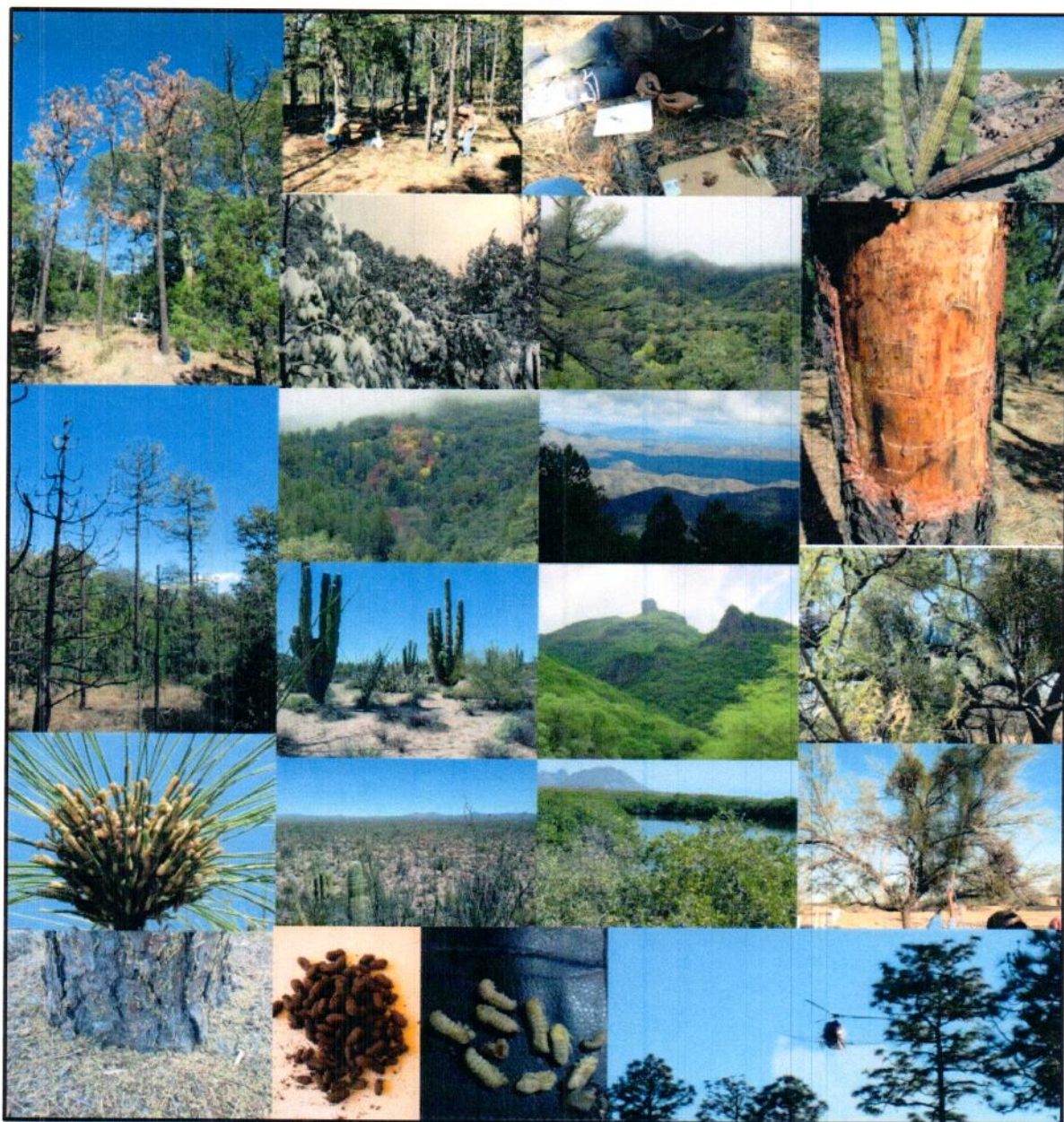


Diagnóstico Fitosanitario del Estado de Sonora 2017



Gerencia Estatal, Mayo 2017

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2
FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2
EDAFOLOGÍA	4
CLIMAS	5
HIDROGRAFÍA	6
COBERTURA FORESTAL	7
MONITOREO DE SEQUÍA EN MÉXICO	8
PRINCIPALES AGENTES QUE AFECTAN LAS COBERTURAS FORESTALES, ASÍ COMO ACCIONES REALIZADAS DEL 2010 A LA FECHA	13
• PLANTAS PARÁSITAS Y EPÍFITAS	13
• DEFOLIADORES.....	15
• DESCORTEZADORES	16
• COMPLEJO DE ESCARABAJOS AMBROSIALES	17
• OTROS AGENTES QUE DAÑAN LA VEGETACIÓN ENDÉMICA DE SONORA	19
ÁREAS DE RIESGO EN EL ESTADO DE SONORA	20
• DEFOLIADORES.....	20
• DESCORTEZADORES.....	22
PROPUESTAS CONCRETAS	23
MONITOREOS NECESARIOS.....	24
PLAN DE TRABAJO	25
NECESIDADES OPERATIVAS	25
BIBLIOGRAFÍA	26

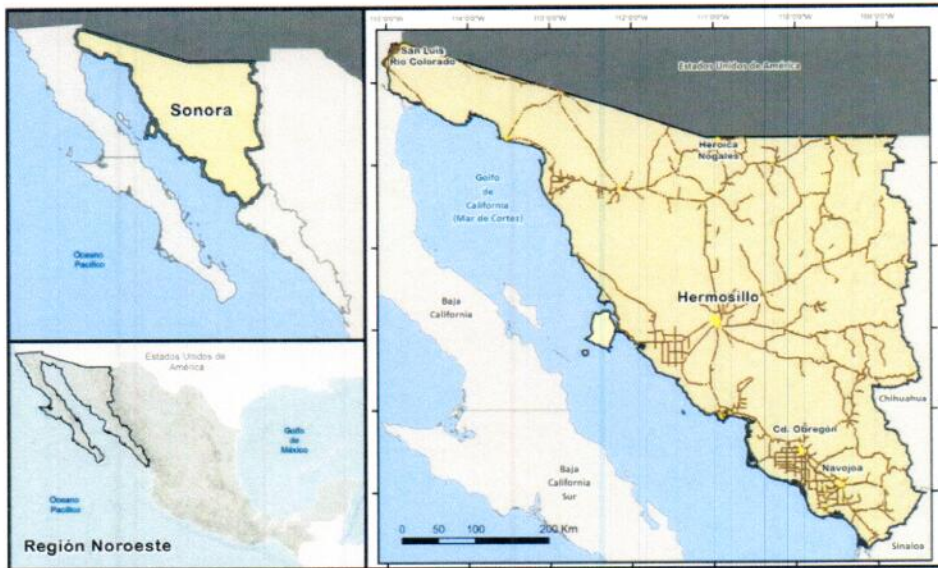
Introducción

La cobertura forestal de Sonora cubre casi el 85% de su superficie estatal y está conformada en orden descendente por matorrales xerófilos, bosques, selvas y con menor cobertura otras áreas forestales. Estos ecosistemas están sufriendo perturbaciones e impactos por diferentes factores entre ellos están las actividades del ser humano como es el pastoreo, los incendios para mejorar la calidad de los pastos, controlar el crecimiento de arbustos y eliminar malezas; los aprovechamientos forestales y la apertura de caminos también son actividades antrópicas que afectan los ecosistemas, mientras que los huracanes y las sequías son los principales fenómenos naturales que los impactan. Todos estos factores influyen directamente en la evolución de las plantas y los organismos asociados a ellas, pudiendo desarrollarse patógenos más nocivos y/o modificando los ciclos de vida de algunos agentes. No se puede hablar de un agente fitosanitario sin considerar los ecosistemas como un sistema complejo en donde las interacciones entre los factores bióticos y abióticos tienen sus equilibrios y si algo es modificado, se puede desencadenar una serie de cambios.

El presente documento no enfatiza en los factores antropogénicos, pero si menciona los principales problemas que se han atendido en el estado con respecto a Sanidad Forestal, los cuales de alguna forma son resultado de las actividades humanas y los cambios que éstas han provocado en los ecosistemas, se presenta un historial de los esfuerzos realizados del 2010 a la fecha, considerando la información de los informes técnicos fitosanitarios; además en ésta versión actualizada del Diagnóstico Fitosanitario se le ha incorporado los resultados del Monitor de sequía en México y el Sistema de alerta temprana y evaluación de riesgo para insectos defoliadores y descortezadores con análisis a nivel de estado; con lo cual se ha podido evidenciar que es necesario el diagnosticar y monitorear regiones que aún no se han recorrido, por lo que se proponen algunas estrategias y actividades para cumplir las metas del presente año fiscal.

Ubicación geográfica

Geográficamente el estado de Sonora se localiza en la región noroeste del país, entre los 32°29'38" al norte y los 26°17'49" al sur con respecto a la latitud y los 108°25'27" al este y los 115°03'11" al oeste con respecto a la longitud. Es el segundo estado con mayor extensión territorial en el país, con una superficie de 18,084,045.88 hectáreas, lo que equivale al 9.2% del territorio nacional. Colinda al norte con Estados Unidos de América; al este con Chihuahua y Sinaloa; al sur con Sinaloa y el Golfo de California; al oeste con el Golfo de California y Baja California (Mapa 1).



Mapa 1. Localización del estado de Sonora

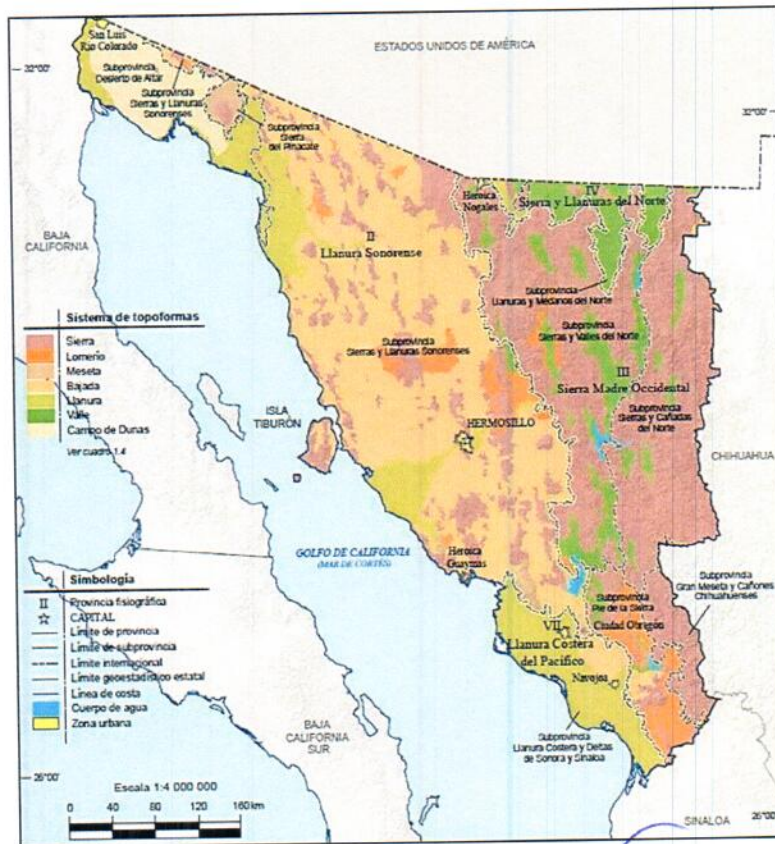
Fisiografía y geomorfología

La entidad se encuentra formando parte de cuatro provincias fisiográficas y a su vez por nueve subprovincias fisiográficas (Tabla 1 y Mapa 2). La provincia Llanura Sonorense es la de mayor extensión (52.61%), se distribuye paralela a la costa, formando una amplia franja con orientación noroeste y sureste, presenta altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,190 m, en la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses predominan topofomas del tipo bajada con lomería y presenta sierras aisladas; en la subprovincia Desierto de Altar se encuentran extensos campos de dunas y llanuras; y la Sierra del Pinacate se caracteriza por la presencia de mesetas con cráteres de origen volcánico. En ésta subprovincia fisiográfica y la Llanura Costera del Pacífico predominan coberturas forestales del tipo árido y semiárido, mientras que en las provincias Sierra del Pinacate y Sierras y Llanuras Sonorenses se distribuyen las selvas y bosques.

