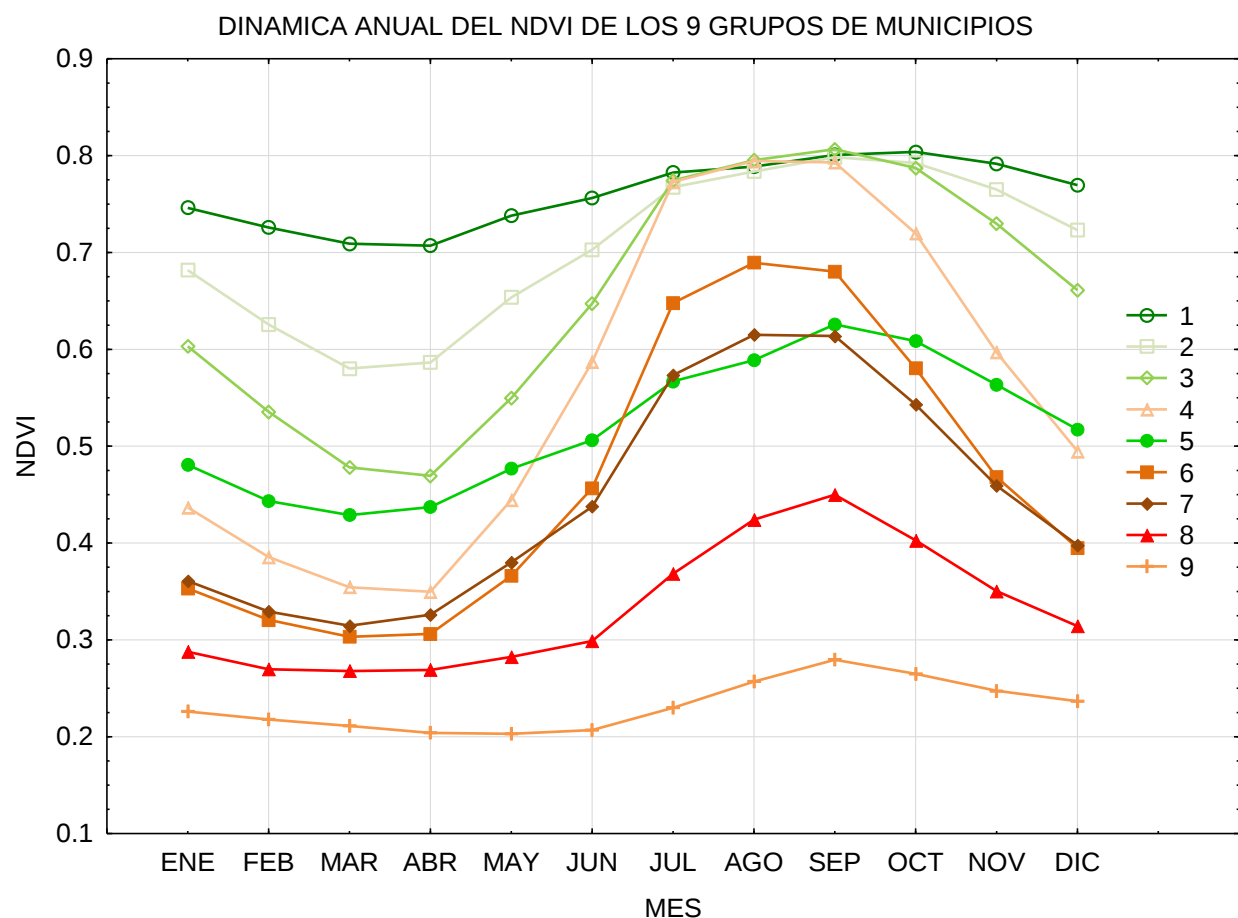


Figura 2. Promedios mensuales de NDVI de los 8 grupos de municipios.

