



Al servicio
de las personas
y las naciones



Establecimiento de planta forestal en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales

Ing. Salvador Martínez García

SEPTIEMBRE 2019



CONABIO



PRODUCTO 2 y 3.- Elaboración y entrega del informe final de la consultoría “Establecimiento de planta forestal en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales”.

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”

Resumen

Título: Establecimiento de planta forestal en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales.

Objetivo: Validar el “Manual de mejores prácticas para restauración de ecosistemas degradados, utilizando para la reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias”, a través de su implementación en campo para llevar a cabo el proceso de la restauración de tres áreas político en el país.

Autor: Salvador Martínez García.

Modo de citar el informe: PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Establecimiento de planta forestal en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales. Proyecto 00089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional EEI. Martínez, S. Zapopan, Jalisco, México. 71 pp. + 4 Anexo.

Área geográfica: Estado de México, Tabasco y Zacatecas. México.

Área objeto del informe: Unidad coordinadora del proyecto (UCP) y Gerencia de Sanidad Forestal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Fecha de inicio y terminación del proyecto en el que se enmarca el informe: junio a octubre de 2019.

Indicación sobre las metas y acciones estratégicas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras a las que atiende la consultoría: Fortalecimiento de capacidades manejo de Especies

Exóticas Invasoras. Salvaguardar la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas vulnerables mediante el desarrollo de las capacidades de prevenir, detectar, controlar y gestionar a las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en México.

RESUMEN

Con la finalidad de salvaguardar la biodiversidad en México así como validar el Manual de mejores prácticas para restauración de ecosistemas degradados, utilizando para la reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias, se implementó el establecimiento de tres parcelas demostrativas en los tres principales tipos de ecosistemas del país, para lo cual se eligió el municipio de Villanueva, Zacatecas (clima semiárido); Texcoco de Mora, Estado de México (clima templado frio) y Huimanguillo en el estado de Tabasco (clima tropical) Establecimiento de planta forestal en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales.

En estos módulos después de haberse realizado una serie de análisis relacionados con la caracterización en cada una de las zonas tales como, topografía, tipo de suelo, hidrología, clima, tipo de vegetación entre otros; se realizaron obras de conservación de suelos y filtración de agua, así como acciones de protección siendo estas brechas cortafuego y cercado, para finalmente concluir con la reforestación con especies nativas.

Con los resultados de esta consultoría se busca contar con elementos prácticos que conlleven a una mejor toma de decisiones por parte de actores clave en la restauración de ecosistemas degradados y con ello tener mayor éxito tanto en proyectos de índole particular como en programas gubernamentales.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	11
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	12
2.1.	Roturación o subsolado.....	13
2.1.1.	Parcela demostrativa establecida en un ecosistema semiárido	15
2.1.2.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío	18
2.1.3.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical	20
3.	MANTENIMIENTO DEL CERCADO	22
3.1.1.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema semiárido	23
3.1.2.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío	24
3.1.3.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical	25
4.	MANTENIMIENTO DE BRECHAS CORTAFUEGO.....	26
4.1.	Apertura de brechas cortafuego	26
4.2.	Rehabilitación de brechas corta fuego.....	26
4.2.1.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema semiárido	27
4.2.2.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío	29
4.2.3.	Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical	31
5.	PRODUCCIÓN DE PLANTA	33
5.1.	Producción de planta para la parcela de clima semiárido	37
5.2.	Producción de planta para la parcela de clima templado frío	39

5.3.	Producción de planta para la parcela de clima tropical.....	41
6.	TRASLADO Y ACOPIO DE PLANTA.....	43
6.1.	Traslado de planta.....	43
6.1.1.	Módulo de ecosistema semiárido	44
6.1.2.	Módulo de ecosistema templado frío	46
6.1.3.	Modulo del ecosistema tropical.....	47
6.2.	Acopio de la planta.....	49
7.	ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA FORESTAL EN LOS MÓDULOS DE RESTAURACIÓN ESTABLECIDOS EN 2018	51
7.1.	Técnica de plantación.....	53
7.1.1.	Parcela de ecosistema semiárido	53
7.1.2.	Parcela de ecosistema templado frío.....	55
7.1.3.	Parcela de ecosistema tropical.....	57
7.2.	Diseño y densidad de plantación	58
7.2.1.	Módulo templado-frío.....	58
7.2.2.	Módulo tropical.....	60
7.2.3.	Módulo semiárido	61
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
	ANEXOS	65
9.	Tabla de costos, módulo de ecosistema semiárido	65
10.	Tabla de costos, módulo de ecosistema templado frío	66
11.	Tabla de costos, módulo de ecosistema tropical	67

12.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PARCELAS DSEMOSTRATIVAS EN LOS TRES TIPOS DE ECOSISTEMAS	68
13.	LITERATURA CONSULTADA	69

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Subsoladoras acondicionada para realizar el ripeo en los tres diferentes tipos de ecosistema.	14
Imagen 2.	Instalación y calibración de la subsoladora en tractor agrícola, Municipio de Villanueva, Zacatecas.	16
Imagen 3.	Operación del tractor agrícola trabajando en actividades de subsolado. Municipio de Villanueva, Zacatecas.	16
Imagen 4.	Aspecto del antes y después de realizarse la rehabilitación del subsolado. Mpio. de Villanueva, Zacatecas.	17
Imagen 5.	Subsoladora ya instalada y operando con tractor agrícola. Municipio de Texcoco, Estado de México.	18
Imagen 6.	Aspecto general del predio, donde debido a las lluvias y crecimiento de pastos los trabajos de subsolado realizados en 2018 ya son poco visibles. Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México.	19
Imagen 7.	Tractor agrícola operando con la subsoladora, la roturación del suelo se hizo a una profundidad de 40 cm. Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México.	19
Imagen 8.	Actividades de subsolado con uso de tractor agrícola en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.	20
Imagen 9.	Aspecto del antes y después de haberse realizado la rehabilitación del subsolado.	21

Imagen 10. Ajuste de alambre recosido para fijar y tensar el alambre de púas (Izq.) realizado en 2018. Estado actual del cercado el cual no presentó daño alguno (Der.), municipio de Villanueva, Zacatecas.....	23
Imagen 11. Cercado establecido en 2018. Actualmente tanto los postes como el alambre de púas se encuentran íntegros y en buen estado. Municipio de Villanueva, Zacatecas.....	23
Imagen 12. Cercado establecido en 2018 y su rehabilitado en 2019. Municipio de Texcoco, Estado de México.....	24
Imagen 13. Cercado establecido en la parcela de ecosistema tropical en buen estado. Mpio. de Huimanguillo, Tabasco.....	25
Imagen 14. Rastra agrícola utilizada para rehabilitar la brecha cortafuego. Mpio. de Villanueva, Zacatecas.....	27
Imagen 15. Brecha cortafuego realizado en el año 2018 con maquinaria (tractor agrícola) y rehabilitada en 2019 utilizando el mismo equipo. Municipio de Villanueva, Zacatecas.....	28
Imagen 16. El trabajo se realizó en la época de lluvias, sin embargo estas fueron escasas y el suelo presentó poca humedad. Municipio de Villanueva, Zacatecas.....	28
Imagen 17. Rehabilitación de brechas cortafuego, municipio. de Texcoco, Estado de México.....	29
Imagen 18. Trabajos de rehabilitación de brechas utilizando mano de obra. Municipio de Texcoco, Estado de México.....	30
Imagen 19. Antes y después de la brecha cortafuego utilizando maquinaria en el módulo de ecosistema tropical. Municipio de Huimanguillo, Tabasco.....	32
Imagen 20. Rastra de 20 discos utilizada para la rehabilitación de brechas cortafuego. Huimanguillo, Tabasco.....	32
Imagen 21. Aplicación de riego pesado a planta de <i>Acacia farnesiana</i> antes de extraerse para su traslado, municipio de Juchipila, Zacatecas.....	38
Imagen 22. Planta de <i>Pinus cembroides</i> , municipio de Juchipila, Zacatecas	38

Imagen 23. <i>Pinus patula</i> , producido en sistema tradicional (bolsa). Municipio de Valle de Bravo, Estado de México.	40
Imagen 24 Planta de <i>Pinus pseudostrobus</i> en sistema tradicional (bolsa). Municipio de Valle de Bravo, Edo. de México.....	40
Imagen 25. Producción de planta de <i>Tabebuia rosea</i>	42
Imagen 26. Producción de planta de <i>Swietenia macrophylla</i>	42
Imagen 27. Empaquetado en plástico <i>vita film</i> de planta para facilitar su traslado a la parcela demostrativa.	45
Imagen 28 Carga de planta de <i>Pinus pseudostrobus</i> y <i>Pinus teocote</i> , debido a que el traslado de planta se hizo en días lluviosos, no fue necesario la aplicación de riego previo a la carga.	47
Imagen 29. Carga de planta a utilizar en la reforestación, Villahermosa, Tabasco.	48
Imagen 30. Acopio de planta en un sitio accesible y seguro bajo sombra. Parcela de ecosistema semiárido.....	50
Imagen 31. Descarga y acomodo de la planta para su posterior establecimiento. Parcela de ecosistema templado frío.	50
Imagen 32. Centro de acopio para las plantas a utilizar en la parcela demostrativa de ecosistema tropical.	50
Imagen 33. Apertura de cepa con pico así como la aplicación de hidrogel para el establecimiento de <i>Pinus cembroides</i> . Parcela demostrativa de ecosistema semiárido.....	54
Imagen 34. Fase final que consiste en el apisonamiento ligero alrededor de la planta. Parcela demostrativa de ecosistema semiárido.	55
Imagen 35. Plantación en parcela demostrativa de ecosistema templado frío- Sobre rípeo (Izq.) así como a un costado de zanja trinchera (Der.) Municipio de Texcoco, Estado de México.	56
Imagen 36. Apertura de cepa con pala así como la aplicación de hidrogel para el establecimiento de planta.	56

Imagen 37. Plantación en parcela demostrativa de clima tropical, en donde se utilizó el cava hoyos como herramienta para la apertura de cepa.	57
Imagen 38. Plantación de Tabebuia rosea en parcela demostrativa de clima tropical.	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de clima semiárido... 15	15
Ilustración 2. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de clima templado frío.	18
Ilustración 3. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de ecosistema tropical.	20
Ilustración 4. Identificación de la línea de brecha cortafuego en la parcela de clima semiárido, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.....	27
Ilustración 5. Ubicación de la brecha cortafuego de la parcela de clima templado frío, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.	29
Ilustración 6. Ubicación de la brecha cortafuego realizada en 2018 en la parcela de clima tropical, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.	31
Ilustración 7. Croquis de ubicación del vivero en el cual se produjo la planta para el módulo de ecosistema semiárido.....	44
Ilustración 8. Croquis de la ubicación del vivero hasta el módulo de ecosistema templado-frío. ...	46
Ilustración 9. Croquis de ubicación del vivero “Los pulmones de Camila”	48
Ilustración 10. La cadena de la reforestación.	52
Ilustración 11. Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala.....	53
Ilustración 12. Diseño de plantación a marco real de 3 m x 3 m.	58

