



Plan de Restauración de la Reserva Ecológica Semiárida del Instituto Tecnológico de Delicias en Chihuahua

María Teresa Gutiérrez Escajeda^{1*}, Manuel Armando Chavira Martínez², José Socorro Morales Aguilar³, Héctor Uriel Martínez Ozaeta⁴, Silvia Paulina Aguirre Cruz⁵

¹⁻⁵Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, campus Tecnológico de Delicias

RESUMEN: Las acciones de Conservación de los ecosistemas nativos deben integrar planes de restauración cuando éstos presentan deterioro natural o antropógeno. El Instituto Tecnológico de Delicias cuenta con una Reserva ecológica semiárida, cuyas especies presentan un deterioro significativo, causado por diversas razones: períodos anormalmente secos, enfermedades y por infestación de algunos insectos. En el presente estudio se describe el seguimiento de la primera parte del plan de restauración que consiste en el trasplante de diversas especies del género *Cylindropuntia* y *Opuntia*. Se trasplantaron más de cien de estas cactáceas en diversos puntos de la Reserva, para mitigar las más de 200 que se han perdido por el disturbio antes descrito. El monitoreo presenta evidencia del avance de los trasplantes, mediante la medición de diversas características cualitativas y cuantitativas, analizadas estadísticamente.

PALABRAS CLAVE: Restauración ecológica, Reserva nativa, Ecosistema semiárido, Monitoreo

Received 20 Dec., 2022; Revised 01 Jan., 2023; Accepted 02 Jan., 2023 © The author(s) 2023.

Published with open access at www.questjournals.org

I. INTRODUCCIÓN

El nivel de pérdida de flora nacional ha sido uno de los nuevos temas de interés en la comunidad socio-ambiental que ha buscado soluciones para devolver esos ecosistemas naturales a su más próxima reestructuración o ambiente original. Sin embargo, la restauración ecológica es aún incipiente en México, como un tema multidisciplinario que implica la generación de teoría y práctica [1]; y, aún más, al tratarse de ecosistemas áridos y semiáridos. Es decir, no existe un monitoreo significativo en proyectos de restauración ecológica en climas semiáridos, en contraste con las reservas de humedales o climas tropicales, donde se enfoca la mayor parte de los estudios.

A diferencia de ecosistemas más comunes en cuanto a planes de conservación como lo son las selvas o bosques, los ecosistemas semiáridos y desérticos no tienen la misma importancia debido a múltiples argumentos como el hecho de ser especies que no requieren demasiada agua por sus características naturales implícitas [2], sin prever aquellas plagas y enfermedades por las que pueden ser atacados.

La ejecución de cualquier iniciativa de restauración, independientemente de la escala espacial, requiere de una planificación cuidadosa. La orientación internacional disponible sobre la planificación de las acciones de restauración se integra en la Sección ocho de la Cartilla de la Sociedad de Restauración Ecológica [3], la Sección tres de los Principios y Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica [4] y [5]; y la "Guía del Profesional" de la Unión Internacional de Investigación Forestal [6].

Considerando la nula información acerca de la conservación, restauración y monitoreo de este tipo de ecosistema semiárido y flora perteneciente, en el presente estudio se describe los resultados cuantitativos del monitoreo y seguimiento descriptivo de las especies que forman parte de la Reserva Ecológica Semiárida del Instituto Tecnológico de Delicias (RESITD), lo cual se llevó a cabo por medio de constantes recorridos a campo de manera periódica (semanal), utilizando instrumentos de medición así como de recolección de datos (tablas, notas, fotos), y finalmente una adjunción de información en forma de gráficas que representen de forma clara y entendible la evolución a través del tiempo en la reserva.

Objetivo del estudio

Realizar un monitoreo sistemático descriptivo de las especies de cactáceas que se han trasplantado en la RESITD, con la finalidad de identificar la eficiencia de las actividades de restauración de especies de cactáceas que se han llevado a cabo.