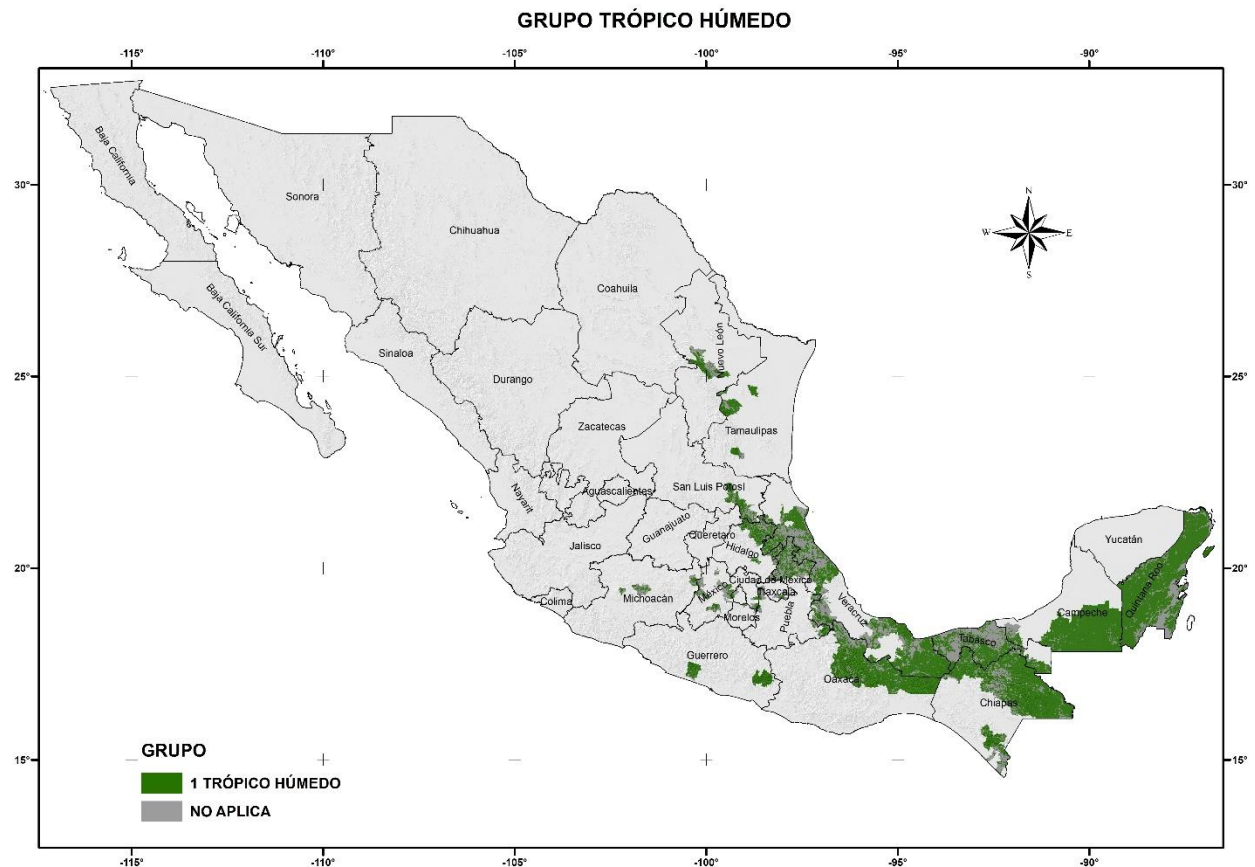
DESCRIPCION DE LOS GRUPOS DE MUNICIPIOS

GRUPO 1. TROPICO HUMEDO

Este grupo se compone de 441 municipios ubicados principalmente en el sureste de México en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, centro de Veracruz, noreste de Oaxaca, las huastecas de los estados de Hidalgo, Puebla y San Luis Potosí. Tiene un promedio de 1718 mm y 0.76 de precipitación media anual y de NDVI respectivamente. Se compone principalmente de selvas altas perenifolias aunque buena parte de esta selva ha sido removida con propósitos ganaderos.

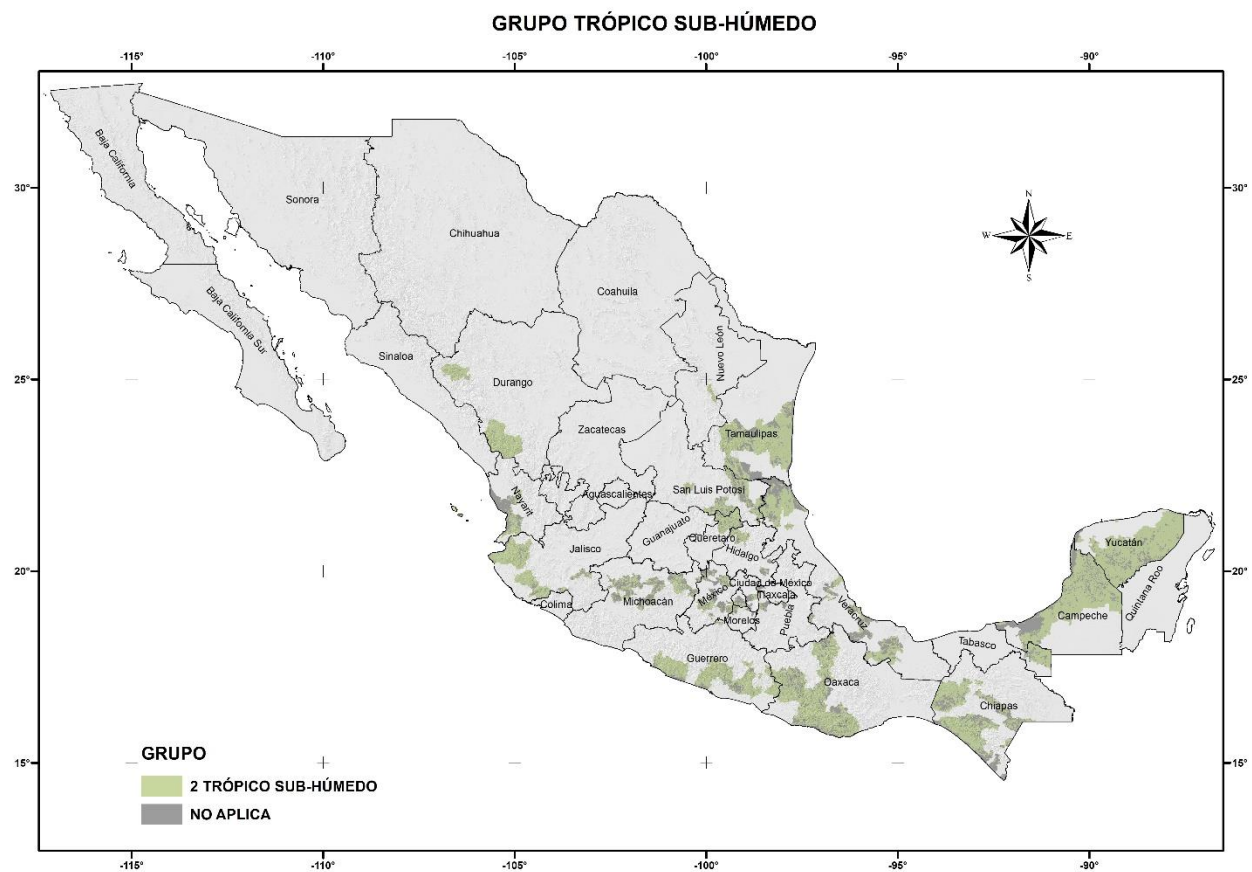
Algunos municipios de regiones de clima templado y del noreste del país fueron clasificados en este grupo porque tienen un alto y constante NDVI durante el año.