Ilustración 13. Distribución de plantación en la parcela demostrativa de clima templado frío, con un acomodo a marco real a 3 x 3 m.	59
Ilustración 14. Diseño de plantación a marco real de 4 m x 4 m.	60
Ilustración 15. Ubicación de la plantación dentro de la parcela demostrativa de clima tropical, con un acomodo a marco real de 4 x 4m.	61
Ilustración 16. Diseño de plantación a tres bolillo de 4 m x 4 m.	61
Ilustración 17. Ubicación de la plantación en la parcela demostrativa de clima semiárido, con un acomodo a tres bolillo de 4 x 4 m.	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Roturación de suelo en las tres parcelas demostrativas	14
Tabla 2. Resumen del mantenimiento del cercado en las parcelas demostrativas	22
Tabla 3. Actividades de rehabilitación de brechas cortafuego en las parcelas demostrativas.....	26
Tabla 4. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad.....	34
Tabla 5. Listado de vivero que suministraron la planta a las parcelas demostrativas.....	36
Tabla 6. Planta producida en el vivero “Productores de Plantas Forestales y Otros” para el módulo de ecosistema de clima semiárido	37

1. INTRODUCCIÓN

Vanegas (2016) menciona la definición que dan los autores Meffé y Carroll (1994) sobre reforestación, los cuales indican que la restauración ecológica tiene como objetivo primordial la recuperación integral de un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, con el propósito de poderlos llevar a condiciones semejantes a las originales, sin excluir el hecho de que se trata de un sistema dinámico.

La restauración forestal se puede considerar como parte de la restauración ecológica, enfocada a la restauración del componente forestal de los ecosistemas. La restauración forestal es, sin duda, el tipo de restauración ecológica que más se ha realizado en el mundo y de la cual se han desprendido la mayoría de los conceptos y principios para efectuar la restauración ecológica de otros ecosistemas (Carreón, 2019).

Según el manual de Prácticas de reforestación de CONAFOR (2010), dependiendo del objetivo de la reforestación se pueden clasificar en:

- De conservación.
- Protección y restauración.
- Agroforestal.
- Productiva.

Para el proyecto que se está desarrollando, la reforestación que se contempla es la de protección y restauración con especies nativas, pues se considera que el propósito es proteger y contribuir a la estabilidad y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo.

Las actividades de reforestación son importantes en los ecosistemas forestales, debido a que contribuyen a restaurar hábitats deteriorados por causas diversas y a volver productivos los sitios donde se planta. Además, las plantas capturan bióxido de carbono y producen oxígeno, y en muchos casos se puede aprovechar con fines comerciales la materia prima que producen (Prieto, 2019).

Por lo anterior y con el objetivo de salvaguardar la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas mediante el desarrollo de las capacidades de prevenir, detectar, controlar y gestionar

a las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en México, y auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el año 2018 se establecieron tres módulos demostrativos en diferentes localidades: Texcoco de Mora, Estado de México (ecosistema templado); Huimanguillo, Tabasco (ecosistema tropical) y Villanueva, Zacatecas (ecosistema semiárido).

En ellos se efectuaron actividades de protección (cercado), obras de conservación de suelo y filtración de agua, acciones de preparación de terreno (subsoleo) y apertura de brechas cortafuego, asimismo se contrató la producción de planta para su establecimiento en una segunda etapa del proyecto. Con estas acciones se contará con los elementos técnicos y prácticos para validar la información contenida en el “Manual de mejores prácticas para restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación sólo especies nativas” (PNUD, 2018).

Bajo esta perspectiva, y como parte de una segunda fase, se llevaron a cabo actividades en cada uno de los módulos para rehabilitar las obras realizadas en el año 2018, desde la preparación del terreno hasta las actividades de protección tales como brechas cortafuego y el cercado llegando finalmente a la última fase que es la reforestación.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para esta actividad se consideran una serie de acciones las cuales permiten modificar la capa superficial del suelo, con la finalidad de mejorar las condiciones físicas, mantener o mejorar su productividad de tal forma que se vea favorecida la futura plantación en sus diferentes fases (establecimiento, sobrevivencia y desarrollo) (CONAF, 2013). Las obras destinadas a la protección, conservación y restauración de cuencas son prácticas mecánicas y/o manuales, donde se hace uso de materiales disponibles en el predio (rocas, vegetación y sus residuos); el objetivo principal de estas actividades es retener suelo y sedimentos, impedir la formación de cárcavas, atenuar laderas accidentadas, captar e infiltrar agua, reducir la velocidad de los escurrimientos, incrementar la humedad del suelo, mejorar la calidad del agua y reducir el impacto ambiental (Vanegas, 2016).

Existen diferentes formas de preparar el terreno donde se pretende establecer una plantación (reforestación), las cuales están en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos y económicos), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo (CONAFOR, 2010).

2.1. Roturación o subsolado

La roturación consiste en la fractura y fragmentación, en franjas de la capa compactada y endurecida que se encuentra en la parte superficial del suelo. Esta actividad se puede realizar con maquinaria especializada (ripper o bien tractores con implementos adecuados) y permite el desarrollo de la vegetación natural o establecimiento de plantaciones forestales. Por lo general se recomienda realizar en terrenos con suelos delgados o capas superficiales endurecidas con pendientes menores al 20%, en áreas desprovistas de vegetación, así como sobre suelos secos. La roturación de suelo está orientada a facilitar la plantación por lo que se considera que no es necesario trabajar el total de la superficie del terreno (CONAFOR, 2018).

Previo a la reforestación se realizarán actividades de subsolado en los tres módulos de restauración, se eligió este método debido a que ofrece múltiples ventajas sobre otros tipos de tratamiento. La principal ventaja de este tratamiento es que se rompen las capas compactadas de suelo y se “aflojan” diversas capas del mismo sin invertirlo, como ocurre en el caso de la utilización del arado; así no se lleva el subsuelo a la superficie y se deja a la vez la mayoría de los rastrojos sobre el suelo. En suelos bien drenados, la mayor profundización de raíces puede aumentar los rendimientos de producción, dependiendo del cultivo que se establezca, para el presente caso, mejor desarrollo radicular y por lo tanto un mejor desarrollo, especialmente en áreas con déficit de humedad. También se puede mejorar el drenaje de los suelos, obteniendo mayores rendimientos. A menudo el subsolado de suelos arcillosos beneficia tanto al enraizamiento del cultivo como el drenaje del suelo y, por lo tanto supera tanto los problemas de déficit de humedad en la época seca, como el exceso de humedad en la época de lluvia (Pizarro et al., 2004).

Tomando en consideración lo anteriormente descrito, en el 2018 se implementó la preparación de suelo en tres módulos de restauración de ecosistemas forestales, utilizando como parte de la preparación del suelo la roturación de suelo; esta práctica consistió en la apertura de zanjas de aproximadamente 40 a 50 cm de profundidad mediante la introducción sobre el suelo de subsoladores (Imagen 1) con maquinaria (tractor agrícola) obteniéndose una roturación de la capa superficial del suelo para obtener las condiciones idóneas para el establecimiento de la planta.



Imagen 1. Subsoladoras acondicionada para realizar el riego en los tres diferentes tipos de ecosistema.
Fuente: toma propia SMG, 2019.

Debido a que la roturación se realizó en el 2018 y la reforestación durante el año 2019, previamente a las actividades de plantación se consideró la rehabilitación de esta actividad considerada de gran importancia para mejorar las condiciones del suelo y facilitar la reforestación, ante lo cual se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Se evitó dañar obstáculos naturales tales como especies arbóreas existentes.
- No se permitió el acceso de ningún tipo de ganado.
- Esta actividad se realizó en combinación con otras obras de conservación de suelo y filtración de agua así como de protección.

Tabla 1. Roturación de suelo en las tres parcelas demostrativas

Módulo	Ubicación	Descripción 2018	Descripción 2019
Semiárido	Ex-Rancho Las Chilitas, municipio de Villanueva, Zacatecas.	Mediante tractor agrícola, líneas a cada 3 m y 40 cm de profundidad.	Se realizó con tractor agrícola y en líneas a cada 4 m a una profundidad de 40 a 50 cm.
Templado frío	Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México	Mediante el uso de Tractor agrícola a cada 4 m. La profundidad fue de 40 cm.	Se realizó con tractor agrícola y en líneas a cada 3 m a una profundidad de 40 a 50 cm.
Tropical	Colonia Agrícola y Ganadera “Gilberto Flores Muñoz”, municipio de Huimanguillo, Tabasco.	Se utilizó tractor agrícola en líneas a cada 4 m con una profundidad de 40 cm	Se realizó con tractor agrícola y en líneas a cada 4 m a una profundidad de 40 cm.

2.1.1. Parcela demostrativa establecida en un ecosistema semiárido

Las actividades de subsolado realizadas en la parcela demostrativa de clima semiárido tuvieron la distribución que se muestra en la ilustración 1. Esta actividad, como ya se mencionó anteriormente, se realizó acorde a las condiciones de suelo predominante de la zona.

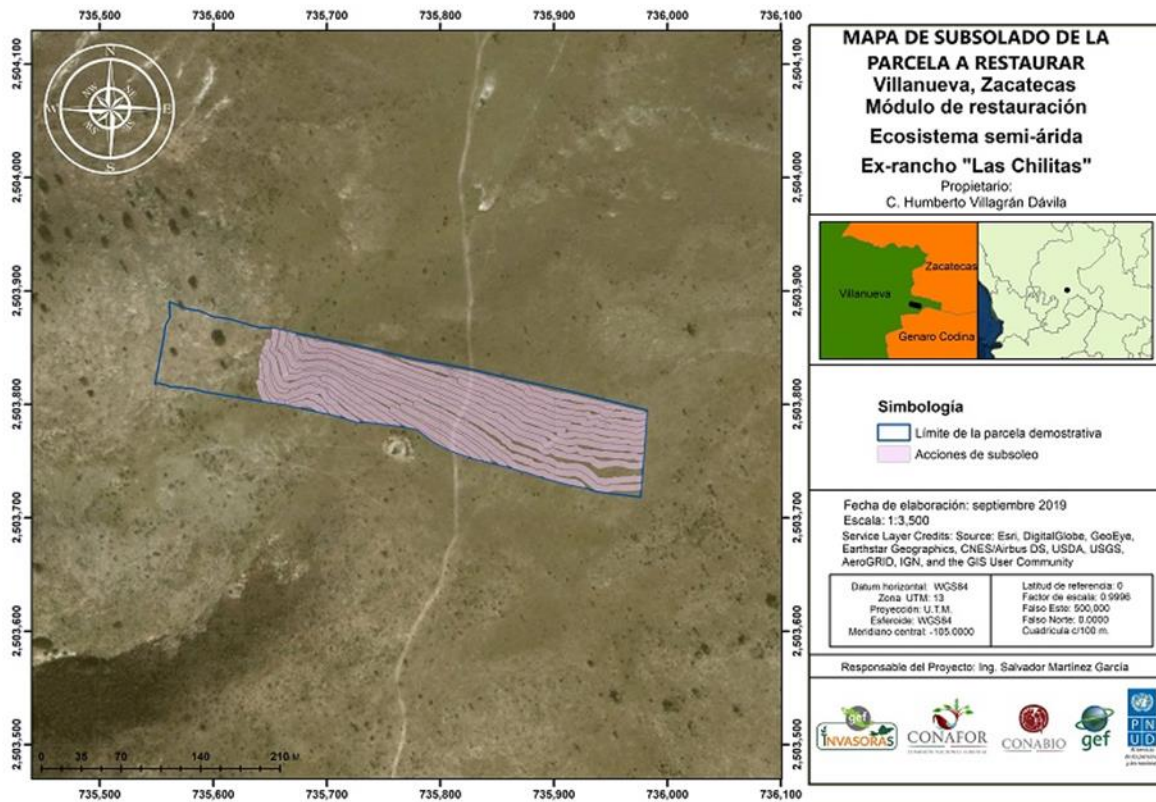


Ilustración 1. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de clima semiárido.