II. METODOLOGÍA

La metodología utilizada parte de la necesidad de realizar un seguimiento mediante actividades para la restauración de la Reserva Semiárida del ITD (Figura 1). Una serie de pasos que permitirán el conocimiento previo necesario para el correcto monitoreo y conservación del lugar en estudio.

Ubicación en campo de las plantas a monitorear

La vegetación del área está dominada por especies de matorral desértico rosetófilo [7] que, de hecho, es uno de los más abundantes en las zonas semiáridas del norte de México [8]. Las que fueron identificadas dentro de esta reserva son gobernadora (*Larrea tridentata*), mezquite (*Prosopis spp.*), cardenche (*Cylindropuntia imbricata*), palmilla (*Yucca rígida* y *Yucca thompsoniana*), nopal (*Opuntia*, diversas especies), sangregada (*Jatropha dioica*), entre otras. Sin embargo, es importante hacer énfasis en las dos especies de cardenches: *Cylindropuntia imbricata* y *Cylindropuntia spinoisor* (Figura 2) y en las dos especies de los nopales: *Opuntia engelmannii* y *Opuntia macrocentra*, como especies prioritarias dentro de la reserva para su conservación y monitoreo.

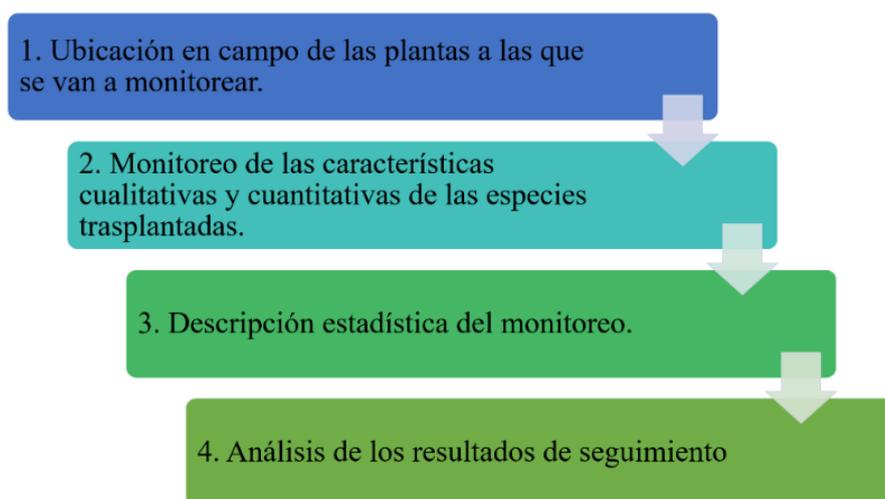


Figura 1. Metodología para la Restauración y Monitoreo de la Reserva Semiárida del ITD.

La especie *Cylindropuntia imbricata* se localiza en su gran mayoría en el Sur del Estado de Chihuahua, es un arbusto suculento, a veces arborescente, de hasta 3 m de altura, aunque no suele sobrepasar de 1.20, a menudo con un corto tronco bien diferenciado. Profusamente ramificado, con las ramas o palas cilíndricas, provistas de costillas longitudinales prominentes muy características, de color verde grisáceo, de 8-25 x 1.5-4 cm. Florece de mayo a julio [9]. A diferencia de éste, el *Cylindropuntia spinoisor* se caracteriza por tener un tallo de color verde, ramificado y espinoso de 6 a 18 espinas grises por aréola, con sus ramas laterales madre más horizontal que vertical. Estos florecen a fines de la primavera y principios de verano y sus flores se caracterizan por ser de 3 pulgadas (7.6 cm) de ancho y tener un color rosa brillante de color magenta-púrpura (a veces verde) filamentos de las anteras y un estilo blanco, rosa o magenta [10].