Tabla 1. Proporciones de las Provincias y Subprovincias fisiográficas, así como los Sistemas de topofomas en el Estado de Sonora

PROVINCIA		SUBPROVINCIA			SISTEMA DE TOPOFORMAS		
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Proporción	Clave	Nombre	Proporción
II	Llanura Sonorense	6	Desierto de Altar	6.54	500	Llanura	2.15
					800	Campo de dunas	4.39
		7	Sierra del Pinacate	0.74	100	Sierra	0.16
					300	Meseta	0.58

PROVINCIA Clave	Nombre	SUBPROVINCIA		Proporción	SISTEMA DE TOPOFORMAS		
		Clave	Nombre		Clave	Nombre	Proporción
		8	Sierras y Llanuras Sonorenses	45.33	100	Sierra	9.13
					200	Lomerío	1.93
					300	Meseta	0.48
					400	Bajada	29.32
					500	Llanura	4.29
					600	Valle	0.18
III	Sierra Madre Occidental	9	Sierras y Valles del Norte	18.35	100	Sierra	13.84
					200	Lomerío	0.45
					600	Valle	4.06
		10	Sierra y Cañadas del Norte	13.03	100	Sierra	12.26
					600	Valle	0.77
					12	Pie de la Sierra	4.29
		200	Lomerío	2.30			
		400	Bajada	0.33			
				13	Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses	2.43	100
IV	Sierra y Llanuras del Norte						3.65
500		Llanura	0.42				
		600	Valle	3.03			
VII	Llanura Costera del Pacífico	32	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa	5.64	400	Bajada	0.78
					500	Llanura	4.86
				100.00			100.00



Mapa 2. Sistema de topoformas y provincias fisiográficas (Fuente: INEGI, 2016).

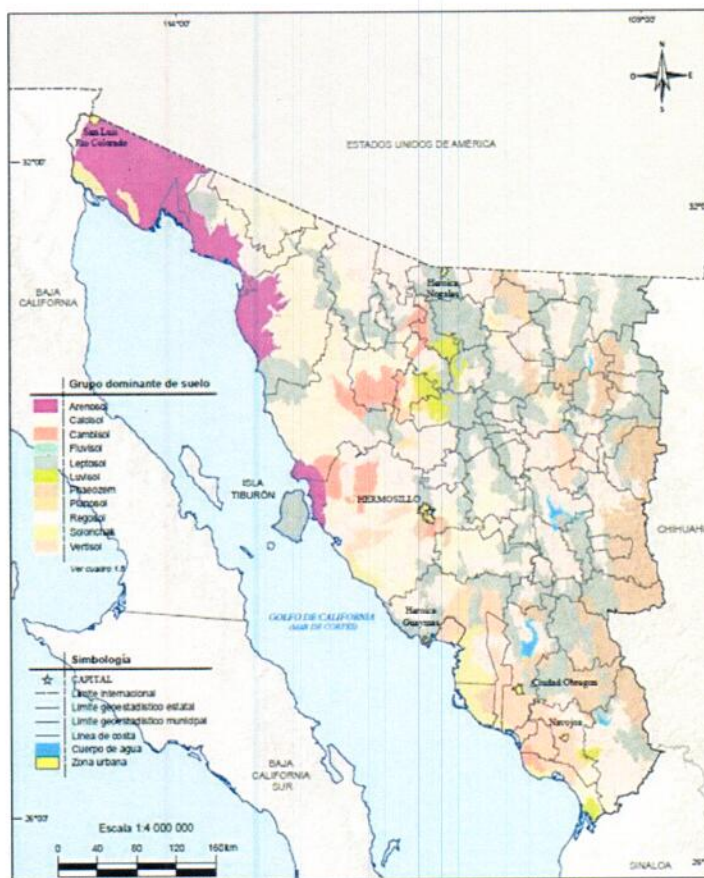
Edafología

La diversidad de los suelos es el resultado de la interacción de factores ambientales tales como tipo de roca, precipitación, temperatura, el tipo de vegetación y la acción de los microorganismos. Los principales suelos que se desarrollan en Sonora son regosol, leptosol, calcisol y phaeozem (Tabla 2 y Mapa 3), siendo el regosol el más frecuente con una extensión de más del 27.07%, los cuales son suelos muy similares a la roca que les da origen, están constituidos de material suelto que cubre la roca, debido a su poco desarrollo no presentan capas diferenciadas entre sí, son claros y pobres en materia orgánica; frecuentemente son someros y están asociados con litosol y afloramientos de roca o tepetate.

Los leptosol son también uno de los suelos dominantes y se caracterizan por tener una profundidad menor a los 10 centímetros, la cual es limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Resultan fácilmente erosionables por los fuertes procesos fisicoquímicos.

Tabla 2. Tipos de suelo dominantes en la entidad

Clave	Nombre	Proporción (%)
AR	Arenosol	7.03
CL	Calcisol	12.95
CM	Cambisol	3.59
FL	Fluvisol	2.52
LP	Leptosol	24.04
LV	Luvisol	2.51
PH	Phaeozem	10.59
PL	Planosol	0.61
RG	Regosol	27.07
SC	Solonchak	2.03
VR	Vertisol	6.71
	Otros	0.35
		100.00



Mapa 3. Suelos dominantes en Sonora (Fuente: INEGI, 2016)

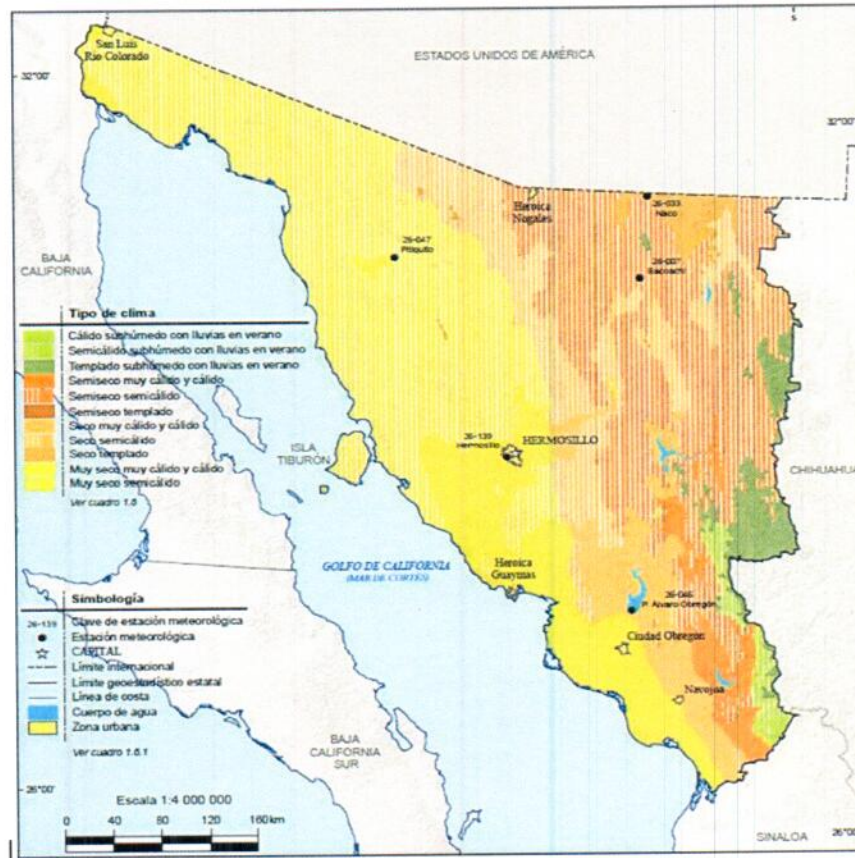
Climas

Los tipos de clima predominantes en el estado corresponden al grupo de los secos (B) los cuales se manifiestan en más de 94 % del territorio, en menor proporción se presentan los templados (C) y los cálidos (A).

Tabla 3. Unidades y subtipos climáticos en la entidad

Unidad	Subtipo	Símbolo	Proporción
Grupo A (cálidos)	Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A(w)	0.24
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	A(C)w	1.45
Grupo C (templados)	Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	3.89
Grupo B (secos)	Semiseco muy cálido y cálido	BS1(h')	3.19
	Semiseco semicálido	BS1h	11.80
	Semiseco templado	BS1k	12.52
	Seco muy cálido y cálido	BS0(h')	7.00
	Seco semicálido	BSh	11.45
	Seco templado	BSk	1.77
	Muy seco muy cálido y cálido	BW(h')	12.52
	Muy seco semicálido	BWh	34.17

100.00

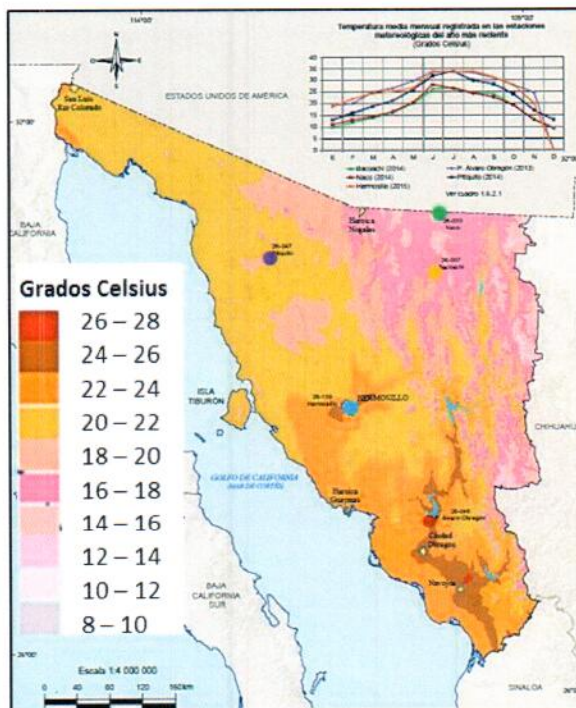


Mapa 4. Subtipos climáticos en la entidad (Fuente: INEGI, 2016).

Considerando los datos reportados en las cinco estaciones meteorológicas que se operan en la entidad durante el periodo de 1980 a 2015 (Tabla 4 y Mapas 5, 6), se ha registrado en Sonora una temperatura media anual de 22°C, una temperatura máxima promedio de 38°C en los meses de junio y julio, mientras que para enero se registra una temperatura mínima promedio de 5°C. En cuanto a la precipitación media estatal se reportan 450 milímetros anuales, presentándose la mayor precipitación en los meses de julio y agosto.