Este es el caso de algunos municipios del cañón del Huajuco en Nuevo León. Estas son algunas de las limitantes de usar como base de la clasificación solo el NDVI y que la clasificación en ecosistemas es solo con motivos prácticos, la vegetación no se distribuye en mosaicos, es un continuo.



Grupo 2. TROPICO SUBHUMEDO

Es un grupo de 302 municipios en el sur de Tamaulipas, norte de Veracruz, Yucatán, Campeche, Chiapas, Oaxaca y Guerrero (Figura 4). Su precipitación media anual es de 1186 mm con un NDVI de 0.71. Dominan las selvas medianas subcaducifolias, en la costa del pacífico en el barlovento de la sierra. En estos tipos de vegetación la cosecha de hojarasca por el ganado es un importante elemento de su dieta en la época seca.



Grupo 3. TROPICO SECO-SELVA BAJA

Tiene un total de 221 municipios con un promedio de precipitación de 1064 mm anuales y NDVI medio de 0.65. Compuesto de selvas medianas caducifolias y selvas bajas subcaducifolias y caducifolias se distribuye al sur de Tamaulipas y al norte de Veracruz, el norte de la península de Yucatán, centro de Veracruz, costa de Oaxaca y buena parte de la costa del pacífico, desde el sur de Sinaloa hasta Oaxaca. En este grupo, las hojas y frutos que caen de los árboles también son importantes en la dieta del ganado en la época seca.



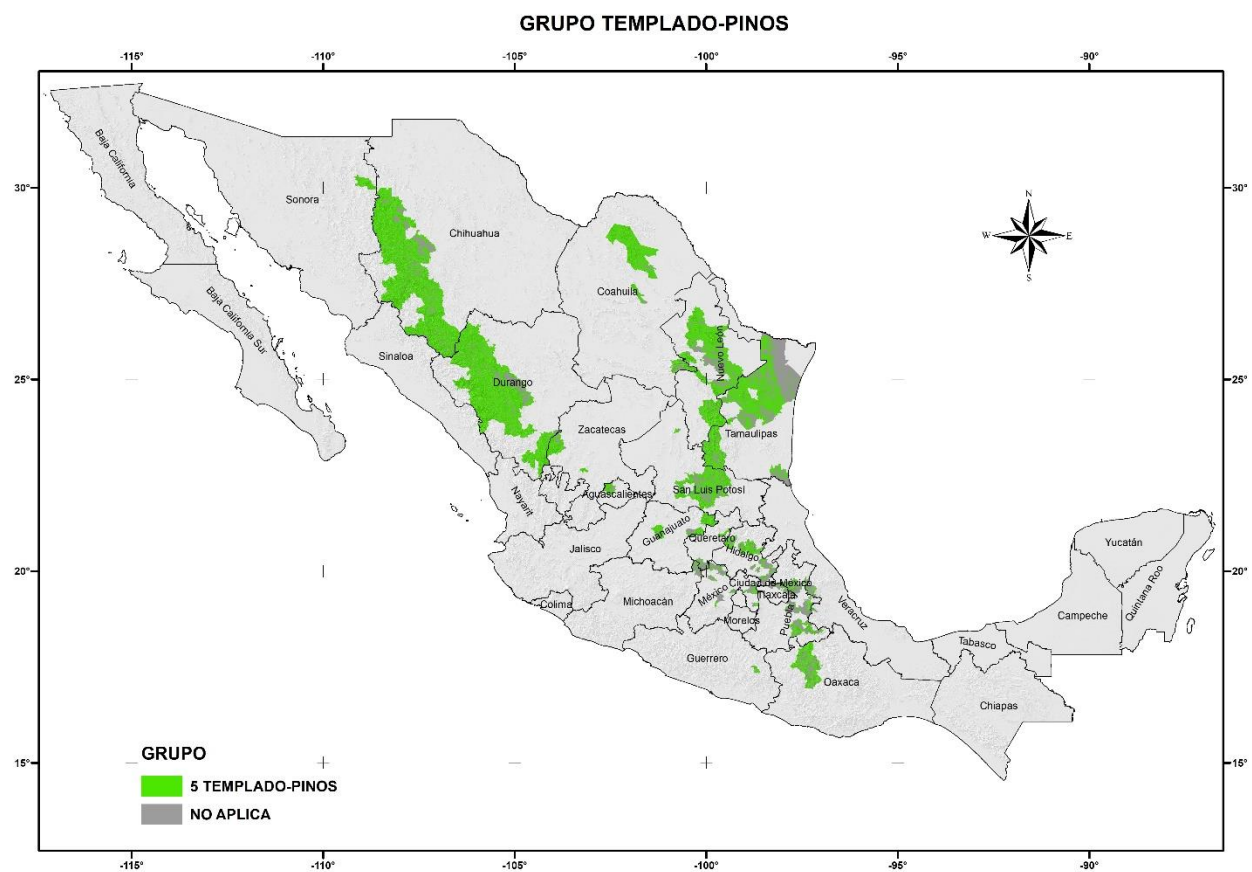
Grupo 4. TROPICO SECO- MATORRAL ESPINOSO