Por otro lado, el *Opuntia engelmannii* es un arbusto suculento con abundantes ramificaciones de ascendentes a abiertas, formando densas matas de hasta 3.5 m de altura, raramente con tronco diferenciado. Segmentos caulinares o palas de ovados a orbiculares, ocasionalmente alargados, de color verde o ligeramente glauco, de 15-30 x 12-20 cm y hasta 2 cm de grosor. Frutos de ovados a obovoides, de color rojo o púrpura en la madurez, jugosos, gruesamente rugosos, de 3-7 cm de longitud y de 2-4 cm de diámetro. Florece de mayo a julio. Aunado a esto, la especie *Opuntia macrocentra* alcanza una altura entre 60 y 90 cm y crece de forma tupida. Las palas son más o menos alargadas, las espinas son largas, de color blanco generalmente, y surgen de la pala de una en una o dos como mucho. Puede haber zonas en algunas hojas que no presenten espinas (Sanz et al., 2004).



Figura 2. Especies de cardenches: *Cylindropuntia spinoisor* y *Cylindropuntia imbricata*.

La delimitación del área de estudio se encuentra definida en zonas, las que cuentan con mayor variedad y avance de restauración son la zona A y B; a su vez, se seccionan por dos lugares en los que se encuentran ubicadas las especies ya mencionadas que son el vivero in situ y el almácigo. Por vivero in situ se refiere, a todo aquel espacio no modificado en el que la especie desarrolla su ciclo de vida normal por pertenecer a ese ecosistema. Por ejemplo, el total de los nopales eran pertenecientes a ese estado in situ teniéndose como referencia cuatro años de su estadía sin algún cuidado o monitoreo y, además, de las especies observadas el 70% de ellas pertenecientes al nopal violáceo (*Opuntia macrocentra*) y un 30% al nopal cuijo (*Opuntia engelmannii*), en cuanto a las especies de cardenches, encontrándose estos casi en la misma proporción.

Por otro lado, el almácigo, son los lugares previamente preparados para la trasplantación de los nopales o cardenches (Figura 3), siendo una mejor opción para la distribución y llegada de hidratación hacia las especies trasplantadas.

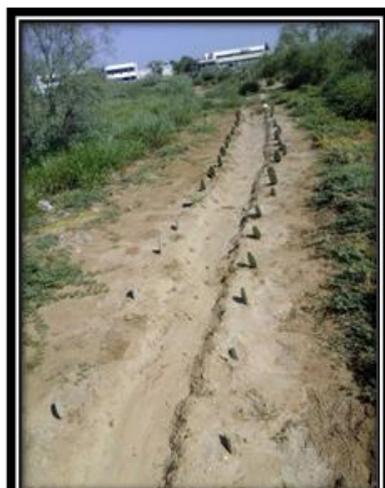


Figura 3. Almácigo de nopales, para trasplantes.

Monitoreo de las características cualitativas y cuantitativas de las especies en estudio

Una vez definidas las especies a monitorear y la manera en la que estaban distribuidas, se definieron las características de interés a observar que son las siguientes:

- Altura.
- Tamaño de espinas
- Plagas y Enfermedades (termitas, plaga cochinilla grana, hongo negro, entre otras).
- Número de pencas.

III. DESARROLLO Y RESULTADOS

Una vez establecidos los parámetros a medir, se realizó un seguimiento semanal mediante un sistema de tabulación beta que permitía el ingreso de información del número de individuos, enfermedad, tamaño y

observaciones en las que se indicará la altura o algún desorden que presentará. Esto permitió, mantener un avance ordenado y secuencial para facilitar el conocimiento de los lugares o individuos que debían de ser atendidos de manera inmediata e incluso, rescatar parte de ellos para su trasplante hacia los almácigos.

Finalmente, después de cinco semanas de monitoreo de cada una de las características de interés medidas, mediante aplicación de medidas de tendencia central como el promedio y la moda, fue posible el conocimiento del comportamiento de la altura de las especies en cuestión y así mismo, de las especies que se encontraban enfermas o en su defecto, sanas.