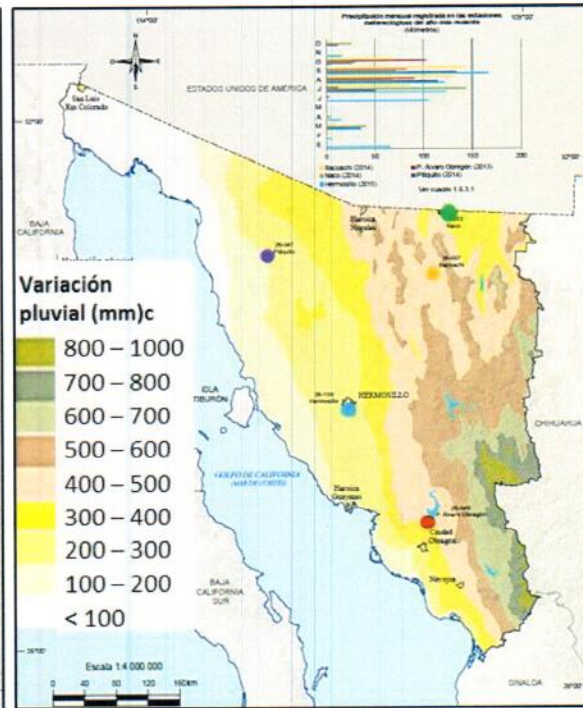
Tabla 4. Estaciones meteorológicas que operan en Sonora

Simbología	Clave	Estación	Periodo de los datos	Temperatura (°C)		
				Promedio	Del año más frío	Del año más caluroso
●	26-007	Bacoachi	De 1984 a 2014	18.1	16.4	26.4
●	26-046	P. Álvaro Obregón	De 1985 a 2013	26.3	25.3	27.5
●	26-033	Naco	De 1980 a 2014	17.7	16.2	19.0
●	26-047	Pitiquito	De 1986 a 2014	22.2	21.3	23.0
●	26-139	Hermosillo	De 1986 a 2015	25.3	24.1	26.8



(Fuente: INEGI, 2016)

Mapa 5. Distribución de la temperatura



(Fuente: INEGI, 2016)

Mapa 6. Distribución de la precipitación

Hidrografía

Sonora se encuentra inmersa en cinco regiones hidrológicas, siendo dos las de mayor extensión superficial. La RH9 Sonora Sur cubre el 63.66% del territorio, le sigue la RH8 Sonora Norte con 32.81%, el otro 3.53% de la superficie forma parte de la RH7 Río Colorado, RH10 Sinaloa y RH34 Cuencas Cerradas del Norte (Mapa 7).



Mapa 7. Regiones Hidrológicas (Fuente: INEGI, 2016).

Los principales ríos con que cuenta el estado son: Colorado, Concepción, San Ignacio, Sonora, Mátepe, Yaqui y Mayo. Asimismo, cuenta con importantes embalses como las presas Álvaro Obregón, Adolfo Ruíz Cortines, Plutarco Elías Calles, Abelardo L. Rodríguez y Lázaro Cárdenas, entre otras (Mapa 6). Es importante destacar que en la actualidad ninguno de los ríos desemboca libremente en el mar y que un alto porcentaje del agua se utiliza para riego.

Cobertura forestal

El estado de Sonora reporta una superficie de 15,339,975.84 ha con cobertura forestal y 2,744,070.04 ha con áreas no forestales, lo que representa el 84.83 y 15.17% respectivamente. Cuenta con cuatro ecosistemas, los cuales se subdividen en nueve de las once formaciones forestales consideradas a nivel nacional (Mapa 8), y a su vez se distinguen 35 diferentes tipos de vegetación, siendo los matorrales xerófilos (zonas áridas y zonas semiáridas) las de mayor extensión con más del 56% de la cobertura forestal en el estado, en menor proporción y en orden descendente le siguen los bosques (de coníferas, de coníferas y latifoliadas, y bosques de latifoliadas), selvas (selvas bajas y manglar) y otras áreas forestales.

S

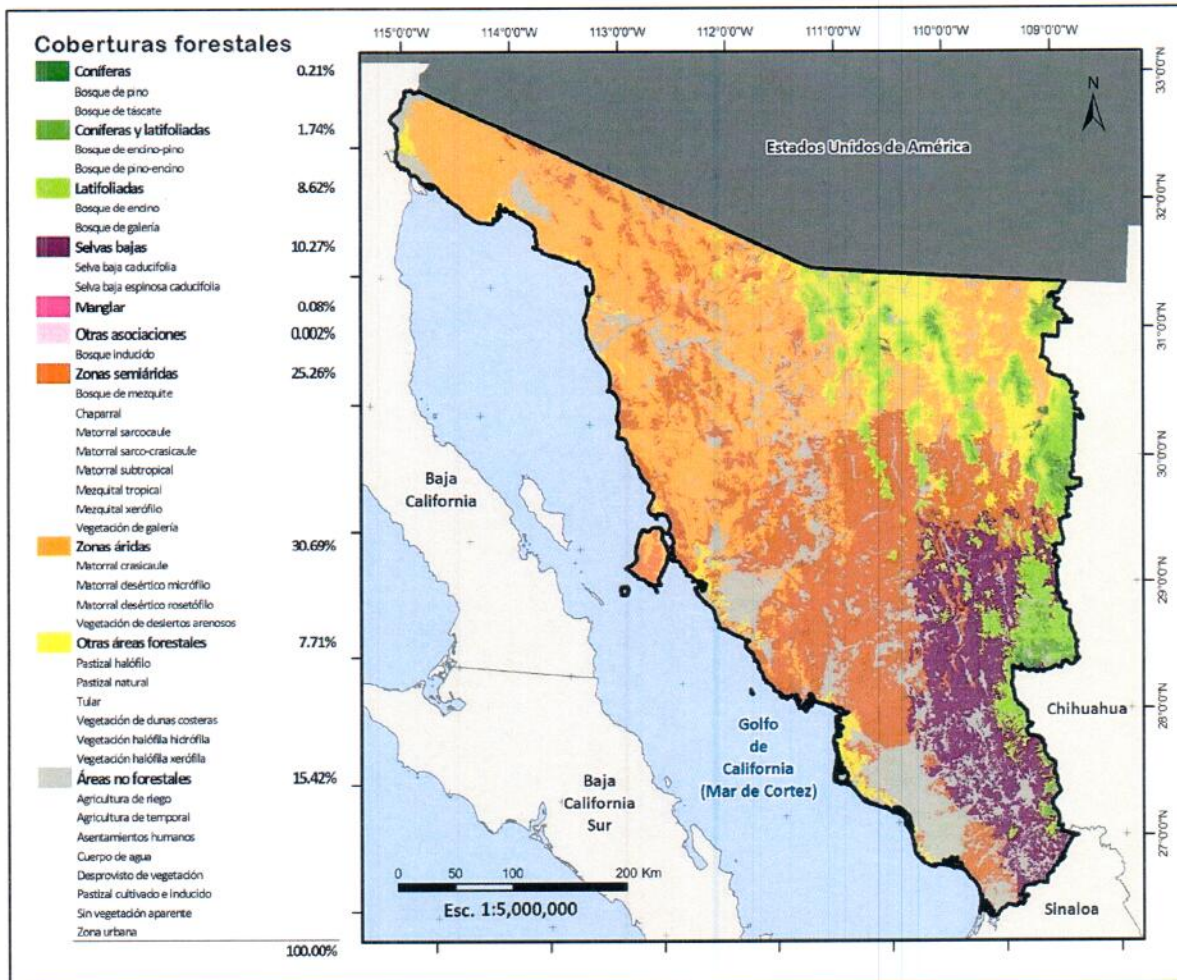
90

15

10

7

10



Mapa 8. Clasificación de la vegetación por formación y tipo de vegetación (CONAFOR, 2014)

Monitoreo de sequía en México

Una sequía se define como la disminución o la ausencia de precipitaciones pluviales respecto al índice anual y contrario a lo que se supone, es un evento normal y recurrente que se presenta de forma cíclica en todas las zonas climáticas del mundo, aunque con mayor intensidad y recurrencia en las zonas áridas y semiáridas (Esquivel, 2002). En nuestro país estos fenómenos ocurren en promedio cada 20 años (Cerano et al., 2009) y cuando se presentan provocan un desbalance hídrico en el ciclo del agua, pues la disponibilidad del recurso es insuficiente para satisfacer las necesidades de los seres vivos (Esparza, 2014).

Desde 2002 el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se encarga de detectar el estado actual y la evolución de las sequías en el país mediante el Monitor de Sequía en México (MSM), el cual se incorporó en el 2014 al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM). Mediante el MSN se determinan las regiones afectadas por sequía y se basa en la obtención e interpretación de diversos índices o indicadores.

Los factores de estrés causados por la sequía pueden impactar también en la sanidad forestal, aumentando la vulnerabilidad ante alteraciones tales como agentes patógenos, insectos e

incendios forestales; los cambios climáticos pueden afectar también las dinámicas de las perturbaciones de las plagas forestales endémicas y facilitar al mismo tiempo el establecimiento y dispersión de las especies exóticas (Moore y Allard, 2008). Por lo tanto es importante el conocer el comportamiento de éste fenómeno, razón por la cual se presenta un historial a nivel nacional y posteriormente a nivel estatal, pero antes se definen las escalas de intensidad de sequía que el SMN (2017) ha definido:

- **Anormalmente seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía es el inicio o final de ella. La sequedad puede ocasionar un limitado crecimiento en la vegetación y existe el riesgo de incendios. Generalmente al final del periodo de una sequía puede persistir déficit de agua, provocando un estrés a la vegetación pudiendo no recuperarse completamente.
- **Sequía moderada (D1):** Se presentan algunos daños, existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **Sequía severa (D2):** Probables pérdidas, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
- **Sequía extrema (D3):** Pérdidas mayores, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **Sequía excepcional (D4):** Pérdidas excepcionales y generalizadas, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

A nivel nacional se ha tenido históricamente la mayor afectación por sequía en el norte del país, teniendo su mayor impacto en verano del 2011 (Gráfico 1) donde 11 entidades presentaron déficits de lluvias por debajo de lo normal, considerado el suceso por las autoridades federales como el episodio de sequía más intenso en 70 años, al tomar como referencia que mayo había sido el segundo mes más seco desde 1941 y dando lugar a que el 44.8% del territorio presentara sequías extremas y excepcionales (Esparza, 2014; SMN, 2017).

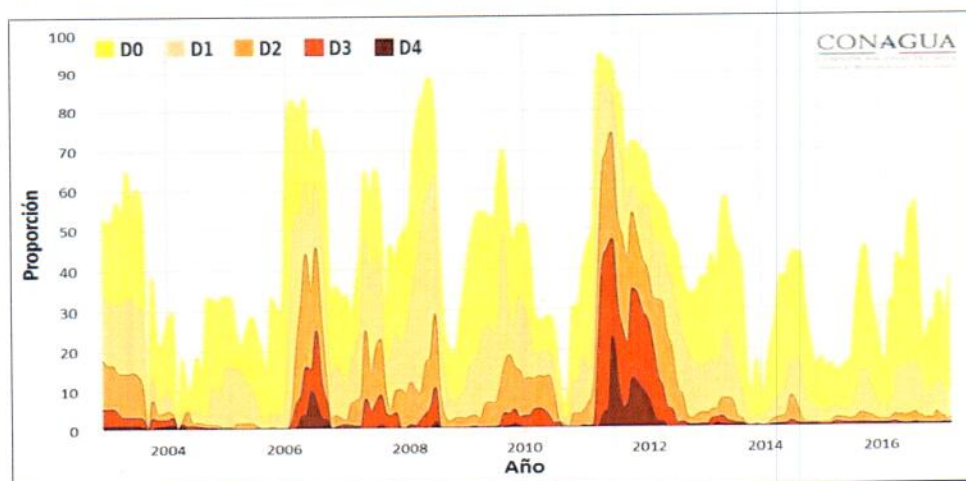


Gráfico 1. Proporción de área afectada por sequía en México (SMN, 2017)

Al analizar la base de datos de Excel del SMN (del 15 enero de 2010 al 31 de marzo de 2017) la cual contiene la contabilidad de municipios sin afectación, los anormalmente secos (D0) hasta sequía excepcional (D4) para el estado de Sonora; se generó la Gráfica 2 en la cual se puede evidenciar claramente la influencia que tuvo el déficit de lluvias en primavera y verano del 2011, ya que de marzo a junio se reportó un poco más del 95% de la superficie estatal con sequía moderada (D1) a excepcional (D4), dicho porcentaje descendió poco a poco gracias a la presencia oportuna de lluvias, disminuyendo a casi el 50% de la superficie afectada por algún grado de sequía para finales de noviembre y a final del año sólo el 36.84% de la superficie aún reportaba algún grado de afectación por dicho fenómeno. Durante éste periodo los municipios que lograron alcanzar sequías excepcionales (D4) en por lo menos un mes fueron 15, los que reportaron la categoría dos meses fueron 10 municipios, los que tuvieron tres meses fueron 2 municipios y sólo el municipio de Agua Prieta se vio afectado por cinco meses por la categoría D4 (Tabla 5 y Mapa 9).