Este grupo contiene 218 municipios que son una zona de transición entre el trópico seco y clima templado en regiones del bajo y de la depresión del Balsas en Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Sinaloa. Tiene una precipitación de 862 mm anuales y NDVI medio de 0.56. Su principal característica es que tiene un amplio rango de NDVI entre la época de crecimiento y la época seca con un coeficiente de variación de 32%. Es un grupo muy utilizado para la ganadería.



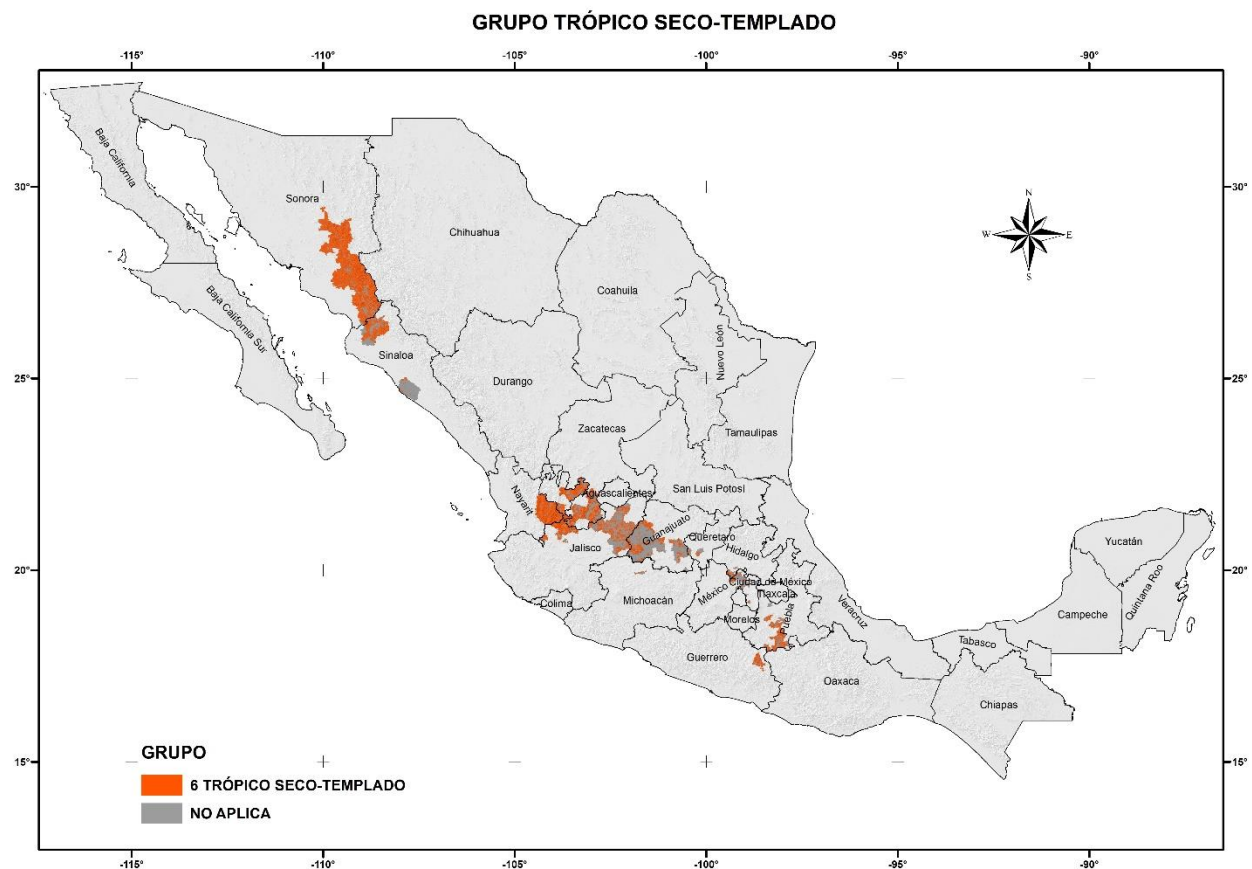
Grupo 5. TEMPLADO-PINOS

Los 158 municipios de este grupo se ubican en las sierras madre, oriental y occidental, tiene una