Mediante el monitoreo en la zona A en cuanto a las dos especies de nopales, fue realmente notable el progreso de crecimiento de los individuos gracias a la observación y trasplantado realizado en el transcurso de las semanas (Figura 4), partiendo de una media inicial de 19.425 cm a una media final de 21.1cm, además, una moda de 20 cm a lo largo de la observación. Aunado a esto, mediante la recopilación de datos, se percataron de las enfermedades comunes frecuentes en la reserva (Figura 5), pudiendo afirmar que la que más atacó en el lapso de tiempo fue la Cochinilla Grana.

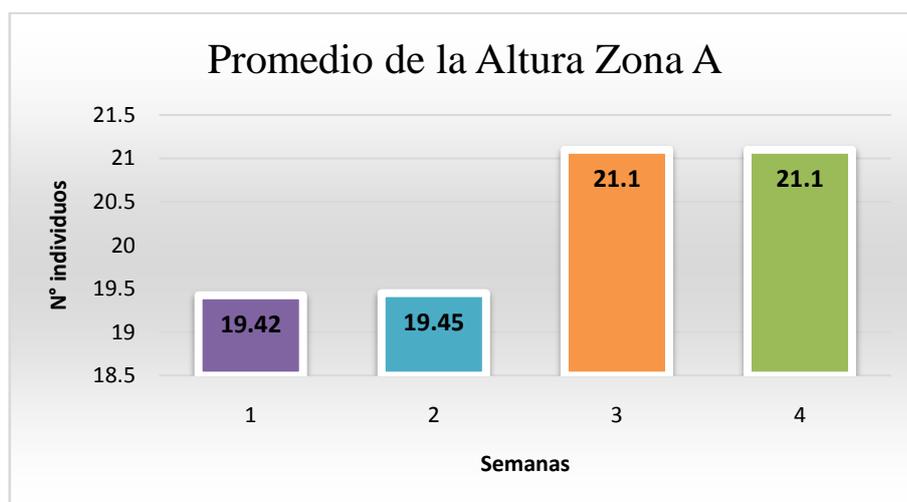


Figura 4. Altura promedio de los nopales trasplantados en la zona A.

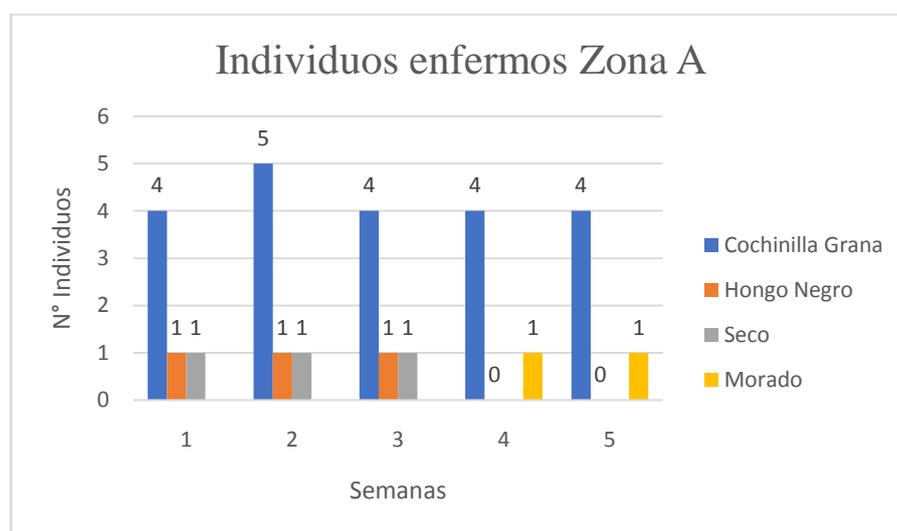


Figura 5. Individuos enfermos en la zona A.