En junio y julio del 2014 debido al largo periodo de déficit de lluvias en la entidad, se reportó más del 50% de la cobertura de Sonora con algún grado de sequía, pero en esta ocasión sólo 7 municipios alcanzaron presentar un mes con sequía extrema (D3) y sólo Villa Hidalgo reportó los 2 meses con esta categoría (Gráfica 2 y Tabla 5).

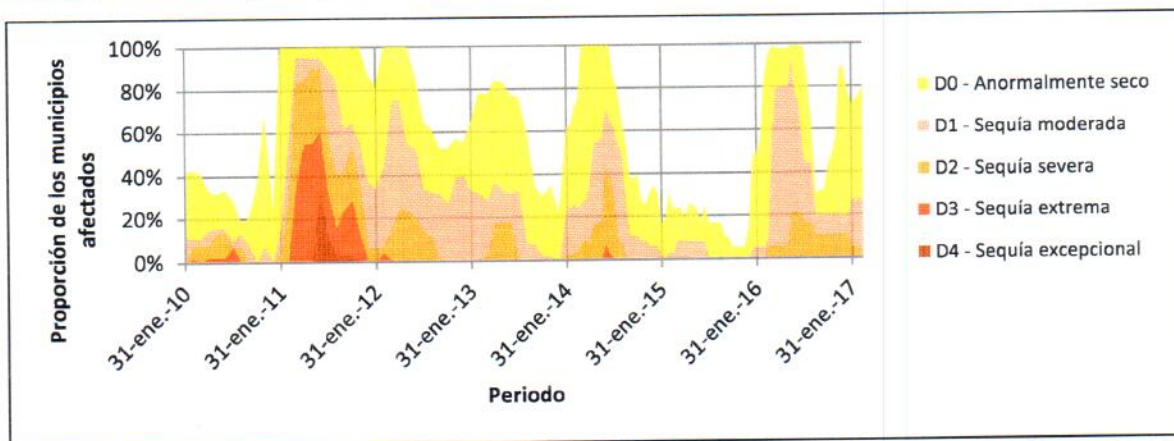


Gráfico 2. Proporción de la superficie municipal afectada por sequía en Sonora, durante enero 2010 a marzo 2017

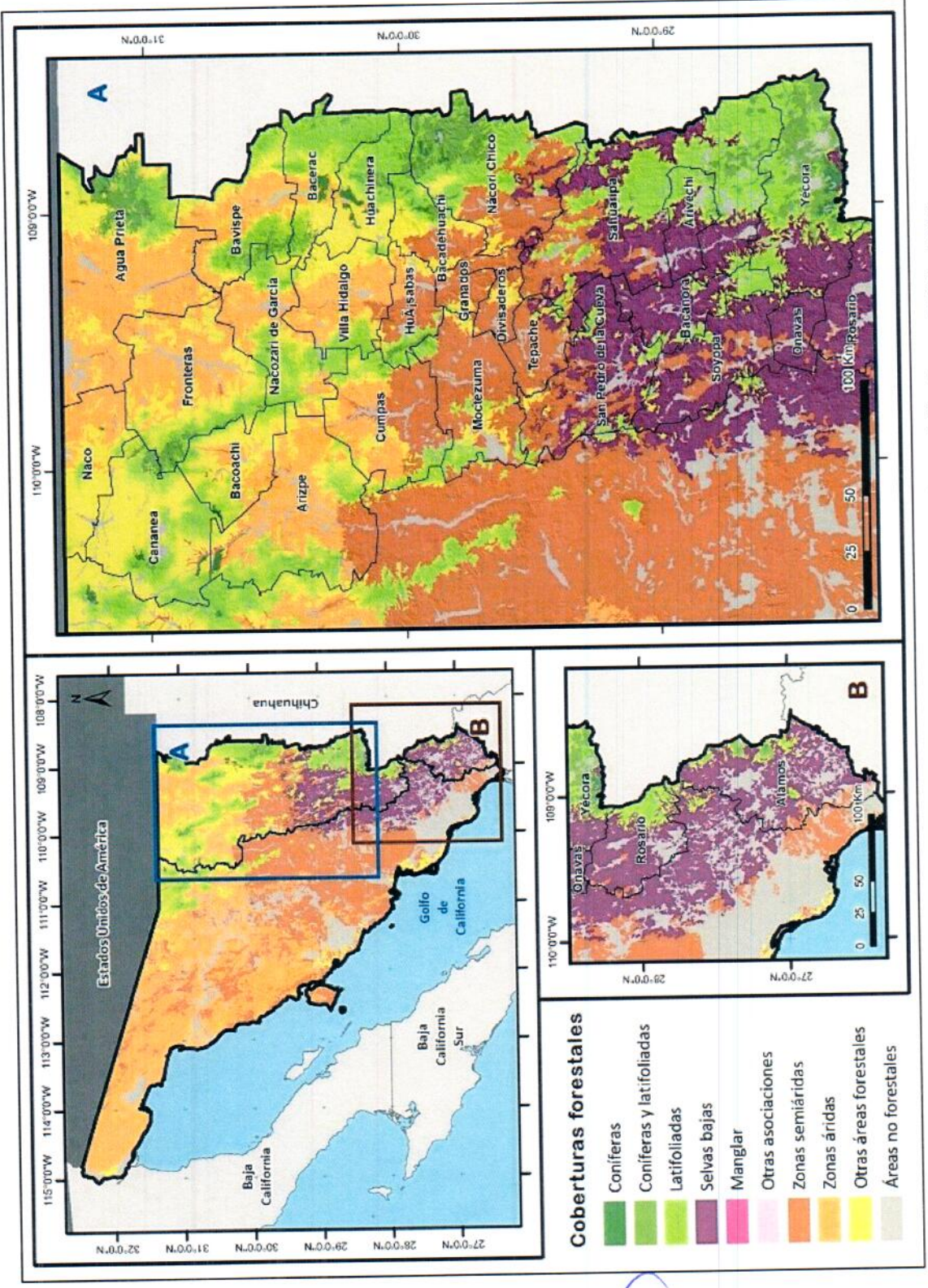
Verbist y colaboradores (2010) mencionan que las zonas áridas o semiáridas son más susceptibles al fenómeno porque son sitios con baja precipitación pluvial a lo largo del año (un mes para las zonas áridas y de uno a tres meses para las semiáridas), y esta condición provoca que las sequías se presenten de manera más recurrente y que haya mayor presión sobre el agua existente cuando ocurren. A nivel nacional más del 50% de la superficie está cubierta por zonas áridas y semiáridas, por lo que México es un país vulnerable a las sequías (INEGI, 2011); localmente más de la mitad de la extensión territorial de Sonora está conformada por áreas con baja precipitación y aunque la vegetación de éstos ecosistemas están adaptados a dichas condiciones, valdría la pena hacer un análisis para identificar si existe una relación entre los periodos de sequía en el estado y los reportes de afectación de las plagas forestales.

Tabla 5. Municipios más afectados por el déficit de agua en el 2011 y 2014

Municipio	Comportamiento de los municipios con respecto a las categorías de sequía								Formación forestal que puede afectar
	2011						2014		
	31-may	30-jun	31-jul	31-ago	30-sep	31-oct	30-jun	15-jul	
Agua Prieta	D3	D4	D4	D4	D4	D4	D2	D2	C, CL, L, OAF, ZA, ZS
Álamos	D3	D4	D2	D1	D1	D2	D0	D0	C, CL, L, SB, ZS
Arivechi	D3	D4	D3	D2	D2	D2	D2	D2	CL, L, SB
Arizpe	D3	D4	D3	D2	D3	D3	D3	D2	C, L, OAF, ZA, ZS
Bacadéhuachi	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D2	C, CL, L, OAF, SB, ZA, ZS
Bacanora	D3	D4	D3	D2	D2	D2	D2	D2	CL, L, SB, ZS
Bacerac	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D3	C, CL, L, OAF, ZA
Bacoachi	D3	D4	D3	D3	D3	D3	D3	D1	C, CL, L, OAF, ZA, ZS
Bavispe	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D2	CL, L, OAF, ZA, ZS
Cananea	D3	D4	D3	D3	D3	D3	D3	D1	CL, L, OAF, ZA, ZS
Cumpas	D3	D4	D3	D2	D3	D3	D2	D2	CL, L, OAF, ZA, ZS
Divisaderos	D3	D4	D3	D2	D4	D4	D2	D2	L, OAF, ZS
Fronteras	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D3	D2	C, CL, L, OAF, ZA, ZS
Granados	D3	D4	D3	D2	D4	D4	D2	D2	L, OAF, ZS
Huachinera	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D3	C, CL, L, OAF, ZA, ZS
Huásabas	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D2	CL, L, OAF, ZA, ZS
Moctezuma	D3	D4	D3	D2	D3	D3	D2	D2	CL, L, OAF, ZA, ZS
Naco	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D2	D2	C, CL, L, OAF, ZA, ZS
Nácori Chico	D3	D4	D4	D2	D3	D3	D2	D2	C, CL, L, OAF, SB, ZS
Nacozari de García	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D3	D2	CL, L, OAF, ZA, ZS
Ónavas	D3	D4	D3	D1	D1	D2	D1	D1	L, SB, ZS
Rosario	D3	D4	D2	D1	D1	D2	D1	D0	CL, L, SB, ZS
Sahuaripa	D3	D4	D3	D2	D2	D3	D2	D2	CL, L, OAF, SB, ZS
San Pedro de la Cueva	D3	D4	D3	D2	D2	D2	D2	D2	L, OAF, SB, ZS
Soyopa	D3	D4	D3	D1	D1	D2	D2	D2	L, OAF, SB, ZS
Tepache	D3	D4	D3	D2	D3	D3	D2	D2	L, OAF, SB, ZS
Villa Hidalgo	D3	D4	D4	D3	D3	D3	D3	D3	CL, L, OAF, ZA, ZS
Yécora	D3	D4	D3	D2	D2	D3	D1	D1	C, CL, L, SB

Dónde el comportamiento de sequía corresponde: D0=Anormalmente seco, D1=Sequía moderada, D2=Sequía severa, D3=Sequía extrema, D4=Sequía excepcional; y la formación forestal corresponde: C=Coníferas, CL=Coníferas y latifoliadas, L=Latifoliadas, SB=Selvas bajas, OAF=Otras áreas forestales, ZS=Zonas semiáridas y ZA=Zonas áridas. En base a SMN (2017) y CONAFOR (2014).

Éste fenómeno meteorológico pueden intensificar la pérdida de agua por evaporación y evapotranspiración, además de reducir la capacidad de las plantas para absorber agua; lo que también puede disminuir el crecimiento, pudiendo afectar la sanidad de los árboles aunque dependerá de las características de los ecosistemas, la estructura de clases de edad y de la profundidad y tipo de los suelo (Mortsch, 2006). Los individuos jóvenes pueden ser más vulnerables, mientras que los más longevos, con sistemas de raíces más desarrollados y mayores depósitos de sustancias nutrientes y carbohidratos tienden a ser menos vulnerables a las sequías, aunque estén siendo golpeados por afectaciones más graves (Moore y Allard, 2008).



Mapa 9. Localización de los municipios afectados por los déficits de lluvias en 2011 y 2014

Principales agentes que afectan las coberturas forestales, así como acciones realizadas del 2010 a la fecha

En base a la información reportada en los conglomerados del Inventario Estatal Forestal y de Suelos de Sonora (CONAFOR, 2014) se elaboró la Gráfica 3, en la cual se puede observar de manera general que los insectos y otros agentes patógenos son los principales agentes que afectan la sanidad del arbolado en las formaciones forestales.