precipitación anual de 691 mm y un NDVI de 0.52 y su principal tipo de vegetación son los bosques de coníferas. Es de los de mayor altitud del país y por lo tanto de menor temperatura. Es un ecosistema poco ganadero por su tipo de vegetación y la topografía accidentada.



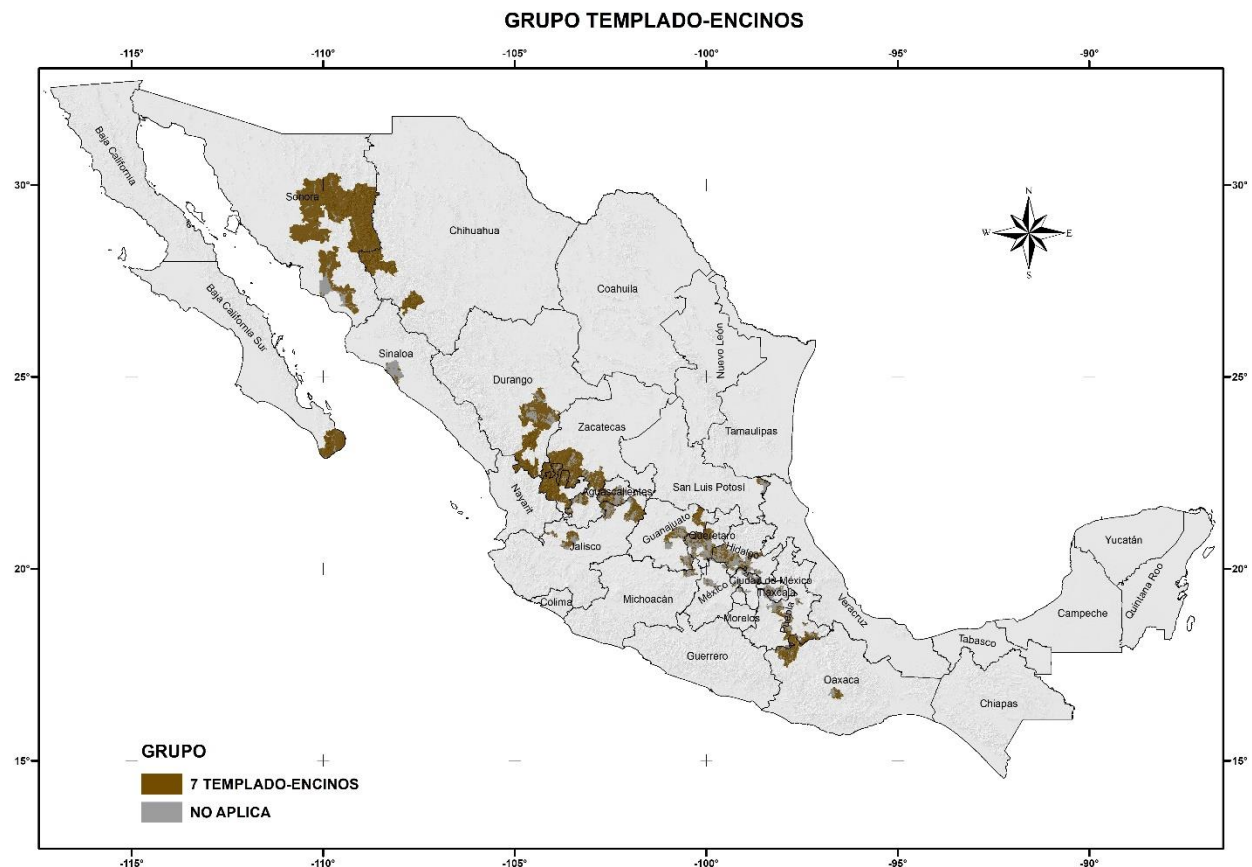
Grupo 6. TROPICO SECO-TEMPLADO

Este grupo tiene un NDVI medio de 0.46, precipitación de 702 mm al año y 116 municipios. Se encuentra en el sureste de Sonora, norte de Jalisco y sur de Zacatecas. Es el grupo con el mayor coeficiente de variación del NDVI lo que indica que es vegetación caducifolia con una marcada época de sequía.