En cuanto la zona B, fue realmente notable el progreso de crecimiento de los individuos gracias a la observación y trasplantado realizado en el transcurso de las semanas (Figura 6), que en comparación a la zona A, fue una variación más desproporcional en cada semana, partiendo de una media inicial de 11.65 cm a una media final de 13.09cm, además, una moda realmente variante esto ocasionado por la trasplantación de sus individuos con tamaños no estandarizados. Aunado a esto, mediante la recopilación de datos, se percataron de las enfermedades comunes frecuentes en la reserva (Figura 7), pudiendo afirmar que la que más atacó en el lapso de tiempo en esta zona fue el Hongo Negro.

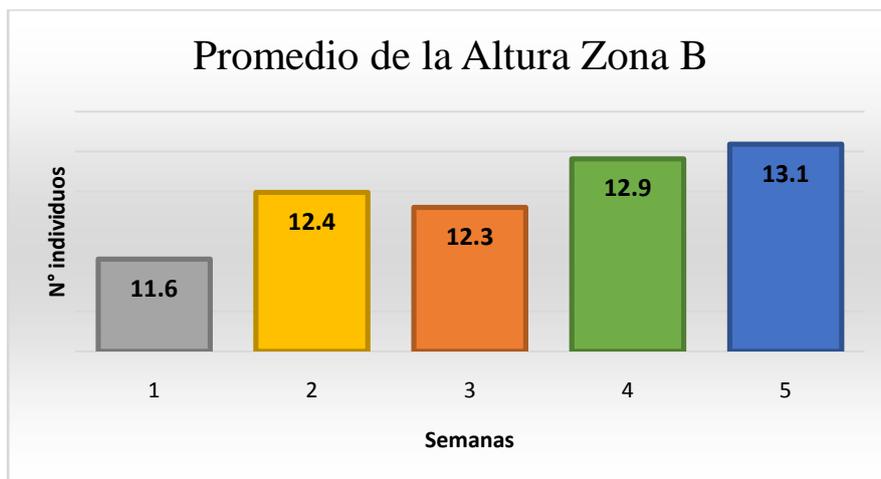


Figura 6. Altura promedio de los nopales trasplantados en la zona B.

Finalmente, con respecto a las zonas en las que se encontraban las especies de nopales, fue importante realizar el contraste de individuos enfermos entre ambas zonas, pudiendo observar que la Zona B, tuvo un mayor número de individuos desde la semana 1, esto, pudiendo ser consecuencia de trasplantes recién originados en la zona.

Las dos especies de cardenches fueron monitoreadas en el mismo lapso de tiempo, lo que permitió obtener una media inicial de 42.1 cm y culminar con una media de 42.8 cm (Figura 8), con movimientos irregulares durante la observación, junto a, una moda ligeramente drástica entre las primeras semanas y las últimas. A diferencia de los nopales, no se presentó alguna enfermedad como tal, sino que las especies pasaron a estar secos.

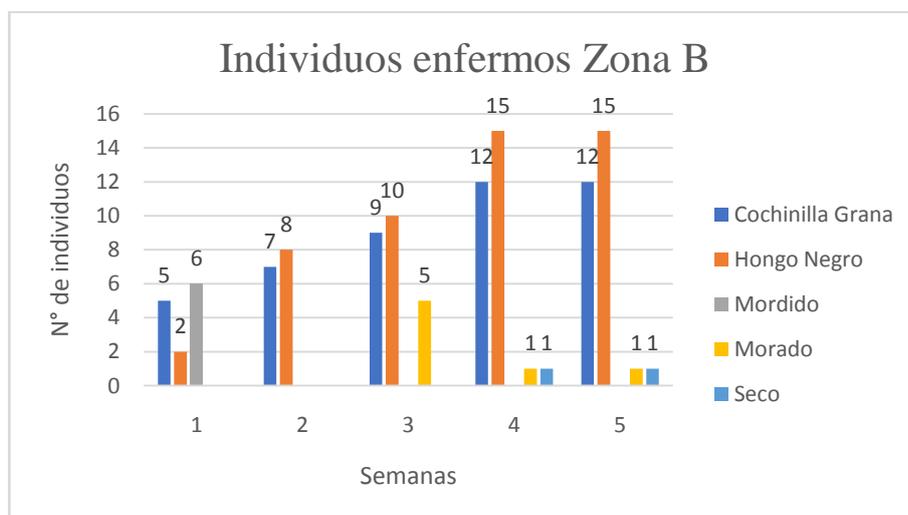


Figura 7. Individuos enfermos en la zona B.