Fuente: elaboración propia SMG, 2019.



Imagen 2. Instalación y calibración de la subsoladora en tractor agrícola, Municipio de Villanueva, Zacatecas.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 3. Operación del tractor agrícola trabajando en actividades de subsolado. Municipio de Villanueva, Zacatecas.
Fuente: toma propia, SMG 2019



Imagen 4. Aspecto del antes y después de realizarse la rehabilitación del subsolado. Mpio. de Villanueva, Zacatecas.
Fuente: toma propia, SMG 2019

2.1.2. Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío

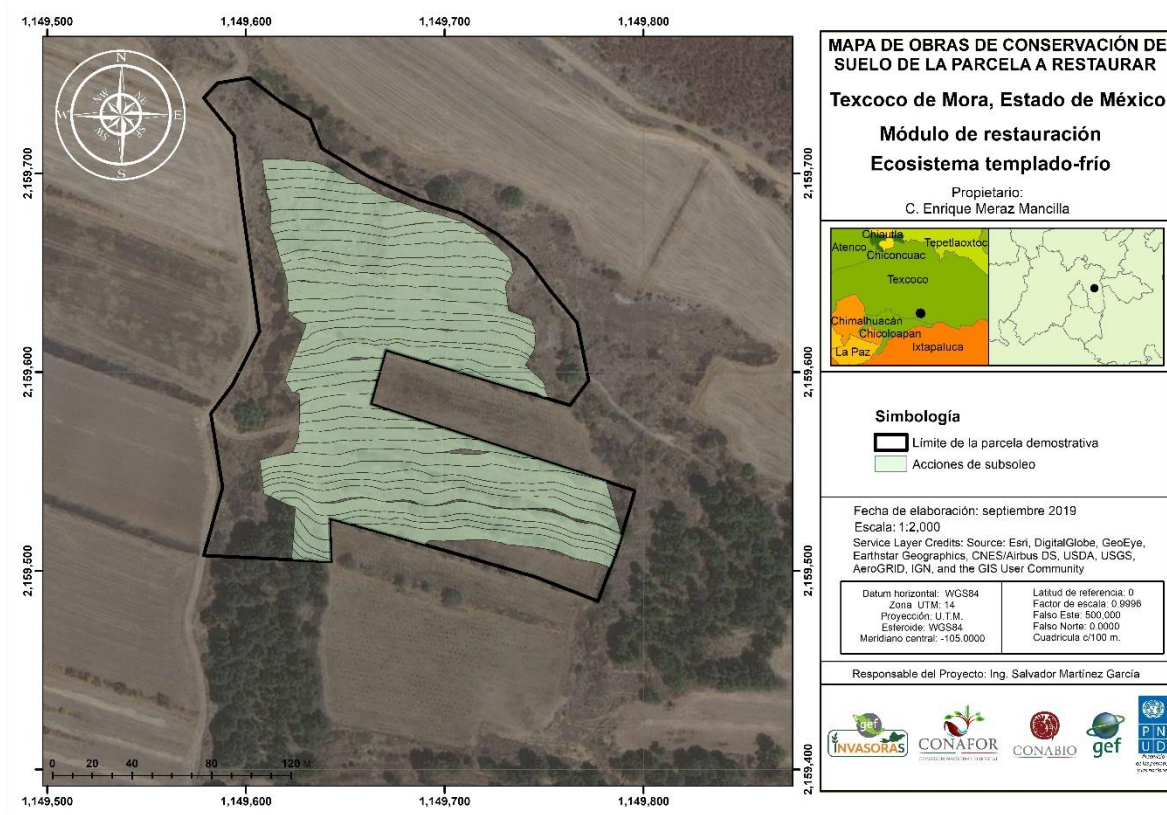


Ilustración 2. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de clima templado frío.

Fuente: elaboración propia. SMG, 2019.



Imagen 5. Subsoladora ya instalada y operando con tractor agrícola. Municipio de Texcoco, Estado de México.

Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 6. Aspecto general del predio, donde debido a las lluvias y crecimiento de pastos los trabajos de subsolado realizados en 2018 ya son poco visibles. Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México.
Fuente: toma propia SMG. 2019.



Imagen 7. Tractor agrícola operando con la subsoladora, la roturación del suelo se hizo a una profundidad de 40 cm. Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México.
Fuente: toma propia SMG. 2019

2.1.3. Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical

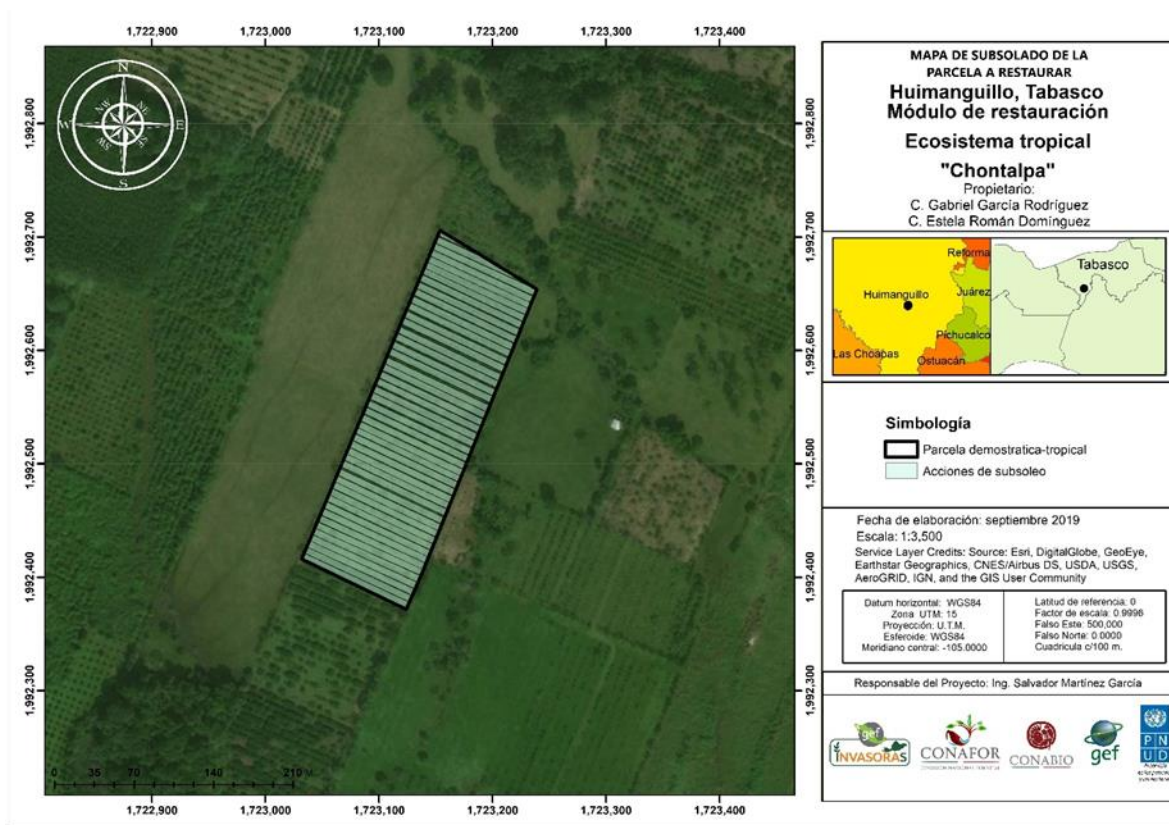


Ilustración 3. Mapa de la distribución del subsolado realizado en la parcela de ecosistema tropical.

Fuente: elaboración propia. SMG, 2019



Imagen 8. Actividades de subsolado con uso de tractor agrícola en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Fuente: toma propia. SMG, 2019.



Imagen 9. Aspecto del antes y después de haberse realizado la rehabilitación del subsolado.
Fuente: toma propia SMG, 2019

3. MANTENIMIENTO DEL CERCADO

El objetivo del cercado es la protección de la plantación y/o reforestación de posibles daños provocados por animales o el tránsito de personas; sabiendo que el proceso de reforestación no termina al concluir la plantación (CONAFOR, 2010), pues las plantas pueden morir sin las medidas adecuadas de protección y/o mantenimiento. Para el establecimiento del cercado se deberá identificar primeramente el agente causal del daño a la reforestación. Para el caso de las parcelas que se establecieron en este proyecto el agente que se identificó fue ganado vacuno, el cual se maneja de manera extensiva.

El cercado que se estableció en la periferia de las parcelas trabajadas en ecosistemas semiárido y templado frío, fue a base de postes de metal, situados a cada 4 metros con cuatro líneas de alambre de púas para prevenir la pérdida de la reforestación, mientras que para la zona tropical los postes que se utilizaron fue una combinación de postes de madera y cerco vivo, variando su distancia entre poste y poste de 2 a cada 4 metros con alambre de púas a 4 hilos.

A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de los módulos así como la longitud del cercado que fue establecido en 2018

Tabla 2. Resumen del mantenimiento del cercado en las parcelas demostrativas

Módulo	Ubicación	Longitud (km)
Semiárido	Ex-Rancho Las Chilitas, municipio de Villanueva, Zacatecas	1.1
Templado frío	Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México	1.1
Tropical	Colonia Agrícola y Ganadera “Gilberto Flores Muñoz”, municipio de Huimanguillo, Tabasco	0.1

Esta actividad de protección tuvo mantenimiento solamente en el ejido Coatlinchán, con la reposición de un hilo en dos tramos y tensado de alambre de púas en cinco tramos más, la afectación fue ocasionada principalmente por el paso de personas para no rodear atravesando con ello la parcela. En el resto de los módulos demostrativos no se tuvo afectación alguna, por lo tanto no fue necesario la reposición de postes, alambre de púas o el tensado del mismo, manteniéndose en buen estado a la fecha.