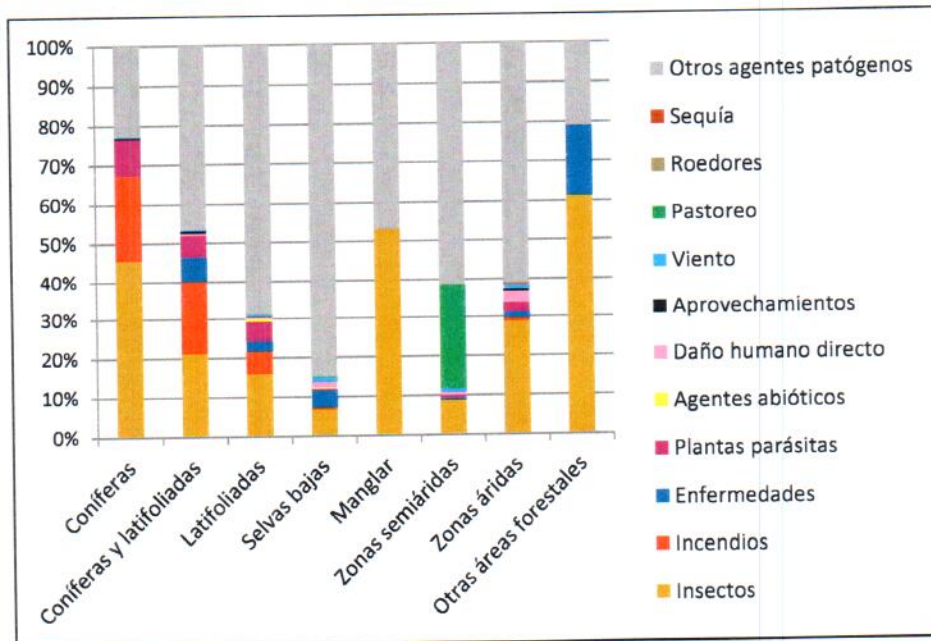


Gráfico 3. Principales agentes que dañan el arbolado en las formaciones forestales

En los posteriores párrafos se describe brevemente algunas de las acciones que se han realizado del 2010 a la fecha para atender algunos de los problemas fitosanitarios en la entidad.

- **Plantas parásitas y epífitas**

Desde los inicios de la CONAFOR en el año 2002 las Notificaciones de Saneamiento fitosanitarios emitidas eran principalmente para el control de plantas parásitas (*Phoradendron californicum*), mediante un método mecánico, podando las ramas afectadas, pero fue muy cuestionado por la Delegación Federal de la SEMARNAT por el uso de motosierras pues se argumentaba que estas después eran usadas para talar clandestinamente además de que no se aseguraba que la madera producto de las podas no fuera comercializada. Esta situación perduró hasta el 2012, año en el que se autorizó el uso del producto desecante denominado Muérdago Killer obteniendo buenos resultados, a la fecha se sigue promoviendo el uso del producto. Para las notificaciones emitidas el año pasado se aplicaron ambos métodos mecánicos (Figura 1).

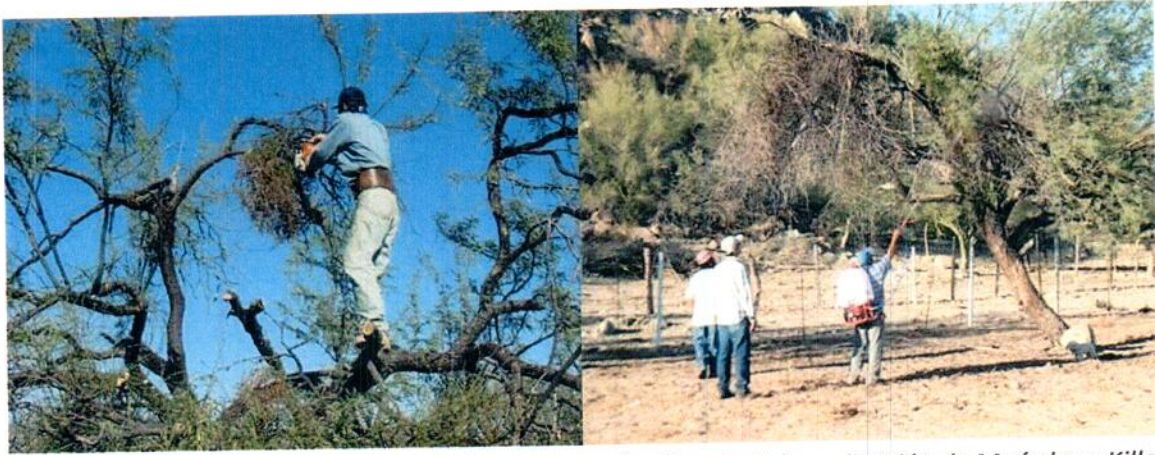


Figura 1. Control de *Phoradendron californicum*: podas (izquierda) y aplicación de Muérdago Killer (derecha)



Figura 2. *P. californicum* un tiempo después de haber aplicado el Muérdago Killer

Del 2010 a la fecha se han emitido 23 notificaciones para el control de plantas parásitas *Phoradendron californicum* (planta parásita) y una para *Tillandsia recurvata* (epífita), en las cuales se ha tratado una superficie total de 7,853.1 y 538 hectáreas respectivamente, en las Gráficas 4 y 5 se presenta la superficie saneada por año así como los apoyos emitidos y en el Mapa 10 se presenta la ubicación de dichas actividades.

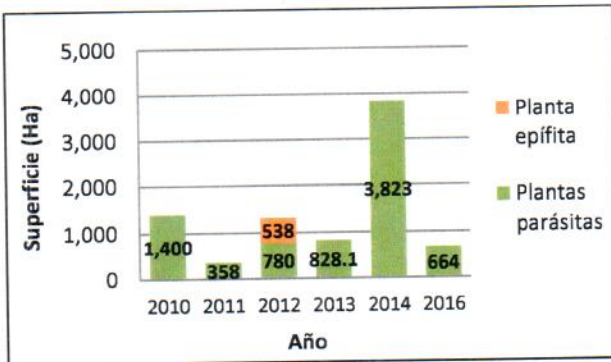


Gráfico 4. Superficie tratada

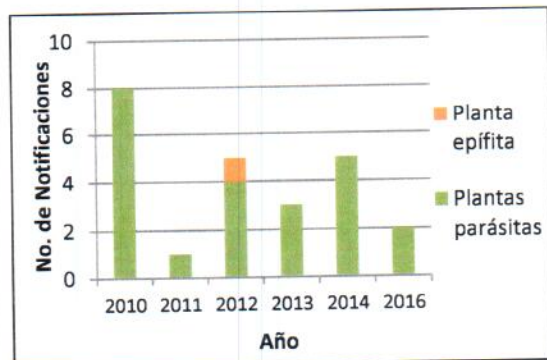
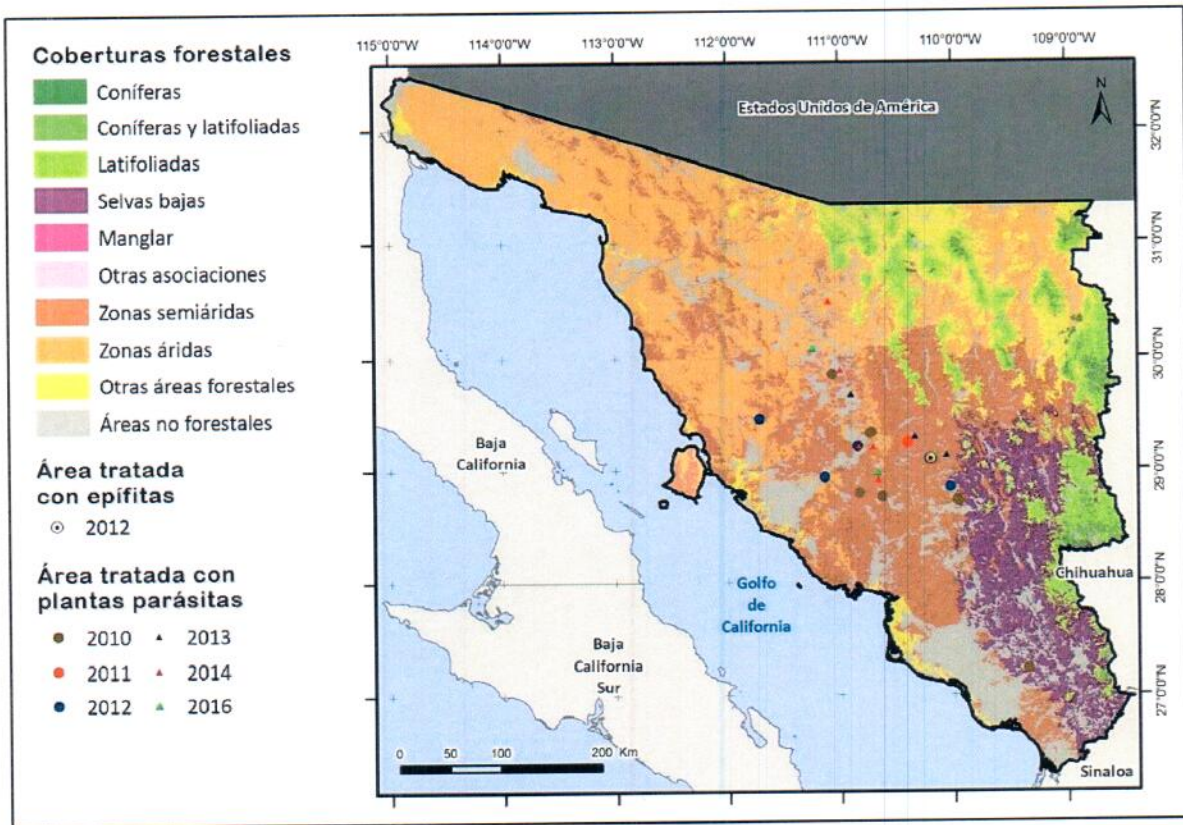


Gráfico 5. Notificaciones emitidas



Mapa 10. Localización de las áreas tratadas con plantas parásitas y epífitas

• **Defoliadores**

En el 2014 comenzaron a detectarse afectaciones en los bosques de coníferas del municipio de Yécora por insectos defoliadores del género *Zadiprion* en 524.0 ha para continuar dispersándose para el 2015 con 10,570.66 ha afectadas, de las cuales 9,505 ha fueron tratadas aéreamente, en las otras 1,065.66 ha se realizó una escarificación terrestre como estrategia de control (Figura 2 y Mapa 11).

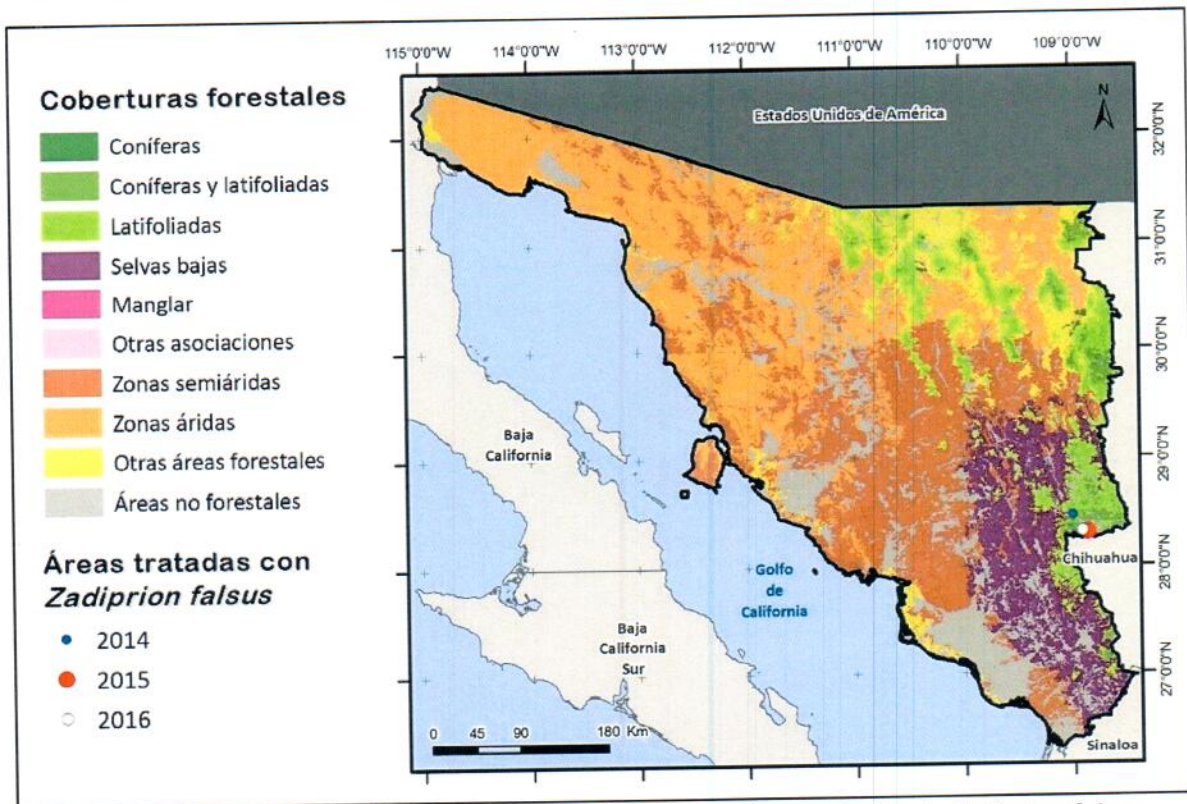


Figura 3. Control de *Zadiprion falsus*: escarificación terrestre (izquierda) y tratamientos aéreos (derecha).