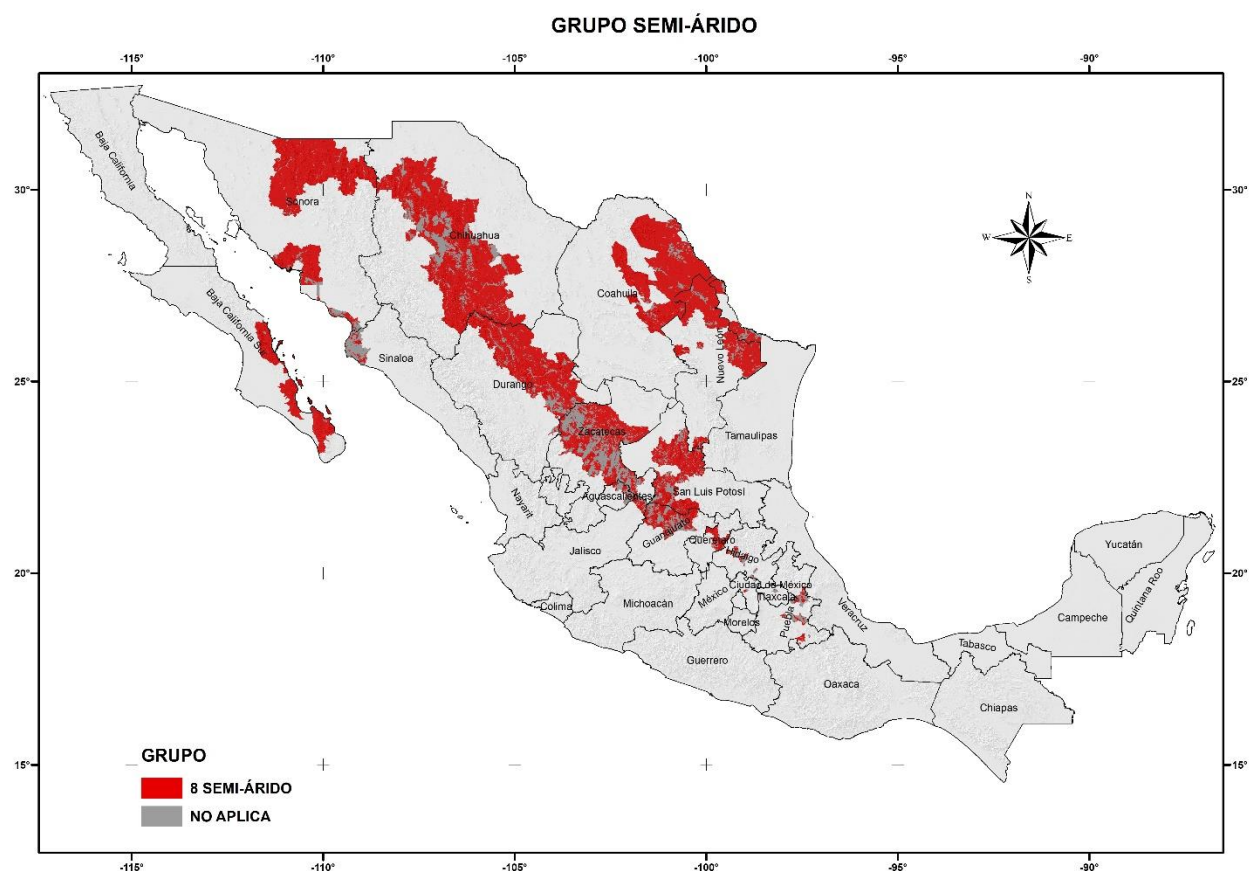
Grupo 7. TEMPLADO-ENCINOS

Está integrado por 190 municipios con precipitación media anual de 657 mm y NDVI de 0.45. La vegetación son bosques donde predominan los encinos, matorrales espinosos y pastizales, se encuentra en las estribaciones de las sierras madre oriental y occidental, en el este de Sonora y en una franja desde el sur de Durango, pasando por el norte de Jalisco hasta el estado de Puebla. También tiene un alto coeficiente de variación.