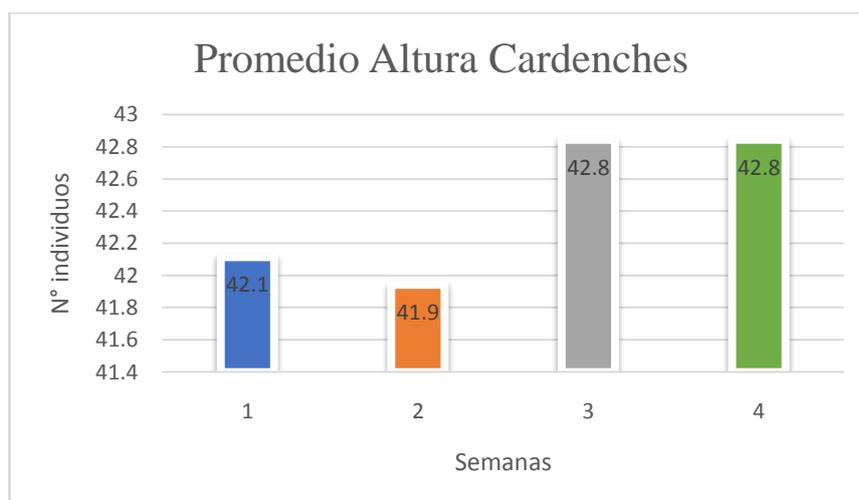


Figura 8. Altura media de los cardenches.

En cinco semanas de recolección de datos, se obtuvieron atributos de importante observación como lo fueron el avance y/o retroceso de diferentes enfermedades que afectan a la flora nativa, así como su desarrollo y crecimiento, pérdidas, medio ambiente, cuidados, etc.

En base a los datos recopilados en el periodo de junio-diciembre de la reserva del ITD, se obtuvo los resultados que se presenta a continuación:

Nopales del vivero:

- Crecimiento de 19 pencas nuevas.
- 6 de 21 individuos enfermos en fase decolorativa.
- Reducción del hongo negro, siendo exterminado al 100%.
- Crecimiento promedio de 2.2cm en 5 semanas, con una media inicial de 18.9cm y una final de 21.1cm

La cochinilla grana suele ser la que tiene mayor proporción de afección en esta área, pero no se logra propagar debido a la distancia entre espécimen y espécimen.

Hay especies que crecen de manera horizontal, por lo que va reduciéndose su altura media individual en condición vertical, hasta que estos nuevos brotes crezcan más y generen nuevos.

Nopales del Almacigo:

- 1 pencas nueva de 4cm en el lugar donde ya había una mayor, pero se perdió por enfermedad.
- 29 de 45 individuos enfermos y en fase decolorativa.
- El hongo negro fue la enfermedad que más se esparció, con un índice de propagación del 52% dentro de los nopales enfermos.
- Crecimiento promedio de 2.27cm en 6 meses, con una media inicial de 11.66cm y una final de 13.093cm
- Pérdida de 2 pencas de un total de 45

El hongo negro es el principal factor biótico que afecta al almacigo, debido a la cercanía con los otros nopales y la reciente trasplatación, a diferencia a los de la primera etapa.

Cardenches:

El 25 de septiembre se contaron alrededor de 61 islas de cardenches y se contaron 151 cardenches dentro de ella, de las cuales, 49 de las islas pertenecientes al tipo imbricata y 12 de ellas spinoisor, se encontraron 11 islas con al menos un cardenche seco o en mal estado.