Handwritten signatures and marks are present at the bottom of the page, including a large signature on the left and several smaller ones on the right.

La aplicación aérea consiste en asperjar el área plagada con los hongos entomopatógenos *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Beauveria bassiana* (en polvo) y *Metarhizium anisopliae*, solubles en agua y jabón agrícola. Al actuar estos por medio de la ingestión o el contacto es posible reducir la población de larvas considerablemente, obteniendo como resultado la disminución del 30% de los insectos en estado de pupa, ya que son parasitadas por los hongos. Según experiencias en otros estados se deberá continuar con los tratamientos fitosanitarios hasta elevar el porcentaje de muerte natural del organismo al 90 %.

Durante diciembre del 2016 se pretendía dar seguimiento a las 10,570.66 ha que se habían tratado en el 2015, desafortunadamente sólo se obtuvo apoyo de CONAFOR para que se trataran 4,556.9 ha mediante aplicaciones aéreas para un rodal puro de *Pinus engelmannii*.



Mapa 11. Localización de las áreas tratadas para controlar la población de *Zadiprion falsus*

- **Descortezadores**

El estado de Sonora reporta históricamente poca superficie tratada por descortezadores, sólo se han aplicado en dos ocasiones tratamientos fitosanitarios mecánicos para el control de *Dendroctonus rizophagus*, uno en el 2004 se trataron 145 hectáreas y en el 2005 con 128 hectáreas, ambas ubicadas en el municipio de Yécora. Es evidente que hace falta realizar más esfuerzos para la detección de áreas dañadas por descortezadores, por lo que sería importante el considerar rutas de monitoreo en las áreas de alerta temprana.

En el 2014 en coordinación con el Ing. Sergio Quiñonez Barraza se detectó una pequeña área afectada por *Ips* sp. (Figura 4), a dicho agente no se le dio tratamiento ya que es una plaga secundaria, la cual llega a su hospedero después de haber sido afectado por una plaga primaria que para el caso fue el defoliador *Zadiprion falsus*.



Figura 4. Ataque del descortezador secundario *Ips* sp.

- **Complejo de escarabajos ambrosiales**

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) cuenta con una Red de Monitoreo en la entidad para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en la detección oportuna del complejo de escarabajos ambrosiales (CEA), el cual es considerado como una amenaza para varias plantas leñosas, causando la muerte regresiva de ramas y tallos y algunas veces la muerte de la planta, debido a que por lo general llevan consigo un hongo fitopatógeno asociado.

En el 2016 la CONAFOR en coordinación con SENASICA, la Reserva de la Biósfera del Pinacate y Gran Desierto de Altar y de la UMAFOR Unión de Conservadores de la Biodiversidad A.C., sumaron esfuerzos para monitorear en la entidad al CEA mediante el uso de atrayentes en cinco trampas multiembudo (Tabla 6), en tres sitios diferentes (Mapa 12).

Son dos las especies de escarabajos ambrosiales las que se están monitoreando: *Xyleborus glabratus* (vector del hongo *Raffaelea lauricola* agente causal de la enfermedad «marchitez del laurel», Figura 5) y *Euwallecea* sp. (vector del hongo *Fusarium euwallaceae* agente causal de la enfermedad «muerte regresiva», Figura 6); ambas representan un gran riesgo para México y aunque aún no se tienen reportes de ellos en Sonora es importante el detectarlos, debido a que se tienen antecedentes de presencia, cómo el del 2014 en los condados de Escondido y La Joya, Cal., a una distancia de 20 km de la franja fronteriza con Tijuana, BC.

Para el 2017 se han colocado 4 trampas con ambos atrayentes con el objetivo de monitorear tanto a *X. glabratus* cómo a *Euwallecea* sp., para definir los sitios a colocar las trampas del CEA se consideran lugares estratégicos, en los cuales haya movilidad y accesibilidad vehicular, que se ubiquen en áreas donde haya presencia de hospederos y humedad; además que sean lugares seguros para evitar que las trampas sean maltratadas o robadas.

Acceso, seguridad de la trampa con respecto a otros seres humanos (banalizar), en un área donde haya presencia de hospederos, considerando que las zonas donde hay mayor humedad, puede haber más presencia del CEA.

Tabla 6. Coordenadas y descripción de la ubicación de los lugares que se ha monitoreado el CEA

Año	Sitio	Trampa	Longitud	Latitud	Plaga a monitorear	Predio	Localidad	Municipio
2016	1	1	-110.205900	29.091120	<i>Xyleborus glabratus</i>	Sierra Huérfana o de Mazatán	Sierra Huérfana o de Mazatán	Ures
		2	-110.205060	29.092310	<i>Euwallacea</i> sp.	Sierra Huérfana o de Mazatán	Sierra Huérfana o de Mazatán	Ures
	2	3	-110.343530	29.300210	<i>Xyleborus glabratus</i>	Predio La Raja	Predio La Raja	Ures
		4	-110.342220	29.299600	<i>Euwallacea</i> sp.	Predio La Raja	Predio La Raja	Ures
	3	5	-110.924130	29.076130	<i>Euwallacea</i> sp.	Vivero Forestal Hermosillo	Hermosillo	Hermosillo
2017	4	1	-110.92419	29.07614	<i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i>	Vivero Forestal Hermosillo	Hermosillo	Hermosillo
	5	2	-112.0226	28.85985	<i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i>	Centro de Estudios Culturales y Ecológicos de Prescott College	Bahía de Kino	Hermosillo
	6	3	-112.15684	29.01526	<i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i>	Comunidad Seri (Grupo de conservación)	Punta Chueca	Hermosillo
	7	4	-112.62437	29.86689	<i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i>	Termoeléctrica de la CFE en Puerto Libertad	Puerto Libertad	Pitiquito

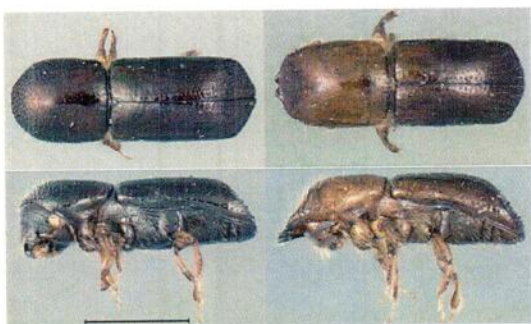


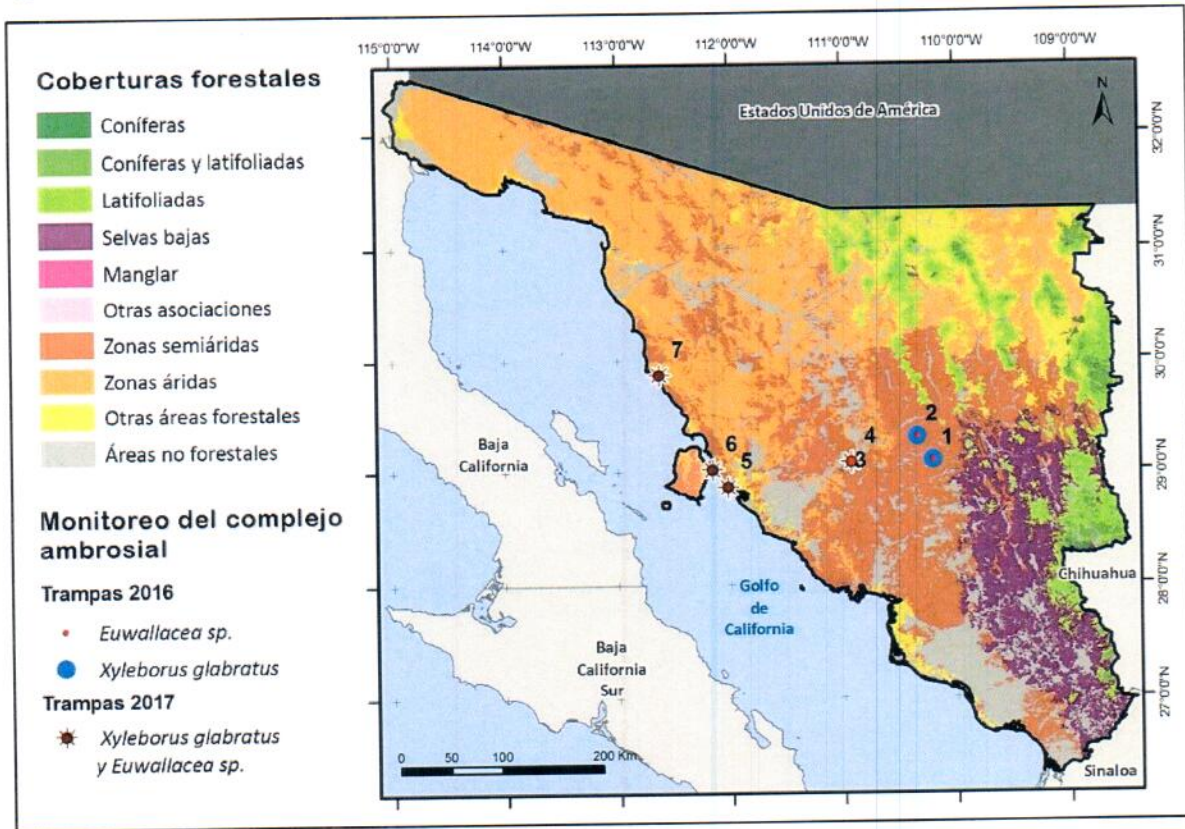
Figura 5. *X. glabratus* Vista dorsal y lateral. Izquierda-Hembra y Derecha-Macho.



Figura 6. *Euwallacea* sp. Vista dorsal y lateral. Izquierda-Hembra y Derecha-Macho.

Durante el monitoreo del 2016 no se reportó algún sospechoso, en cambio para lo que va del 2017 se han reportado en 3 ocasiones sospechosos, los cuales se han colectado de la trampa ubicada en

la Comunidad Seri (sitio 6, ver Mapa 12). Los sospechosos fueron colectados y enviados al Laboratorio de Entomología y Acarología de Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria para su identificación, a la fecha no se han tenido resultados.



Mapa 12. Localización de los sitios donde se ha monitoreado el CEA

• **Otros agentes que dañan la vegetación endémica de Sonora**

Del 2012 a la fecha se han observado en las coberturas forestales áridas y semiáridas que las cactáceas están siendo afectadas (Figura 7) pero desafortunadamente no se ha identificado el agente causal aunque se tienen identificados los patógenos como hongos patógenos del genero *Fusarium* y *Phoma*, sin embargo se está monitoreando mediante la colocación de trampas en poblaciones de cactáceas afectadas con el objetivo de encontrar el causante.