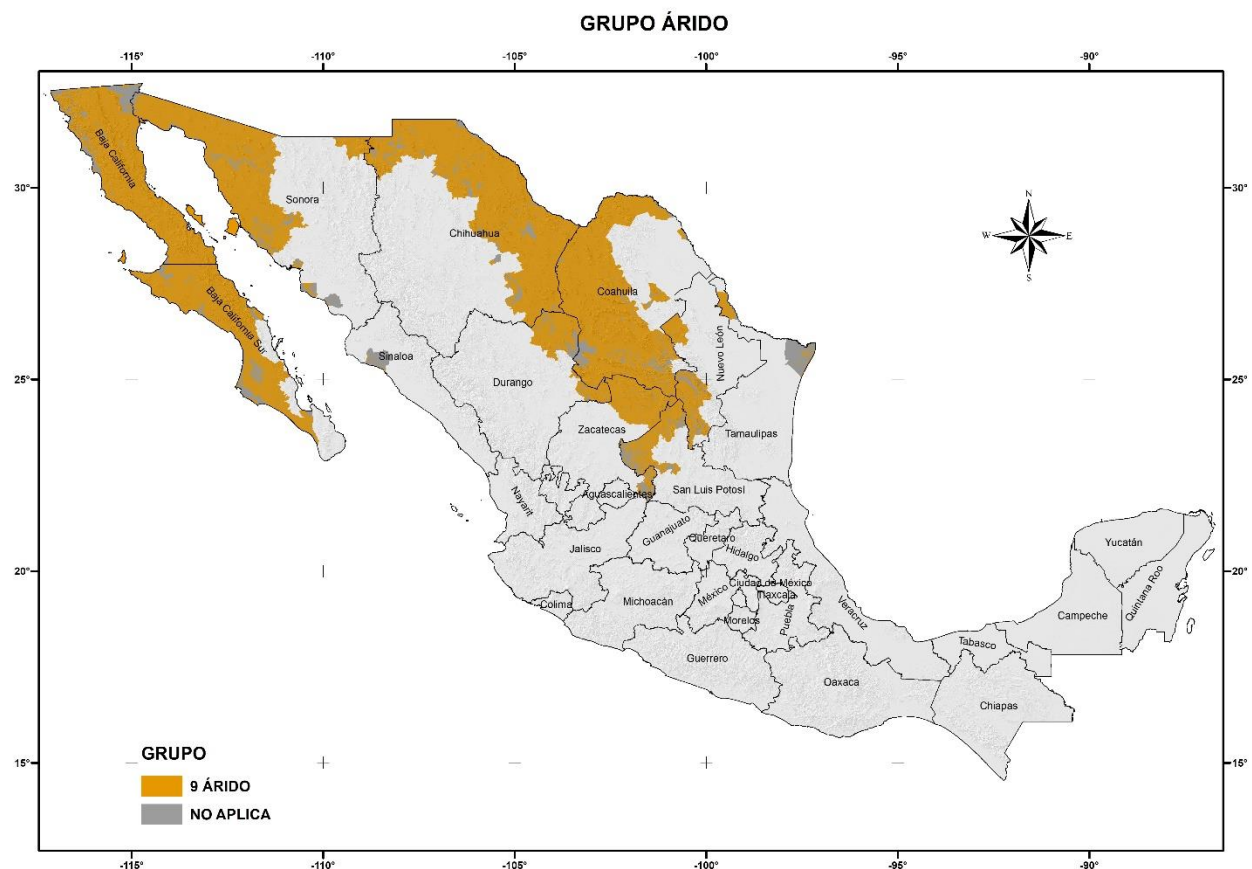
Grupo 8. SEMI-ARIDO

Este grupo contiene 204 municipios con un promedio de precipitación anual de 456 mm y NDVI de 0.33. Se encuentra del lado continental de la sierra madre occidental desde Sonora hasta Guanajuato, el noreste de Coahuila y norte y este de Nuevo León. Dominan los pastizales y matorrales semi-áridos con buena aptitud para la ganadería extensiva.