3.1.1. Parcela demostrativa establecida en ecosistema semiárido



Imagen 10. Ajuste de alambre recosido para fijar y tensar el alambre de púas (Izq.) realizado en 2018. Estado actual del cercado el cual no presentó daño alguno (Der.), municipio de Villanueva, Zacatecas.

Fuente: toma propia, SMG 2019.



Imagen 11. Cercado establecido en 2018. Actualmente tanto los postes como el alambre de púas se encuentran íntegros y en buen estado. Municipio de Villanueva, Zacatecas.

Fuente: toma propia, SMG 2019.

El cercado que se estableció en la parcela de ecosistema semiárido, prácticamente se mantiene intacto debido, básicamente, a que la parcela se encuentra cerca de un complejo de aerogeneradores, los cuales se encuentran en constante supervisión por parte de la compañía que se encarga de su mantenimiento y el acceso es restringido. Lo anterior permite que cualquier tipo de trabajo o actividad que se realice al interior se mantenga íntegra, incluyendo el manejo del ganado.

3.1.2. Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío



Imagen 12. Cercado establecido en 2018 y su rehabilitado en 2019. Municipio de Texcoco, Estado de México.
Fuente: toma propia, SMG 2018-2019.

Por encontrarse a orilla de camino, en las imágenes que se presentan se observa que aflojaron en algunos tramos los 4 hilos de alambre de púas, esto ocasionado por transeúntes, para evitar rodear la parcela, sin embargo con los trabajos de rehabilitación se espera que la planta que se estableció

se mantenga íntegra y libre de cualquier agente externo que pueda provocarle principalmente daños mecánicos.

3.1.3. Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical



Imagen 13. Cercado establecido en la parcela de ecosistema tropical en buen estado. Mpio. de Huimanguillo, Tabasco.
Fuente: toma propia SMG, 2018

Para el caso del cercado de ecosistema tropical, este se realizó utilizando la combinación de postes, siendo estos de madera, algunos ya de cercos vivos existentes, la parcela se encuentra completamente protegida, toda vez que en el exterior existe ganado de manera intensiva a manera de rotación, tendiendo el acuerdo con el titular del predio que la parcela en cuestión se iba aislar mínimo durante los tres primeros años de haberse establecido la plantación.

4. MANTENIMIENTO DE BRECHAS CORTAFUEGO

4.1. Apertura de brechas cortafuego

La apertura de brechas corta fuego consiste en franjas de dos a tres metros de ancho, dependiente de las condiciones del terreno, en las cuales se pretende eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación, lo que logra aislar y proteger las áreas forestales (CONAFOR, 2010).

4.2. Rehabilitación de brechas corta fuego

Para este año (2019) se realizó el mantenimiento de las brechas cortafuego en las tres parcelas trabajadas. Para el caso de los módulos establecidos en ecosistema semiárido y tropical esta actividad se realizó con el uso de maquinaria agrícola utilizando el implemento denominado rastra, con esta acción se trituró la maleza incorporando esta como materia orgánica al suelo, permeando a una profundidad de 15 centímetros. Esta acción fue posible debido a que las condiciones topográficas dominantes de estas parcelas lo permitieron.

Para el caso de la parcela correspondiente a templado frío, la rehabilitación se llevó a cabo mediante mano de obra, toda vez que las condiciones orográficas no permiten el uso de maquinaria. En resumen, los trabajos realizados en 2019 se presentan a continuación.

Tabla 3. Actividades de rehabilitación de brechas cortafuego en las parcelas demostrativas.

Módulo	Ubicación	Longitud (km)
Semiárido	Ex-Rancho Las Chilitas, municipio de Villanueva, Zacatecas.	1.1
Templado frío	Ejido Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México	1.1
Tropical	Colonia Agrícola y Ganadera “Gilberto Flores Muñoz”, municipio de Huimanguillo, Tabasco	1.1

4.2.1. Parcela demostrativa establecida en ecosistema semiárido

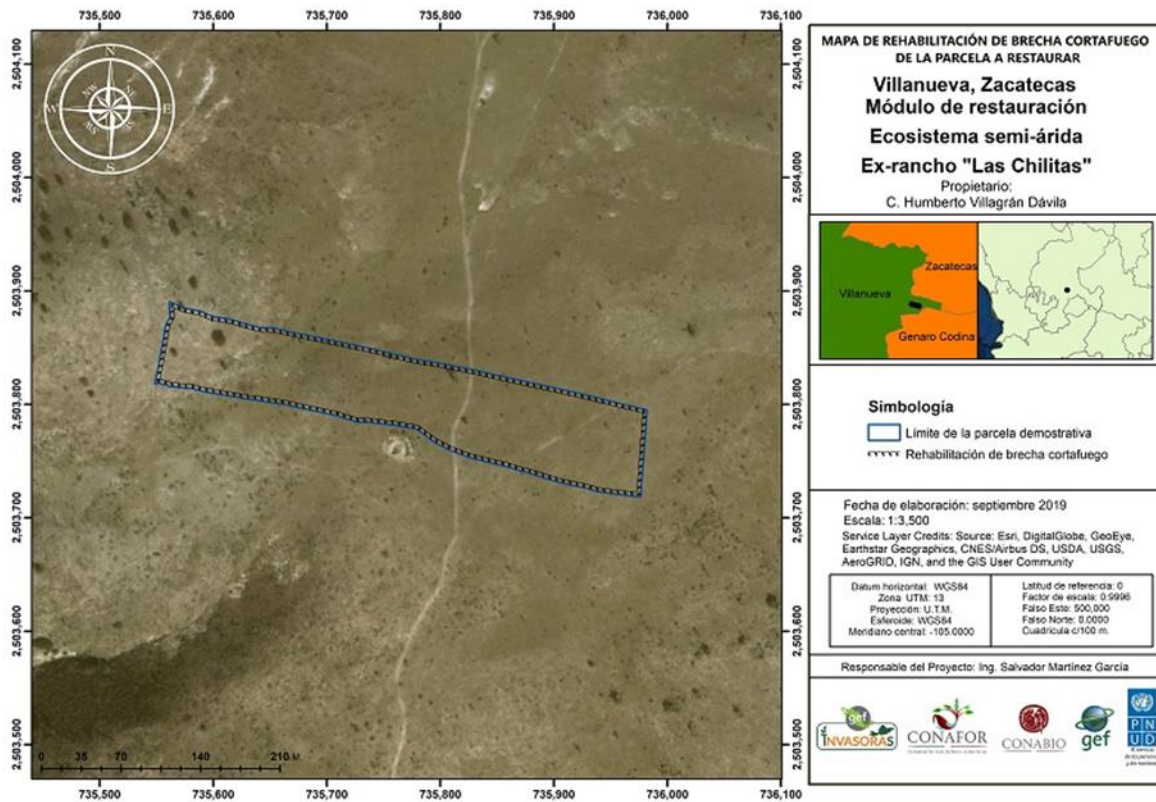


Ilustración 4. Identificación de la línea de brecha cortafuego en la parcela de clima semiárido, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.

Fuente: elaboración propia. SMG, 2019



Imagen 14. Rastra agrícola utilizada para rehabilitar la brecha cortafuego. Mpio. de Villanueva, Zacatecas.

Fuente: toma propia SMG 2019



Imagen 15. Brecha cortafuego realizado en el año 2018 con maquinaria (tractor agrícola) y rehabilitada en 2019 utilizando el mismo equipo. Municipio de Villanueva, Zacatecas.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 16. El trabajo se realizó en la época de lluvias, sin embargo estas fueron escasas y el suelo presentó poca humedad. Municipio de Villanueva, Zacatecas.
Fuente: toma propia SMG 2019

En este módulo se utilizó como implemento una rastra agrícola compuesta por 20 discos, con la cual se realizó la rehabilitación de la brecha, dejando el suelo completamente libre de maleza.

4.2.2. Parcela demostrativa establecida en ecosistema templado frío

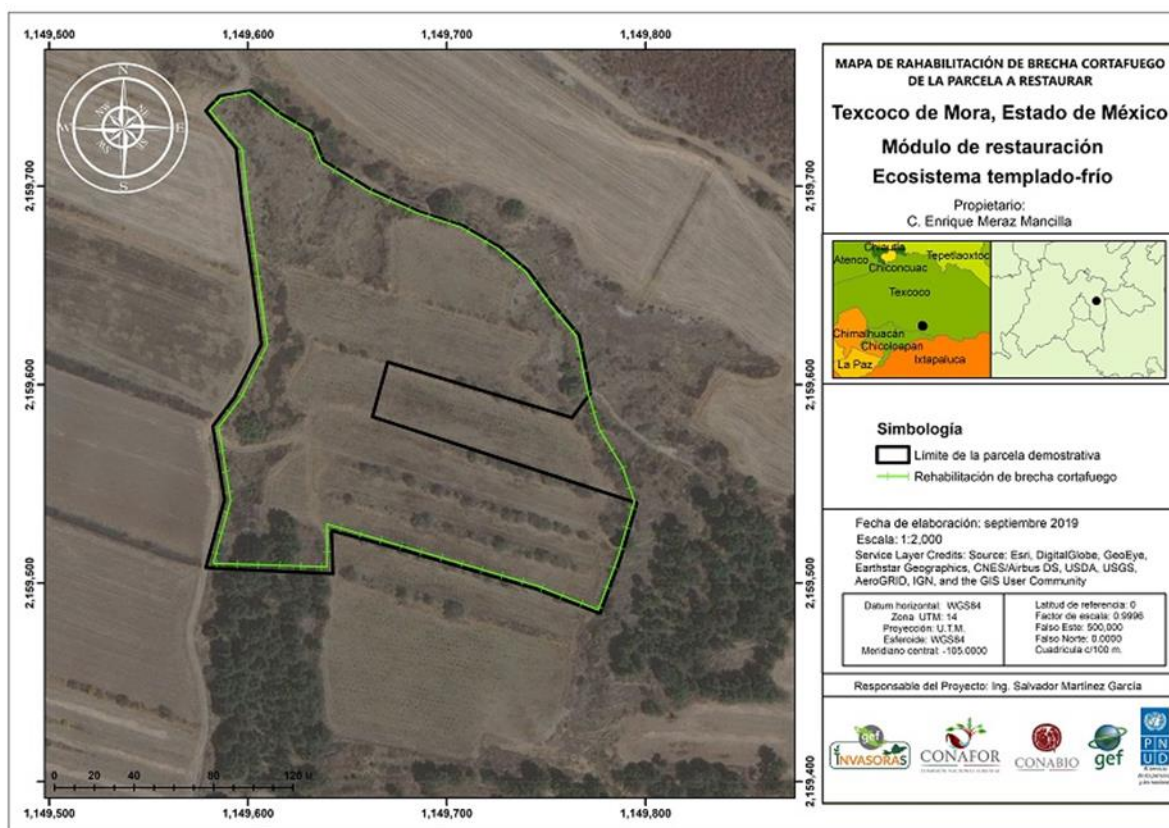


Ilustración 5. Ubicación de la brecha cortafuego de la parcela de clima templado frío, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.
Fuente: elaboración propia. SMG, 2019.