Figura 7. Cactáceas dañadas por un agente

Otro agente que es importante el monitorear es el barrenador del género *Crioprosopus*, en los bosques de coníferas y latifoliadas de la Sierra Madre Oriental y manchones aislados en las sierras centrales del estado. En toda la zona costera y parte de la Sierra Madre Oriental de Sonora las palmas nativas, exóticas y cultivadas están siendo afectadas por el picudo rojo de las palmas (*Rhynchophorus ferrugineus*) y el ácaro rojo (*Raoiella indica*).

En Bahía de Kino, Isla Tiburón, Puerto Peñasco y cerca del estado de Baja California los manglares también están siendo afectados por muérdago y plantas epífitas, es importante el atender las áreas con este tipo de daños ya que estos ecosistemas tienen una cobertura reducida. Ambos agentes también están afectando las poblaciones de mezquite, principalmente las que se distribuyen en la región centro y noroeste.

Áreas de riesgo en el estado de Sonora

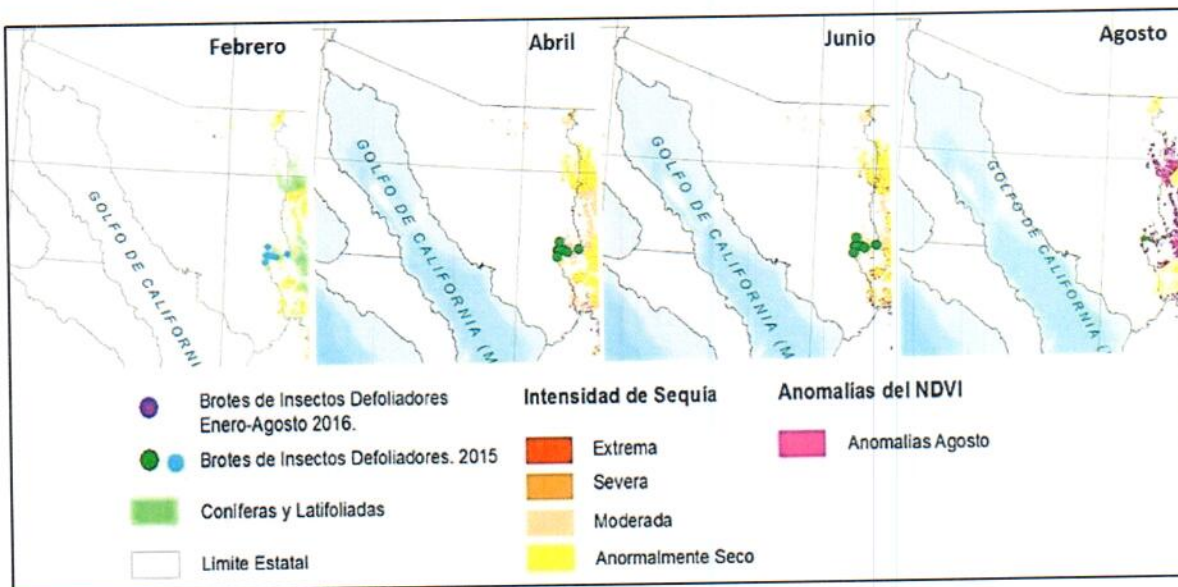
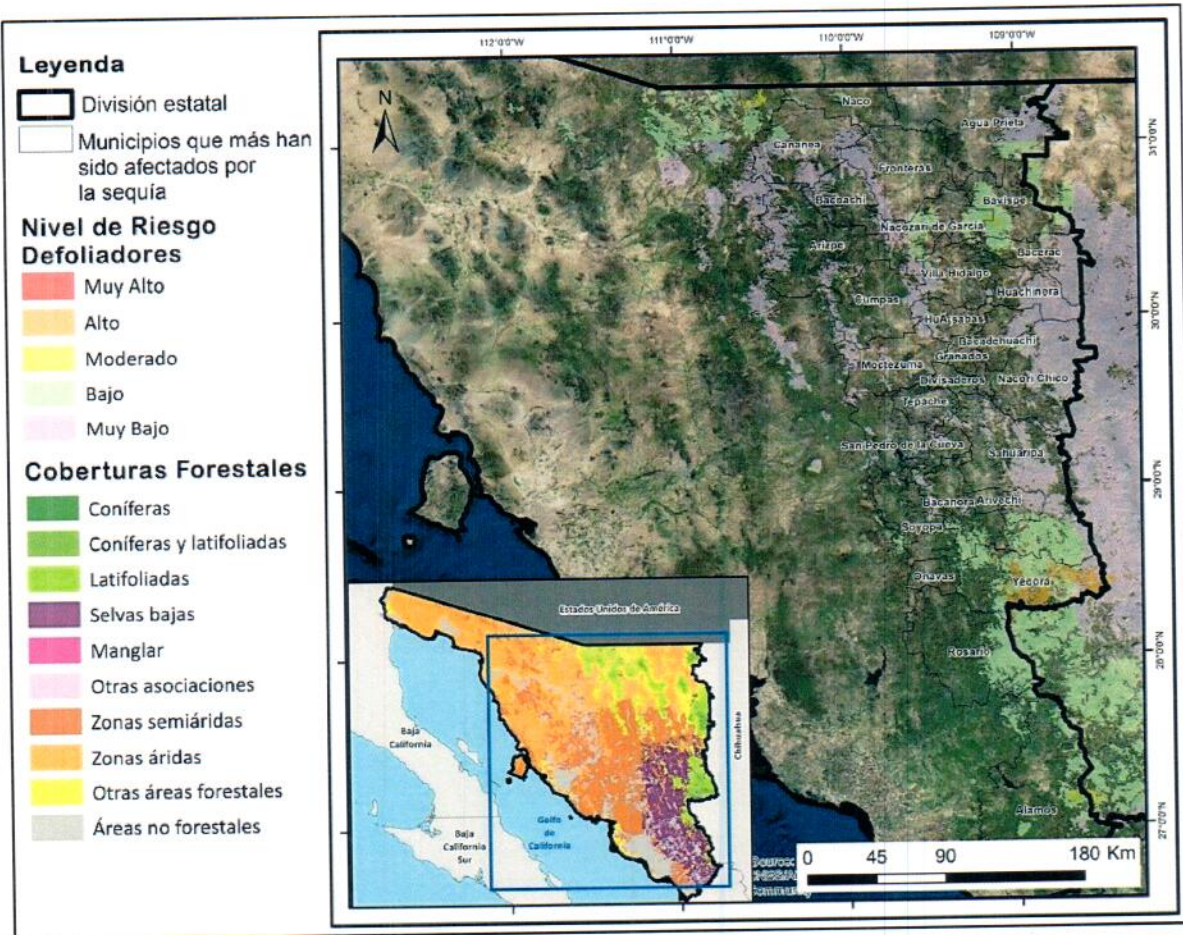
La Comisión Nacional Forestal se ha dado la tarea de elaborar mapas de "Alerta temprana y evaluación de riesgo para insectos defoliadores y descortezadores" tomando como referencia la información de Uso de Suelo y Vegetación serie V (INEGI, 2011), el Monitor de Sequía en México (SMN, 2017), los incendios forestales y el registro de las Notificaciones emitidas por SEMARNAT con respecto a las afectaciones y brotes activos para insectos defoliadores y descortezadores durante los años 2015 y los siguen generando a la fecha.

Cada mes se elabora un mapas de alerta temprana, en el cual se identifican las áreas que por sus condiciones físico-ambientales y tipo de vegetación tienen un cierto riesgo de ser afectados; en algunos de los informes que se emiten se incluyen también las áreas con anomalías del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) para ubicar los lugares donde la vegetación presenta una calidad y/o desarrollo anormal. Es evidente que dichos mapas están elaborados con información confiable, por lo que es importante el atender las áreas que se consideran en alguna categoría de riesgo, priorizando rutas de monitoreo para diagnosticar y tratar esas áreas que muy probablemente se encuentran afectadas.

- **Defoliadores**

En Sonora la región noreste y este presenta un grado de riesgo bajo y muy bajo, en el Mapa 13 se puede observar que existen pequeños áreas con riesgo moderado en lugares específicos en los municipios de Nogales, Santa Cruz, Nacozari de García, Bavispe, Bacerac y Álamos; mientras que en regiones de Yécora se le ha considerado para marzo del 2016 como un área de alto riesgo.

Al revisar las áreas con anomalías del NDVI reportadas en los informes de Alerta temprana y evaluación de riesgo se encontró que en agosto del año pasado, algunos de los bosques del municipio de Bacerac, Huachinera y Nácori Chico, reportan regiones donde la vegetación refleja un estado anormal en su composición (Figura 8). Sería importante el recorrer estas áreas para identificar la razón por la cual el NDVI es diferente al comportamiento normal.



- **Descortezadores**

Cómo se mencionó en el apartado “Principales agentes que afectan las coberturas forestales, así como acciones realizadas” se han emitido escasas notificaciones para la entidad, lo cual se corroboró al revisar los informes de Alerta temprana y evaluación de riesgo para descortezador del 2016, sin embargo existe un riesgo de presencia ya que Chihuahua si ha reportado áreas afectadas por este agente (Figura 9), he aquí la importancia de monitorear las áreas que se han considerado en alguna categoría de riesgo.