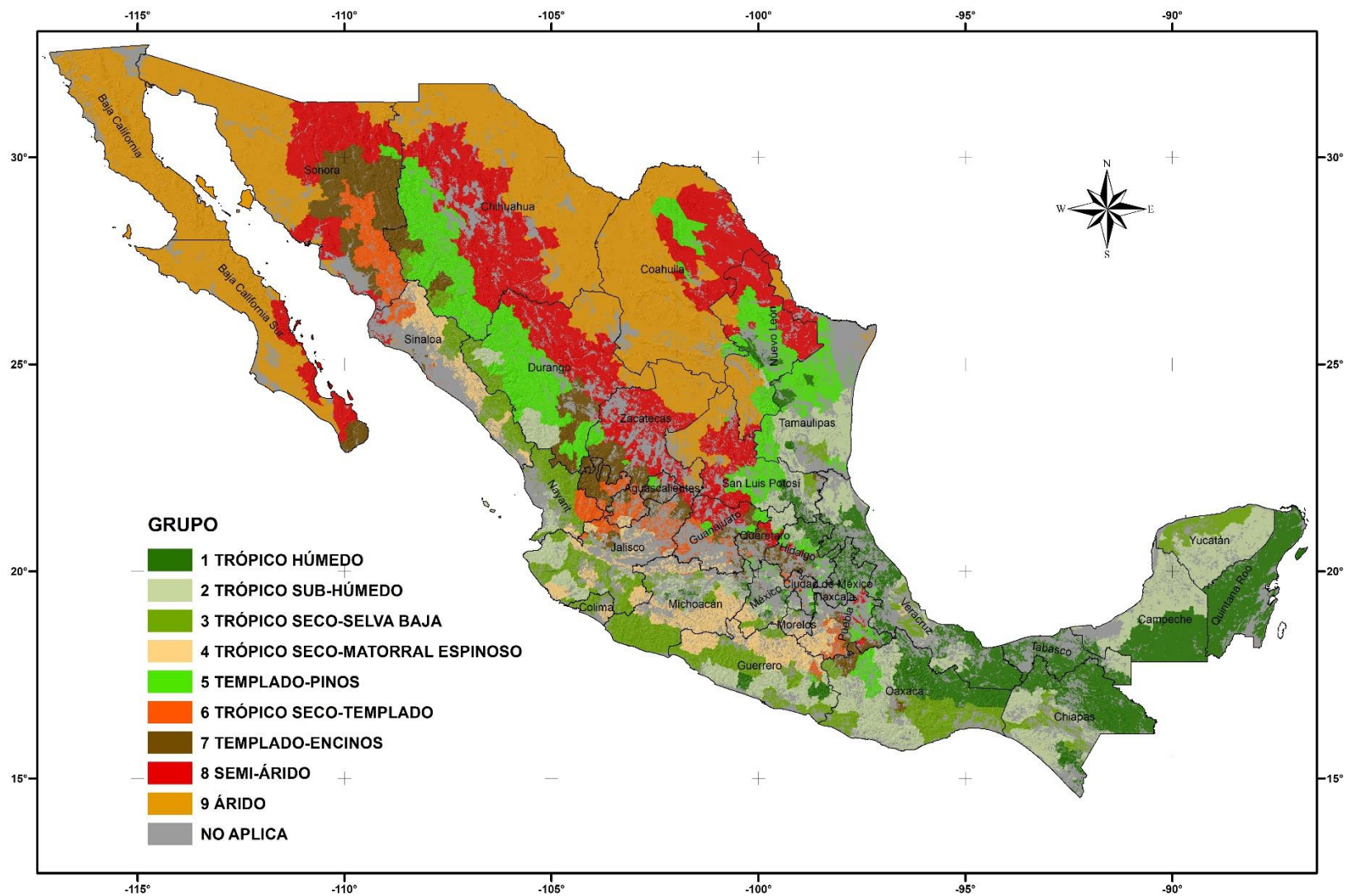
Grupo 9. ARIDO

Representa las zonas áridas de México, tiene 99 municipios con una precipitación media de 299 mm al año y un NDVI medio de tan solo 0.23. En el desierto sonorense se distribuye por el noroeste de Sonora y la península de Baja California, y en el desierto chihuahuense desde el norte y noreste de Chihuahua hasta el norte de San Luis Potosí, y el oeste y sur de Coahuila. El principal uso del suelo es la ganadería extensiva con bovinos y caprinos. Las sequías con recurrentes en este ecosistema.



Por último, se presenta un mapa nacional con los 9 grupos de municipios y el Cuadro 2 que describe las principales características de cada uno de ellos. La clasificación reportada en este estudio es muy semejante a la de INEGI en Uso del suelo y vegetación. Esta semejanza indica que la información satelital es muy útil para estudios sobre la dinámica de la vegetación y a un bajo costo.

GRUPOS DE MUNICIPIOS POR ÍNDICE DE VEGETACIÓN (NDVI)



Cuadro 2. Principales características de los 9 grupos de municipios de México.

CLUSTER	C.KOPPEN	CLIMA	TIPO DE VEGETACION	REGIONES
1	Af	TROPICO HUMEDO	SELVA ALTA PERENIFOLIA	CHIAPAS., TABASCO, VER., OAX., Q. ROO
2	Aw1,2	TROPICO SUBHUMEDO	SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	YUC., CAMP., SUR TAMPS., N. VER., COSTA DEL PACÍFICO
3	Aw0	TROPICO SECO-SELVA BAJA	SELVAS BAJAS Y MEDIANAS CADUCIFOLIAS	COSTA DEL PACÍFICO, N. YUC.
4	Bs	TROPICO SECO-MATORRAL ESPINOSO	MATORRAL, SELVA BAJA CADUCIFOLIA	N.DE SIN., ALTOS DE JAL., BAJÍO, MICH., GRO.
5	Cw	TEMPLADO-PINOS	BOSQUES DE CONIFERAS PINO-ENCINO	SIERRAS MADRE, ORIENTAL Y OCCIDENTAL
6	Bs (Cw)	TROPICO SECO-TEMPLADO	SELVAS BAJAS, BOSQUES DE ENCINO	SE. DE SON., N. DE JAL.
7	Cw (Bs)	TEMPLADO-ENCINOS	BOSQUE DE ENCINOS Y SELVAS BAJAS	E. DE SON., S. DE ZAC., N. DE JAL, S. DE DGO.
8	Bw, Bs	SEMI-ARIDO	PASTIZALES Y MATORRALES SEMI-ARIDOS	N. SON., CHIH., DGO., ZAC., NE COAH, N. Y E. DE N.L.
9	Bw	ARIDO	XEROFITAS, MATORRALES DE GOBERNADORA	BC Y BC SUR, E. DE CHIH., O. DE COAH., N. ZAC. Y DGO., S. N.L.