Imagen 17. Rehabilitación de brechas cortafuego, municipio. de Texcoco, Estado de México.
Fuente: toma propia SMG 2019



Imagen 18. Trabajos de rehabilitación de brechas utilizando mano de obra. Municipio de Texcoco, Estado de México.
Fuente: toma propia SMG 2019

En el módulo correspondiente a ecosistema de clima templado frío, la rehabilitación se realizó con el apoyo de mano de obra, en virtud que, por condiciones de la orografía del terreno, no fue posible el ingreso del tractor en la periferia del terreno.

Esta es una de las actividades mas importantes en el aspecto de proteccion debido a que es un area propensa a los incendios forestales. En el año 2016 ocurrio una conflagracion afectando alrededor de 2,000 hectareas tanto del estrato arboreo como arbustivo. En el año 2017 y 2018 se presentaron varios incendios en predios de ejidos colindantes, ocasionados, principalmente, por quemas agrícolas y que se salen de control asi como por ganaderos que los provocan con la finalidad de propiciar la regeneracion de pastizales.

4.2.3. Parcela demostrativa establecida en ecosistema tropical

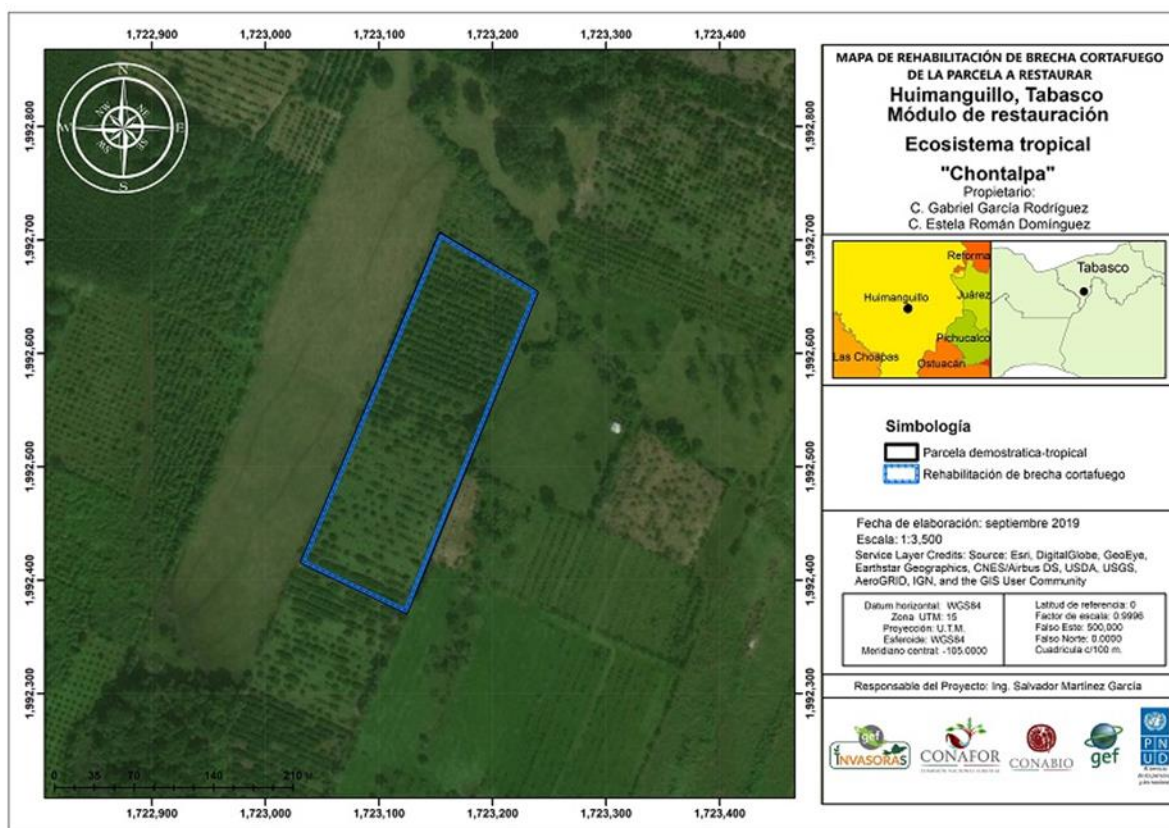


Ilustración 6. Ubicación de la brecha cortafuego realizada en 2018 en la parcela de clima tropical, la cual se rehabilitó como parte de las actividades previas a la plantación.

Fuente: elaboración propia. SMG, 2019.

En este módulo, al igual que en el semiárido se utilizó un tractor agrícola equipado con una rastra de 20 discos, sin embargo, debido a que el tipo de pasto existente en la zona proviene de estolones de mayor grosor, se tuvo mayor dificultad para su trituración e incorporación al suelo, requiriéndose de un rastreo adicional para que el trabajo fuera satisfactorio.

En la región, aunque no se tienen registros recientes de incendios, por ser zona ganadera, siempre existe el riesgo en temporada de estiaje y es recomendable que todo trabajo de restauración que implique el componente de reforestación siempre debe de contar con este tipo de acciones, además del cercado.



**Imagen 19. Antes y después de la brecha cortafuego utilizando maquinaria en el módulo de ecosistema tropical.
Municipio de Huimanguillo, Tabasco.
Fuente: toma propia SMG, 2018-2019.**



**Imagen 20. Rastra de 20 discos utilizada para la rehabilitación de brechas cortafuego. Huimanguillo, Tabasco.
Fuente: toma propia, SMG 2019**

5. PRODUCCIÓN DE PLANTA

La reforestación en México es una actividad dentro del ámbito forestal de gran importancia para restaurar y volver productivas las áreas deforestadas y degradadas. A pesar de todos los esfuerzos por parte de los sectores públicos y privados, los resultados no han sido del todo alentadores. A nivel nacional sólo un 40% de las áreas reforestadas cuentan con un nivel aceptable de supervivencia y calidad.

En un estudio realizado por Bello y Tovar (2000) se evaluaron las reforestaciones a nivel nacional y como resultado se obtuvo que únicamente el 51% de las plantaciones tuvieron una supervivencia mayor al 60%. Cabe mencionar que a nivel de dependencia se reportó gran variación de los datos, por ejemplo, del total de plantaciones que realizó la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) únicamente un 17% cumplieron con las condiciones adecuadas para que la planta pudiera sobrevivir.

De la misma manera se determinó que la principal causa de la muerte en las reforestaciones fue la sequía (30%), seguido por la mala calidad de la planta (22%), causas que son interrelacionadas. Con base en lo anterior, se observa que la reforestación es entonces una actividad forestal que requiere mucha atención en el aspecto de mejoramiento de la calidad y manejo de las plántulas en vivero, ya que influye enormemente en la supervivencia de las plántulas sembradas, incrementando de este modo la posibilidad de un buen éxito en los programas de reforestación.

Como se mencionó anteriormente la calidad de planta es uno de los factores más importantes para determinar la supervivencia futura de la plantación y la calidad de la misma depende en gran medida de la especie y la zona a reforestar. Es por ello que, de acuerdo con CONAFOR (2010), los parámetros con los que debe contar una planta producida en vivero para ser considerada de calidad son los siguientes:

Tabla 4. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad.

Tipo de planta	Diámetro del tallo	Altura de la planta	Raíz	Micorrizas	Lignificación	Vigor	Integridad	Sanidad
Coníferas no cespitosas	Mín. 4 mm	15-25 cm	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón.	Cobertura en cepellón mínima del 40%. No visibles a simple vista.	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada.	Color del follaje propio de la especie. Una planta vigorosa es más resistente al manejo y traslado	Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos (no rotas). Que no se ladeen o doblen con su propio peso.	Sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades. De aspecto vigoroso
Coníferas cespitosas	Mín. 6 mm	No aplica						
Latifoliadas	Mín. 4 mm	20 a 45 cm						

Fuente: CONAFOR (2010). Nota: El diámetro del tallo se mide entre 3 y 5 mm arriba de la superficie del cepellón, la altura de la planta se mide desde el cuello del tallo a la punta apical del mismo.

Debido a la importancia de la calidad de la planta, se deben usar técnicas adecuadas en los viveros como semilla seleccionada; bajo este contexto la CONAFOR plantea un programa en el corto y mediano plazo para desarrollar un Sistema Nacional de Huertos Semilleros (SINAHUES), que permita abastecer de germoplasma de alta calidad (fenotípica y genotípica) a los programas de restauración, así como a los de reconversión productiva en áreas forestales del país.

Para lograr una reforestación exitosa, se puede usar una metáfora de una cadena de actividades en que todos sus eslabones, desde la semilla hasta el transporte y el mantenimiento en el campo, tienen que ser coordinados. Al romperse un eslabón la cadena ya no servirá, por lo que es necesario fortalecer los eslabones más débiles. Es necesario recordar este principio en referencia a la nueva tendencia de centralizar la producción de plantas en viveros con infraestructura moderna, que, por su parte, puede mejorar la calidad de planta (Wightman, Kevyn E.; Cruz, Blas S., 2003).

Para favorecer el arraigo y crecimiento de las plantas en los sitios de restauración, se requiere que existan condiciones favorables de humedad, temperatura, suelo, preparación del terreno y que la planta a utilizar tenga la calidad apropiada. Por ello, se debe evitar plantar individuos indeseables debido a que incrementaría la mortalidad y en los casos donde sobrevivan el crecimiento será deficiente. Las condiciones morfológicas y fisiológicas de la planta determinan su capacidad para sobrevivir y crecer en las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, la cual depende, en gran medida de la calidad genética del germoplasma utilizado y de las técnicas e insumos empleados durante la producción de planta en vivero (sustratos, envases, nutrición, riego, condiciones medioambientales, sanidad y manejo integral de dichos factores (Prieto, 2019).

Para la producción de la planta en el presente proyecto, se exigió a los viveristas que la produjeron, adquirir la semilla a través de fuentes identificadas y que contaran con el aviso de SEMARNAT para llevar a cabo la “Recolección de Germoplasma forestal para reforestación y forestación con fines de conservación o restauración” en donde se especifica el predio, la cantidad de semilla autorizada a coleccionar así como su código de identificación.

Después de la adquisición de semilla, se contrató la producción de planta con antelación, es decir desde 2018, tomando en consideración los ciclos de producción de semilla y el periodo en vivero de las especies a producir, así como la experiencia de los productores. Para el presente caso, los tres viveros que se contrataron han producido planta para los proyectos de reforestación de la Comisión

Nacional Forestal (CONAFOR), por lo tanto cuentan con la experiencia suficiente en la producción y manejo de las especies determinadas, estas instancias productoras se enlistan a continuación.