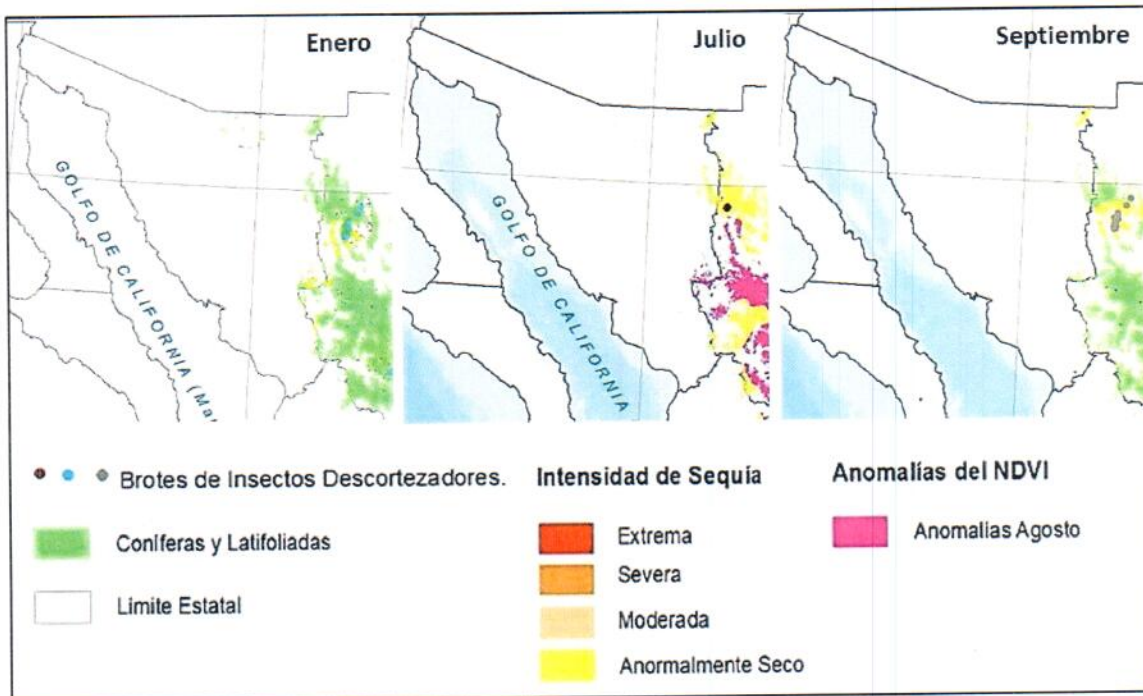
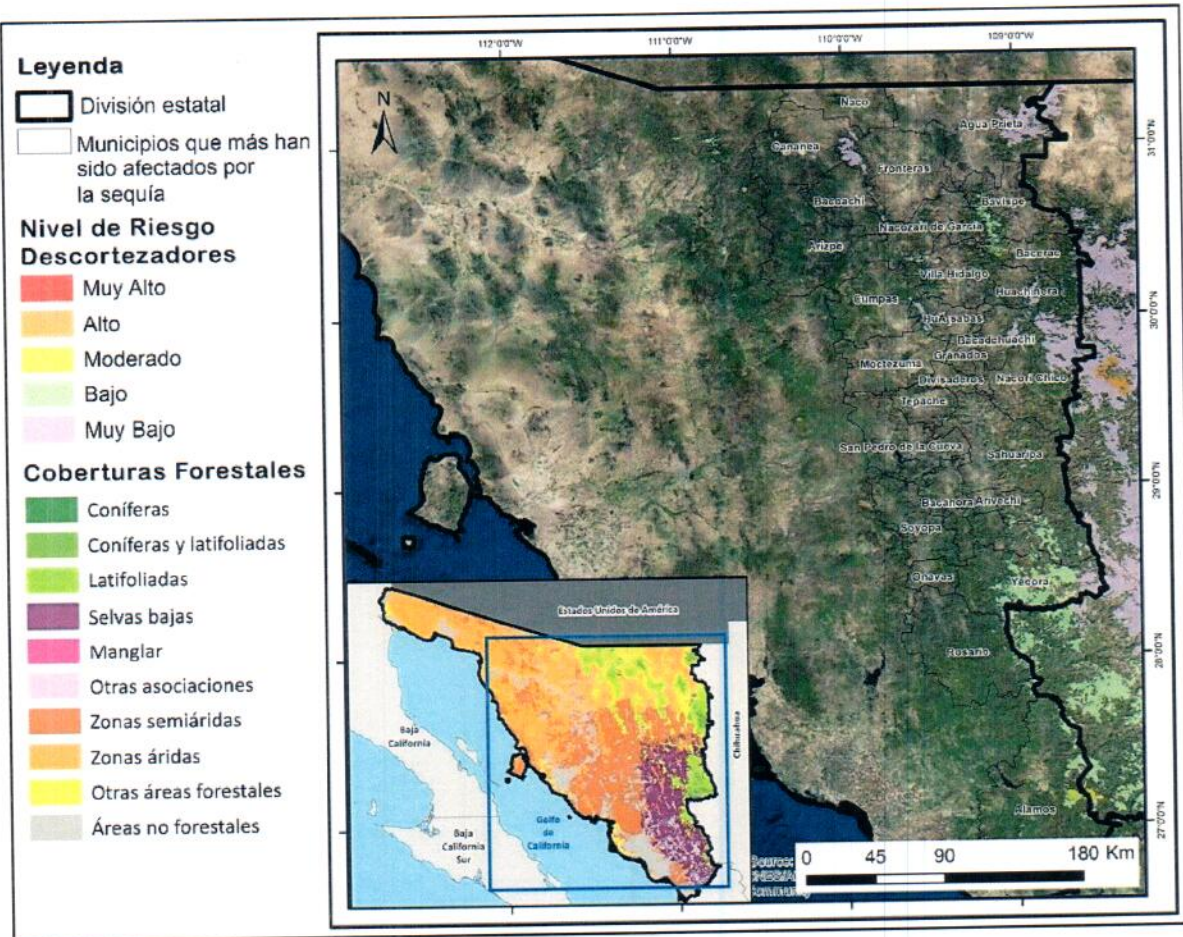


Figura 9. Alerta temprana y riesgo para descortezadores en el 2016

Al parecer en los municipios de Agua Prieta, Fronteras, Cananea, Bacerac, Huachinera, Bacadahuachi, Huásabas, Nácori Chico y Yécora tienen áreas específicas con riesgo muy bajo para la presencia de descortezadores, aunque Yécora en su mayoría de bosques presenta también un riesgo alto (Mapa 14).



Mapa 14. Áreas de alerta temprana y evaluación de riesgo para insectos defoliadores

Propuestas Concretas

- Continuar con las aplicaciones aéreas de productos biológicos en las áreas afectadas por el defoliador *Zadiprion falsus* para reducir la población a niveles más aceptables.
- Continuar y extender los mapeos aéreos a otras áreas de interés forestal en el estado, haciendo énfasis en las áreas boscosas del estado.
- Como parte del Sistema de Aviso y Alerta Temprana, establecer una Red de Monitoreo Permanente en el estado para evaluar la sanidad fitosanitaria en los diferentes ecosistemas de la entidad y así poder establecer métodos de control y manejo de la vegetación forestal con problemas fitosanitarios. Esta Red requiere de un programa de difusión por todo el Estado a los poseedores o dueños de los terrenos forestales o preferentemente forestales sobre los apoyos y labores que realiza la CONAFOR en el área de Sanidad Forestal. La difusión podría ser a través de las Asociaciones Ganaderas Locales en los 72 municipios y las UMAFORES, y que a su vez, en los Ayuntamientos se tenga un responsable que reciba los avisos y nos los haga llegar en tiempo y forma para que personal de la CONAFOR visite y evalúe el problema.
- Realizar recorridos terrestres en áreas donde se han detectado arbolado dañado resultado de los mapeos aéreos, sobre todo en la Sierra del Tigre.

- En conjunto con la CONANP, realizar diagnósticos fitosanitarios en las Áreas Naturales Protegidas del Estado. Se puede capacitar personal de la CONANP con respecto a las plagas y enfermedades que se presenten en los ecosistemas de las ANP's que administran. Además de incluir el monitoreo en cactáceas para identificar los agentes que en los últimos años han afectado las poblaciones de estas especies.
- Continuar con las sesiones del Comité Estatal de Sanidad en Sonora y determinar prioridades de problemas a atender en el estado.
- Incrementar las acciones de prevención y control en zonas críticas o de alto riesgo.
- En coordinación con las áreas de incendios establecer un programa de quemas controladas para la reducción de pupas en áreas afectadas por insectos defoliadores del genero *Zadiprion falsus*.

Monitoreos y diagnósticos necesarios

- Monitoreo de escarabajos descortezadores: En coordinación con la CONAFOR de Chihuahua, replicar y establecer el monitoreo mediante el uso de atrayentes y feromonas con trampas multiembudo para determinar que especies de descortezadores tenemos en Sonora. Hasta la fecha no se ha realizado ningún monitoreo, las áreas propuestas son la región de Yécora, Mesa de Tres Ríos, Sierra Los Ajos, Región de Álamos y Puerto San Luís.
- Diagnóstico fitosanitario de poblaciones de cactáceas y manglares para determinar los agentes causales de muerte, a lo largo de los ecosistemas áridos, semiáridos y costeros.
- Monitoreo de moscas sierras en bosque de coníferas: Se continuará con el monitoreo mensual de pupas en el suelo para determinar grados de parasitismo y desarrollo y establecer la necesidad de tratamientos fitosanitarios mediante aplicaciones aéreas y/o quemas controladas.
- Diagnóstico de la Palomilla del Nopal: Establecer red de monitoreo en poblaciones naturales de nopales para *Cactoblastis cactorum*.
- Monitoreo de barrenadores en los encinos: En coordinación con la CONAFOR de Chihuahua, replicar y establecer el monitoreo mediante el método de trampas de malla mosquitera. Hasta la fecha no se ha realizado ningún monitoreo para esta plaga en Sonora. Las áreas propuestas son la región de Yécora y Mesa de Tres Ríos, Sierra Los Ajos y Puerto San Luís.
- Monitoreo del Acaro rojo de las palmas en poblaciones de palma costera, con énfasis en los municipios de Huatabampo y Benito Juárez.
- Diagnósticos de poblaciones de palo fierro para determinar las causas de muerte, ya que se han reportado algunas afectaciones en el municipio de La Colorada.
- Diagnóstico de mortandad de arbolado forestal urbano en Cocorit, Sonora.
- Monitoreo del Complejo de Escarabajos Ambrosiales: En coordinación con SENASICA, la Reserva de la Biosfera del Pinacate y Gran Desierto de Altar y de la UMAFOR Unión de Conservadores de la Biodiversidad A.C. en Sonoyta, Sonora. INIFAP Moctezuma, INIFAP Sahuaripa y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora (CESAVESON) en costas de Sonora Caborca.

Plan de trabajo

Considerando las propuestas y los monitoreos necesarios antes planteados se propone el siguiente plan de trabajo, el cual puede ser modificado y/o mejorado, dependiendo de las reuniones con el Comité y los resultados obtenidos en las actividades a realizar.

Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Reuniones con Comité Estatal de Sanidad en Sonora												
Difusión de los apoyos de sanidad												
Recepción de solicitudes para tratamientos fitosanitarios												
Gestión de notificaciones de saneamiento												
Recorridos terrestres en áreas afectadas en los mapeos aéreos												
Capacitar personal de ANPs y realizar diagnósticos fitosanitarios												
Aplicación de tratamientos aéreos entomopatógenos para disminuir las poblaciones de <i>Zadiprion falsus</i>												
Realizar quemas controladas para disminuir población de <i>Zadiprion falsus</i>												
Monitoreo de <i>Zadiprion falsus</i>												
Monitoreo del Complejo de escarabajos ambrosiales				Una vez a la semana								
Diagnóstico fitosanitario de poblaciones de cactáceas y manglares												
Diagnóstico de palomilla del nopal												
Monitoreo de barrenadores en los encinos												
Monitoreo de ácaro rojo de las palmas												
Diagnóstico de poblaciones de palo fierro												
Diagnóstico de mortandad de arbolado forestal urbano en Cocorit												
Mapeos aéreos para descortezadores												

Necesidades operativas

El plan de trabajo se diseñó en función de contar con las necesidades operativas que a continuación se enlistan, para cumplir satisfactoriamente con lo planeado:

- Se requiere de elevar a Jefatura el área de sanidad de la Gerencia Estatal Sonora.
- Se requiere de un área con equipo de laboratorio para el manejo e identificación de muestras biológicas.
- Se requiere de tres personas (una de oficina y dos de campo) para operar el programa y que tengan capacitación constante.

- Se requiere de dos vehículos equipados todo terreno, dos cuatrimotos, dos cámaras fotográficas, dos GPS, dos binoculares y dos equipos de disección y colecta de organismos.

Una de las grandes limitantes que se han tenido en años anteriores es la falta de recurso económico.

Bibliografía

CONAFOR, 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos Sonora 2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal. 212 pp.

CONAFOR, 2016. Informes de alerta temprana y evaluación de riesgo para insectos defoliadores de enero a febrero del 2016. Comisión Nacional Forestal.

Esparza, M., 2014. La sequía y la escasez de agua en México: situación actual y perspectivas futuras. Secuencia. Revista de historia y ciencias sociales, núm. 89, pp. 193-219. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319131309008>.

Moore B. y Allard G., 2008. Los impactos del cambio climático en la sanidad forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Departamento Forestal, Documentos de trabajo sobre sanidad y bioseguridad forestal. Roma, Italia. 42 pp.

INEGI, 2011 Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000 serie V. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, 2016. Anuario Estadístico y Geográfico de Sonora 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 681 p.

Mortsch L.D., 2006. Impact of climate change on agriculture, forestry and wetlands. In Bhatti, J., Lal, R., Apps, M. y Price, M., eds. Climate change and managed ecosystems, pp. 45-67. Taylor and Francis, CRC Press, Boca Raton, FL, US.

Salinas Zavala, C. A. *et al.*, "La aridez en el noreste de México: un análisis de su variabilidad espacial y temporal", *Atmósfera*, vol. 11, núm. 1, 1998, pp. 29-44.

SMN, 2017. Monitor de sequía en México. Sistema Meteorológico Nacional. Consultado en: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>.

Verbist, Koen *et al.*, 2010. Proyecto elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas de América Latina y el Caribe, Montevideo.