La semana 4 fue relevante para los resultados ya que a partir de aquí se comenzaron a tomar más datos y la medición del tamaño de cada cardenche, arrojando como datos aun 151 cardenches en las 61 islas, de los cuales, 21 de ellos se encontraban secos y la altura media de todos los cardenches fue de 42.11.

La última semana aún se encontraban los 150 cardenches dentro de las 61 islas numeradas, dentro de 42 islas se encontraron cardenches secos y una altura promedio de 42.84 cm.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con el monitoreo, se puede observar una diferencia en la cantidad de enfermedades desarrolladas en las dos poblaciones de nopales tomadas en cuenta. La diferencia de estas poblaciones puede ser, en gran parte, a la manera en que están acomodadas las pencas de nopal y la manera en la que se les abastece agua. Esto es, al parecer los nopales del almacigo fueron afectadas por la manera en la que se les abastece agua, de forma tal que los nopales se encuentran dispuestos en zurcos y el agua se concentra en la base del mismo, aproximadamente a una distancia entre 8 y 15 cm de la penca; y, por lo tanto hay una posible expansión de enfermedades, por esto, es importante hacer hincapié en dar un especial seguimiento para tratar las especies dañadas por el hongo negro en almacigo en la próxima visita, ya que es muy probable que si se dejan mucho tiempo sin monitoreo y tratamiento, pueden llegar a perderse más especímenes sanos y por parte del vivero in situ hay más expectativa de que siga creciendo de forma saludable si se le da mantenimiento en contra de la cochinilla grana, debido a que se logró erradicar al hongo negro y recuperar algunos especímenes enfermos.

Por otro lado, se encuentran los cardenches que es otra de las especies más abundantes y características de la Reserva. En cuestión de cuatro semanas se observó un incremento de cardenches secos en un promedio de 4 por semanas, además, se percibió un gran aumento entre la semana 5 y 6 de monitoreo, donde de 26 casos pasaron a 42 dentro de las 62 islas con al menos una unidad seca, por lo que es importante contemplar la posibilidad de dividir por semanas.

REFERENCIAS

- [1]. Calva-Soto, K. & Pavón, N. P. (2018). La restauración ecológica en México: una disciplina emergente en un país deteriorado. *Madera y Bosques*, 24, e2411135. <http://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2411135>
- [2]. Navarro, J. A., Goberna, M., González, G., Castillo, V. M. & Verdú del Campo, M. (2017). Restauración ecológica en ambientes semiáridos. Gráficas Álamo SL. Madrid, España.
- [3]. SER [Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group]. (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration Internacional. Tucson, AZ, USA, www.ser.org (accessed April 28, 2019).
- [4]. McDonald, T., Gann, G., Jonson, J. & Dixon, K. (2016). International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C. <http://www.ser.org/?page=SERStandards> (accessed January 19, 2020).
- [5]. Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R. et al. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27: S1-S46. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13035> Gobierno de México. 2019
- [6]. Stanturf J, Mansourian S, Kleine M, eds. 2017. Implementing Forest Landscape Restoration, A Practitioner's Guide. Vienna, Austria: International Union of Forest Research Organizations, Special Programme on Development of Capacities (IUFRO-SPDC)
- [7]. Gutiérrez, M.T., Chavira M. A., Morales J. S. & Diaz, D.V. (2020). Conservación de la Reserva Ecológica del Instituto Tecnológico de Delicias: una oportunidad para el fortalecimiento del compromiso educativo socio-ambiental. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 12(2), 119-126
- [8]. Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M. A., Israel, Martínez-Ávalos, José Guadalupe, & González-Rodríguez, L. E. (2015). Composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo en dos tipos de suelo en el noreste de México. *Acta Botánica Mexicana*, (110), 105-117. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512015000100005R
- [9]. Sanz Elorza M., Dana Sánchez E.D. & Sobrino Vesperinas E., eds. (2004). Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, España.
- [10]. Montaña, N. M. & Monroy A. (2000). Conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas en México. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262686362_Conservacion_ecologica_de_suelos_en_zonas_aridas_y_semiaridas_en_Mexico