Tabla 5. Listado de vivero que suministraron la planta a las parcelas demostrativas

Nombre de vivero	Ubicación	Especies producidas
Productores de Plantas Forestales y Otros	Plaza de toros s/n, col. Bonifacio Falcón Barrio de San Sebastián, en Juchipila, Zacatecas	<i>Pinus cembroides</i> (Pino piñonero) <i>Acacia farnesiana</i> (Huizache)
Silvícola Cutzamala	San Gabriel Ixtla km 26.5 carretera de Villa Victoria a Valle de Bravo, Estado de México	<i>Pinus pseudostrobus</i> (Pino blanco) <i>Pinus teocote</i> (Pino colorado)
“Los pulmones de Camila”	Calle Prolongación Antimonio 48, Ría Medellín y Pigua 1ra sección en el municipio de Villahermosa, Tabasco	<i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba) <i>Tabebuia rosea</i> (Maculís)

Cabe mencionar que la totalidad de los viveros en los que se produjo la planta cuentan con la experiencia en la producción de planta con los parámetros establecidos por la CONAFOR para considerar planta de calidad, además de lo anterior se encuentran ubicados a una distancia aceptable, de menos de tres horas al sitio de plantación. A continuación, se detallan las cantidades por cada tipo de especie así como los parámetros mínimos de las características técnicas de la planta contratada en cada uno de los viveros para cada módulo establecido así como imágenes del estado actual en que se encuentran.

Es importante mencionar que en el manual de Manual de Mejores Prácticas de Restauración de Ecosistemas Degradados, se enfoca principalmente a la selección de semillas para obtener una mejor calidad genética de la planta, sin embargo no hace mención de las características fenotípicas de la planta que debe tener al presentar al momento de su extracción para su salida a campo.

5.1. Producción de planta para la parcela de clima semiárido

Tabla 6. Planta producida en el vivero "Productores de Plantas Forestales y Otros" para el módulo de ecosistema de clima semiárido

ESPECIES EN PRODUCCIÓN		PARÁMETROS MÍNIMOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PLANTAS								
Nombre científico	No. de plantas	Tipo de contenedor y/o bolsa	Talla (cm)	Diámetro en el cuello de la raíz (mm)	Sistema radicular (%)	Relación Raíz/Tallo	Lignificación (cm)	Presencia de Micorrizas	Sanidad	Edad (meses)
<i>Pinus cembroides</i>	1,150	Charola de Poliestireno de 220 ml	20	4	70-80	Entre 0.25 y 0.30	¼ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	16
<i>Acacia farnesiana</i>	1,150	Charola de Poliestireno de 220 ml	25	4	70-80	0.25 a 0.30	¼ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	6
TOTAL	2,300									

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 21. Aplicación de riego pesado a planta de *Acacia farnesiana* antes de extraerse para su traslado, municipio de Juchipila, Zacatecas.
Fuente: toma propia SMG, 2019

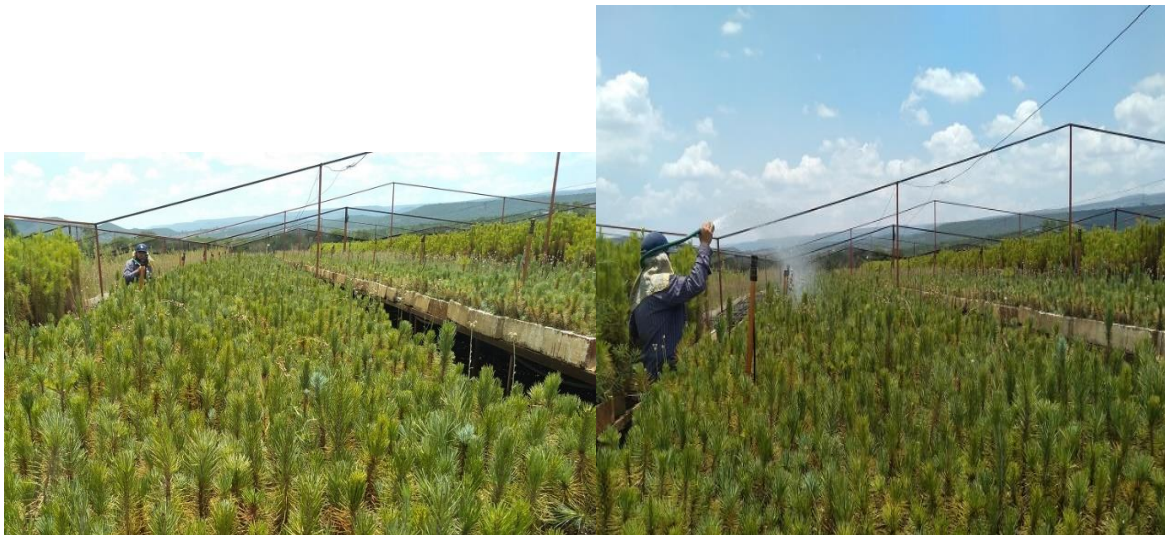


Imagen 22. Planta de *Pinus cembroides*, municipio de Juchipila, Zacatecas
Fuente: toma propia SMG, 2019

Es recomendable que antes de transportar la planta se aplique un riego “pesado” para que se mantenga turgente durante el máximo lapso de tiempo posible. Aunque el vivero se encuentre cercano al sitio de plantación, la planta puede durar varios días hasta el momento de su establecimiento por lo que, con esta acción, se incrementa las posibilidades de sobrevivencia de la planta en campo. Por otra parte, es recomendable que los medios de transporte cuenten con las condiciones adecuadas para el traslado, principalmente con una cubierta para evitar pérdida de humedad por evapotranspiración debido a la velocidad del vehículo.

5.2. Producción de planta para la parcela de clima templado frío

Planta producida en el vivero “Silvícola Cutzamala” para el módulo de ecosistema Templado frío

ESPECIES		PARÁMETROS MÍNIMOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PLANTAS								
Nombre científico	Número de plantas	Tipo de contenedor y/o bolsa	Talla (cm)	Diámetro en el cuello de la raíz (mm)	Sistema radicular (%)	Relación Raíz/Tallo	Lignificación (cm)	Presencia de Micorrizas	Sanidad	Edad (meses)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	1,916	Bolsas de Polietileno	25	4	70-80	Entre 0.25 y 0.30	¾ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	12
<i>Pinus teocote</i>	1,916	Bolsas de Polietileno	25	4	70-80	0.25 a 0.30	¾ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	12
TOTAL	3,832									

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 23. *Pinus patula*, producido en sistema tradicional (bolsa). Municipio de Valle de Bravo, Estado de México.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 24 Planta de *Pinus pseudostrobus* en sistema tradicional (bolsa). Municipio de Valle de Bravo, Edo. de México.
Fuente: toma propia SMG, 2019

La planta en este vivero, denominado “Silvícola Cutzamala” ubicado en la localidad de San Gabriel Ixtla, municipio de Valle de Bravo se produjo en bolsa de 13x25, misma que cumplió con los estándares de calidad establecidos en el contrato y detallados anteriormente. Además de producir la planta para el proyecto en cuestión también producen planta para la Comisión Nacional Forestal y para la Comisión Federal de Electricidad.

El vivero se encuentra ubicado a pie de carretera lo cual permite el fácil acceso de vehículos para el traslado de la planta hasta el sitio de plantación, al momento de su extracción no se presentaron dificultades para el traslado de la planta no obstante al realizar esta actividad en plena temporada de lluvias.

5.3. Producción de planta para la parcela de clima tropical

Planta producida en el vivero “Los pulmones de Camila” para el módulo de ecosistema tropical

ESPECIES		PARÁMETROS MÍNIMOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PLANTAS								
Nombre científico	Número de plantas	Tipo de contenedor y/o bolsa	Talla (cm)	Diámetro en el cuello de la raíz (mm)	Sistema radicular (%)	Relación Raíz/Tallo	Lignificación (cm)	Presencia de Micorrizas	Sanidad	Edad (meses)
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,250	Bolsa de plástico	35	3	70-80	Entre 0.25 y 0.30	¼ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	6
<i>Tabebuia rosea</i>	1,250	Bolsa de plástico	35	3	70-80	0.25 a 0.30	¼ del tallo	Presencia	Libre de plagas y enfermedades	6
TOTAL	3,000									

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 25. Producción de planta de *Tabebuia rosea*.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 26. Producción de planta de *Swietenia macrophylla*.
Fuente: toma propia SMG, 2019

La planta para el modulo se produjo en el vivero “Pulmones de Camila” ubicado en la ciudad de Villahermosa Tabasco, el cual ha producido planta para la comisión Nacional Forestal. La producción se realizó en sistema tradicional utilizando bolsa de tamaño 13x25. Para el presente caso, y debido a que en la zona la temporada de lluvias comenzó en la segunda quincena del mes de septiembre, no fue necesario la aplicación de riego alguno al momento de realizar la carga para su traslado.

Es importante mencionar que la extracción de esta especie como de la mayoría de las plantas tropicales al momento de cumplir con los parámetros de producción debe de ser extraídos a la brevedad del vivero, pues por su crecimiento violento tienden a elongarse muy rápidamente en la parte aérea y esto puede provocar una descompensación con relación a la parte radicular ocasionando problemas para su sobrevivencia al establecerse en campo.

6. TRASLADO Y ACOPIO DE PLANTA

6.1. Traslado de planta

Esta fase es muy importante dentro del proceso de reforestación, ya que si no se realiza de la manera correcta incide de manera directa en los índices de sobrevivencia de la planta. Durante el traslado desde el vivero hasta el lugar de plantación existen diversos factores que hay que considerar, siendo evidentemente el tipo de clima de cada región uno de los más importantes a tomar en cuenta. De manera general se deben seguir ciertas recomendaciones para evitar la mortandad de planta durante esta fase y lograr el éxito deseado en campo.

Con base en diversas evaluaciones que se han realizado a los programas de reforestación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) se calcula que alrededor del 20% de la planta se pierde o muere durante su traslado del centro productor hasta el centro de acopio y de ahí a los frentes de trabajo donde se lleva a cabo la reforestación. Razón por la cual se seguirán al pie de la letra las siguientes recomendaciones.

De acuerdo con CONAFOR (2010) el transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños. Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- Al hacer la distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.

Con base en la metodología del “Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias”, donde se indica que el vivero donde se planea producir la planta debe estar ubicado en la cercanía del área degradada, para que las condiciones climáticas donde se producen sean similares, evitar los daños mecánicos que pueda tener en traslados largos, Vanegas (2016) recomienda que los viveros deben estar a menos de 3 horas del lugar a restaurar.

A continuación, se detalla la ubicación y los tiempos de traslado del vivero contratado para producir la planta hasta cada uno de los módulos establecidos donde se llevó a cabo la reforestación.

6.1.1. Módulo de ecosistema semiárido

Para el caso de la parcela ubicada en el ecosistema semiárido, el vivero que se contrató para la producción de planta fue el denominado Productores de Plantas Forestales y Otros “Juchipila” ubicado en camino a la plaza de toros s/n, col. Bonifacio Falcón Barrio de San Sebastián, en Juchipila, Zacatecas. El punto rojo es la ubicación del predio, la distancia al vivero es de 183 km, equivalente a dos horas 40 minutos aproximadamente.

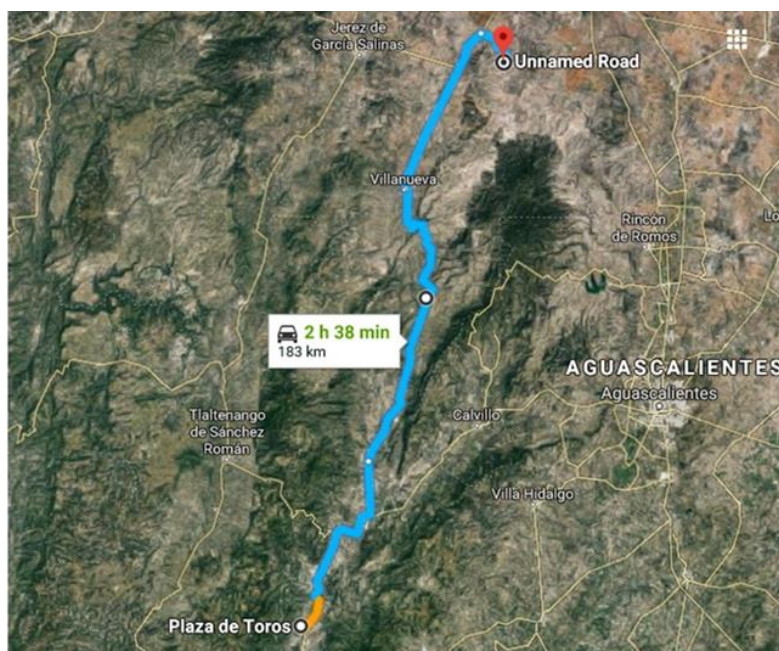


Ilustración 7. Croquis de ubicación del vivero en el cual de produjo la planta para el módulo de ecosistema semiárido.



Imagen 27. Empaquetado en plástico *vita film* de planta para facilitar su traslado a la parcela demostrativa.
Fuente: toma propia SMG, 2019

Antes de su extracción de la charola y debido a que en el estado de Zacatecas las lluvias son escasas, se aplicó un riego “pesado” a las plantas para su posterior empaquetado con plástico *vita film* para facilitar su manejo y conservar la humedad del cepellón durante su traslado, los paquetes se conformaron por 10 plantas tanto para la especie de *Pinus cembroides* como de *Acacia farnesiana*.

La planta fue trasladada en un vehículo tipo pick up equipado con camper, la salida del vivero se realizó el día 15 de julio de 2019 a las 8:00 a.m. y la descarga de la planta se efectuó a las 11:00 a.m. cuidando en todo momento no realizar el transporte en horarios donde la temperatura es demasiado alta y que la planta perdiera mucha humedad por evapotranspiración.

6.1.2. Módulo de ecosistema templado frío

El vivero donde se produjo la planta para la parcela ubicada en ecosistema templado frío se denomina “Silvícola Cutzamala” y se localiza en la localidad de San Gabriel Ixtla en el km 26.5 carretera Villa Victoria a Valle de Bravo (Ilustración 2).

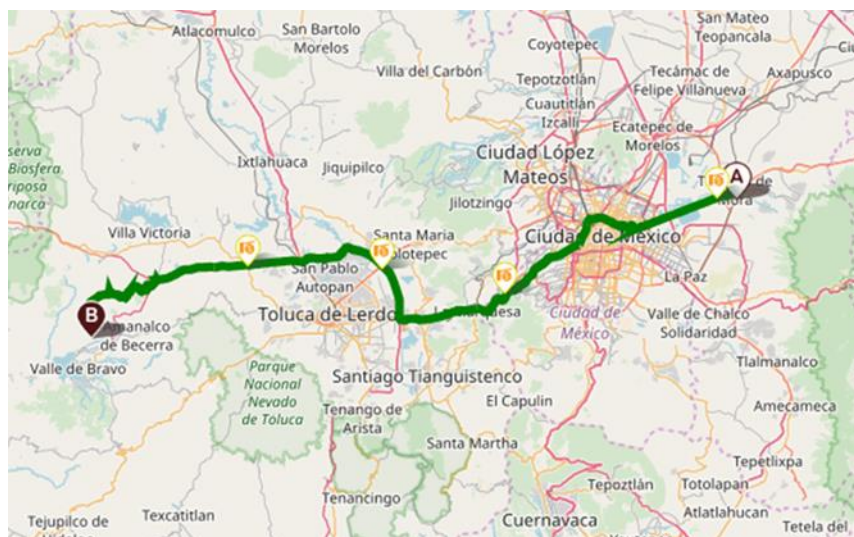


Ilustración 8. Croquis de la ubicación del vivero hasta el módulo de ecosistema templado-frío.

En el punto “A” se encuentra el sitio propuesto a restaurar, el punto “B” es la ubicación del vivero que se encuentra a 185 km de distancia, es decir, aproximadamente a dos horas y media.

En este caso la fecha de traslado se efectuó el 24 de julio de 2019 y la carga se realizó a las 8:00 a.m. mientras que la descarga a las 10:30 a.m. en el centro de acopio ubicado a un costado de la parcela demostrativa. Se utilizó una camioneta de redilas tipo 3.5 toneladas, a la cual se le acondicionó una lona de protección. Cabe señalar que el día de la carga, los días fueron lluviosos por lo que no fue necesario la aplicación de riego a la planta antes de su traslado.

No fue necesario la utilización de equipo adicional como carretillas para acercar la planta, toda vez que el vehículo prácticamente se estacionó a un costado de las platabandas. Durante todo el recorrido el vehículo prácticamente se movilizó a una velocidad (75 km/hora) considerada moderada en carretera, asimismo al momento de la carga y descarga se tuvieron los cuidados necesarios para no ocasionar daños mecánicos a la planta.



Imagen 28 Carga de planta de *Pinus pseudotrobus* y *Pinus teocote*, debido a que el traslado de planta se hizo en días lluviosos, no fue necesario la aplicación de riego previo a la carga.

Fuente: toma propia SMG, 2019

6.1.3. Modulo del ecosistema tropical

Finalmente, el vivero en el cual se realizó la producción para el módulo de la región tropical se denomina vivero “Los pulmones de Camila” y se ubica en calle Prolongación Antimonio 48, Ría Medellín y Pigua 1ra sección en el municipio de Villahermosa, Tabasco, encontrándose a menos de 100 km del predio a restaurar (Ilustración 3).

En la ilustración el punto rojo es la ubicación del predio a restaurar, el punto negro representa la ubicación del vivero que se encuentra aproximadamente a una hora y media de la parcela. El traslado

se realizó el día 26 de septiembre de 2019 a las 7:00 am y la descarga en la parcela demostrativa a las 8:00 horas.

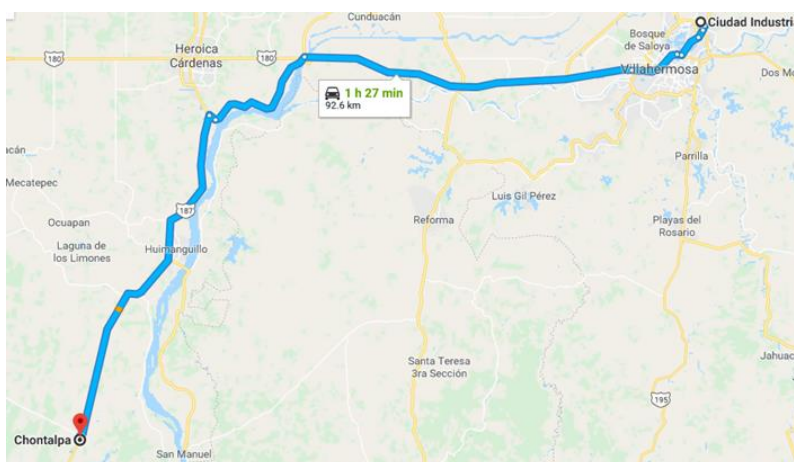


Ilustración 9. Croquis de ubicación del vivero “Los pulmones de Camila”



Imagen 29. Carga de planta a utilizar en la reforestación, Villahermosa, Tabasco.
Fuente: toma propia. SMG, 2019.

6.2. Acopio de la planta

El acopio de planta juega también un papel muy importante e igual de crítico que el traslado de planta de tal forma que este proceso se llevó a cabo de acuerdo con las recomendaciones de CONAFOR (2010), las cuales consisten en los siguientes pasos:

- Aplicar un riego previo a la planta antes de su extracción, para facilitar esta y comenzar con el empaquetado.
- Las maniobras de extracción de la planta y su embalaje deben realizarse bajo techo.
- El tiempo que transcurra entre la extracción de la planta de los contenedores y su embalado debe ser menor a un minuto.
- En tanto se acuda al vivero a recoger la planta, los paquetes deben estar colocados en posición vertical, en espacios sin problemas de encharcamiento y con las condiciones para facilitar su riego y mantenimiento.
- El tiempo que transcurra entre la extracción de la planta del vivero y su plantación no debe ser mayor a cinco días, en tanto se traslade al sitio de la plantación la planta debe quedar protegida bajo la sombra de algún árbol o similar, no se recomienda resguardarlas en bodegas o espacios cerrados.

En cada módulo se siguió la metodología propuesta en el manual de CONAFOR, ya que el manual de mejores prácticas de restauración no hace mención para el manejo de planta en campo. Además de las recomendaciones del manual, se tomaron otras medidas para evitar daños mecánicos y estrés hídrico de las plantas, tales como colocar las plantas debajo de un árbol para evitar la pérdida de humedad, así como proporcionar riegos de auxilio previos a la plantación.

Asimismo, el sitio elegido para acopiar la planta se ubicó dentro de cada parcela para evitar situaciones de vandalismo, también para tener la planta lo más cerca posible para su establecimiento; es importante mencionar que la planta estuvo por un lapso máximo de tres días en cada centro de acopio desde su descarga hasta el momento de su plantación.



Imagen 30. Acopio de planta en un sitio accesible y seguro bajo sombra. Parcela de ecosistema semiárido.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 31. Descarga y acomodo de la planta para su posterior establecimiento. Parcela de ecosistema templado frío.
Fuente: toma propia SMG, 2019



Imagen 32. Centro de acopio para las plantas a utilizar en la parcela demostrativa de ecosistema tropical.
Fuente: toma propia SMG, 2019

7. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA FORESTAL EN LOS MÓDULOS DE RESTAURACIÓN ESTABLECIDOS EN 2018

En los proyectos de restauración forestal se puede decir que la reforestación es prácticamente indispensable, ya que justamente se trata de restaurar el ecosistema en el menor tiempo posible, por lo cual el establecimiento de árboles en sitios degradados es sin duda más rápido que esperar a que ocurra la sucesión vegetal natural (Carreón, 2019).

Por lo anterior y como fase final del proceso de restauración, se contempla el establecimiento de especies nativas para cada módulo, siendo estas *Pinus cembroides* y *Acacia farneasiana* para el módulo de ecosistema semiárido; *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote* para templado frío; mientras que para el módulo tropical se tienen contempladas las especies *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea*; las cuales y de acuerdo a las actividades previas de preparación de terreno se espera tener un nivel de sobrevivencia por encima del 80%.

Actualmente, a nivel nacional, se llevan a cabo políticas y grandes esfuerzos para reforestar áreas degradadas en el país, sin embargo, cabe señalar que la cantidad de plantas producidas o plantadas en campo no es un parámetro suficiente para que se logren estos objetivos, sino también la calidad esta enormemente relacionada con su desarrollo. El enfoque de la reforestación tiene que reflejarse en el resultado, el cual puede ser por lo menos de 3-5 años después de la plantación. Igualmente, el enfoque de un vivero tiene que ser de acuerdo con la calidad física y genética de la planta y no, como desafortunadamente se ha vuelto muy común, lograr una “meta” en función de la “cantidad” de plantas producidas. Con respecto a la disposición de los recursos, resulta de mejor provecho producir menos árboles que sean muy sanos y vigorosos en lugar de muchos árboles de mala calidad. Lo anterior implica plantar menos árboles en el campo, pero el logro principal deberá ser el buen crecimiento y supervivencia (Wightman, 2003).



Ilustración 10. La cadena de la reforestación.
Fuente: Wightman y Kevyn E.; Cruz, Blas S. (2003).

Una vez realizado el subsolado en las parcelas demostrativas correspondientes a cada tipo de ecosistema se procedió el mismo día a realizar la plantación, ante lo cual la CONAFOR (2010) indica que para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía; asimismo al momento de la plantación se tuvieron las siguientes consideraciones:

1. Para el caso de las parcelas de ecosistemas templado frío y para tropical, la planta se produjo en sistema tradicional (bolsa) por lo tanto se retiró el envase sin dañar la raíz (Imagen 36). Para el módulo de ecosistema semiárido la planta se produjo en charola, por lo que solamente se quitó con cuidado el plástico vita film con el que se envolvieron los paquetes de planta para su traslado, en este proceso se tuvo el cuidado de no desmoronar el cepellón de tal manera que la planta se conservó lo más íntegra posible para su establecimiento (Imagen 33).
2. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agregó la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
3. Después de haber colocado la planta, se rellenó con la tierra más profunda y se compactó suavemente la tierra de tal forma que no quedó tan fuerte para permitir con ello la aireación y drenaje en el suelo.
4. Para los de ecosistema semiárido y templado frío se consideró la aplicación de hidrogel, esto con la finalidad de retener la humedad del suelo por un mayor lapso de tiempo, en virtud que existe la posibilidad que se puede tener un periodo prolongado de sequía.

5. Finalmente se apisonó ligeramente el suelo para evitar quedaran espacios de aire en la cepa y provocar con ello la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

7.1. Técnica de plantación

En virtud de que se realizó previamente la roturación de suelo con el uso de maquinaria en cada uno de los módulos, la técnica de plantación se hizo a golpe o pico de pala, toda vez que se tendrá un suelo relativamente suave. Para el caso del módulo de ecosistema semiárido, donde el terreno contiene un 60% de pedregosidad fue necesario el uso en su totalidad del pico, para la parcela de ecosistema templado frío se utilizó la pala, mientras que parcela ubicada en el trópico se utilizó el cava hoyos.

Esta técnica consiste en aperturar el suelo de un solo golpe, con pala o pico u otra herramienta (Ilustración 5) creando un espacio suficiente para colocar la raíz de la planta. Se utiliza de preferencia planta con raíz desnuda y últimamente se ha utilizado para planta producida en contenedor de plástico rígido o poliestireno (CONAFOR, 2010).

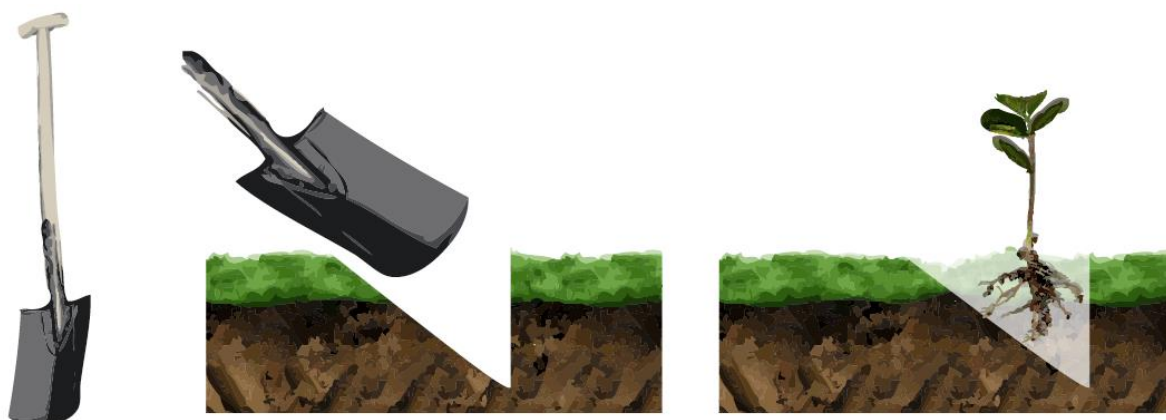


Ilustración 11. Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala.
Fuente: CONAFOR (2010)

7.1.1. Parcela de ecosistema semiárido

Para el caso de la parcela establecida en ecosistema semiárido la cepa se realizó con la utilización del pico y no obstante que la actividad de subsolado aflojó el terreno, la escasez de lluvia tornó esta actividad complicada debido a la dureza del suelo, esta actividad se realizó durante los días 17 al 19 de julio, fechas programadas con base al climodiagrama de la región en donde se indica que el mes

más lluvioso es julio y de ahí comienzan a descender significativamente las posibilidades de lluvia. Cabe señalar que al momento de realizar esta actividad solamente se habían registrado tres eventos previos de precipitación, razón por la cual se utilizó retenedor de humedad aplicando una cantidad de 10 gramos por cada planta aproximadamente, esperando con ello tener mayores posibilidades asegurar el de éxito en la sobrevivencia de la planta establecida.



Imagen 33. Apertura de cepa con pico así como la aplicación de hidrogel para el establecimiento de Pinus cembroides. Parcela demostrativa de ecosistema semiárido. Fuente: toma propia. SMG, 2019



Imagen 34. Fase final que consiste en el apisonamiento ligero alrededor de la planta. Parcela demostrativa de ecosistema semiárido.

Fuente: toma propia. SMG, 2019

7.1.2. Parcela de ecosistema templado frio

La plantación en ecosistema templado frio, se realizó al inicio de la temporada de lluvias, del 2 al 4 de agosto, el suelo presento condiciones de humedad favorables para la reforestación, no obstante se consideró también la aplicación de retenedor de humedad a una proporción de 10 gramos por cada planta, toda vez que los meses de julio y agosto se presentan ciclos de canícula prolongados en la región.



Imagen 35. Plantación en parcela demostrativa de ecosistema templado frío- Sobre ripeo (Izq.) así como a un costado de zanja trinchera (Der.) Municipio de Texcoco, Estado de México.

Fuente: toma propia. SMG, 2019



Imagen 36. Apertura de cepa con pala así como la aplicación de hidrogel para el establecimiento de planta. Parcela demostrativa de ecosistema templado frío.

Fuente: toma propia. SMG, 2019

7.1.3. Parcela de ecosistema tropical

En el módulo correspondiente a ecosistema tropical, los trabajos de plantación se realizaron en la tercera y cuarta semana del mes de septiembre, pues justamente el 20 de ese mes concluye la fase de estiaje iniciando así la temporada de lluvias en el sureste del país. En los días que se estableció la reforestación el suelo presentó condiciones de humedad suficientes para asegurar la sobrevivencia; después de realizar el ripeo, la apertura de cepa fue relativamente sencilla utilizando para ello un cava hoyos.

Asimismo las condiciones de humedad no hicieron necesaria la aplicación de retenedor de humedad, a continuación se presenta algunas imágenes representativas del proceso de plantación.



Imagen 37. Plantación en parcela demostrativa de clima tropical, en donde se utilizó el cava hoyos como herramienta para la apertura de cepa.

Fuente: toma propia. SMG, 2019



Imagen 38. Plantación de Tabebuia rosea en parcela demostrativa de clima tropical.

Fuente: toma propia. SMG, 2019

7.2. Diseño y densidad de plantación

7.2.1. Módulo templado-frío

Debido a que la topografía que se presenta en el caso de este módulo es relativamente suave, se decidió colocar las líneas de subsolado a cada 3 metros y por lo tanto, la distancia entre plantas se realizó a marco real con una distancia de 3 m entre planta y planta, dando como resultado una densidad de 1,11 plantas por hectárea.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución y densidad de plantación:

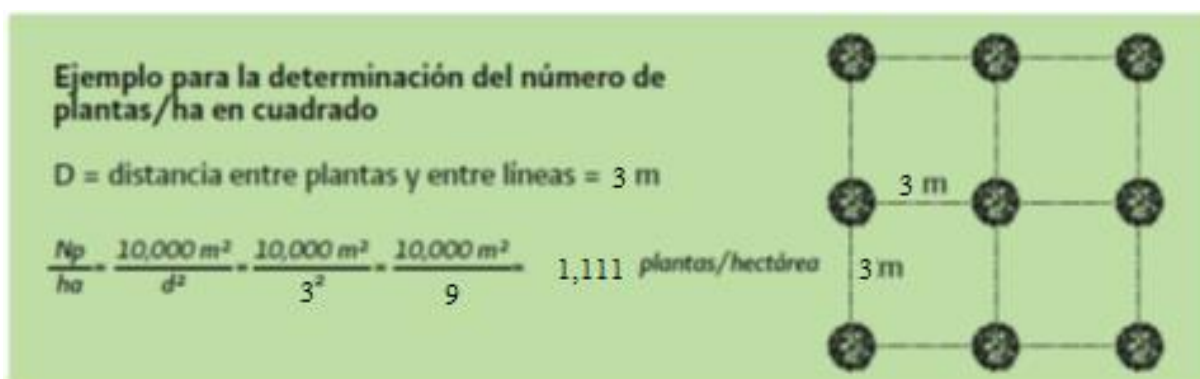


Ilustración 12. Diseño de plantación a marco real de 3 m x 3 m.

Fuente: CONAFOR (2010)



Imagen 38. Plantación a cada 3 m entre planta y planta en parcela demostrativa de clima templado frío.
Fuente: toma propia. SMG, 2019

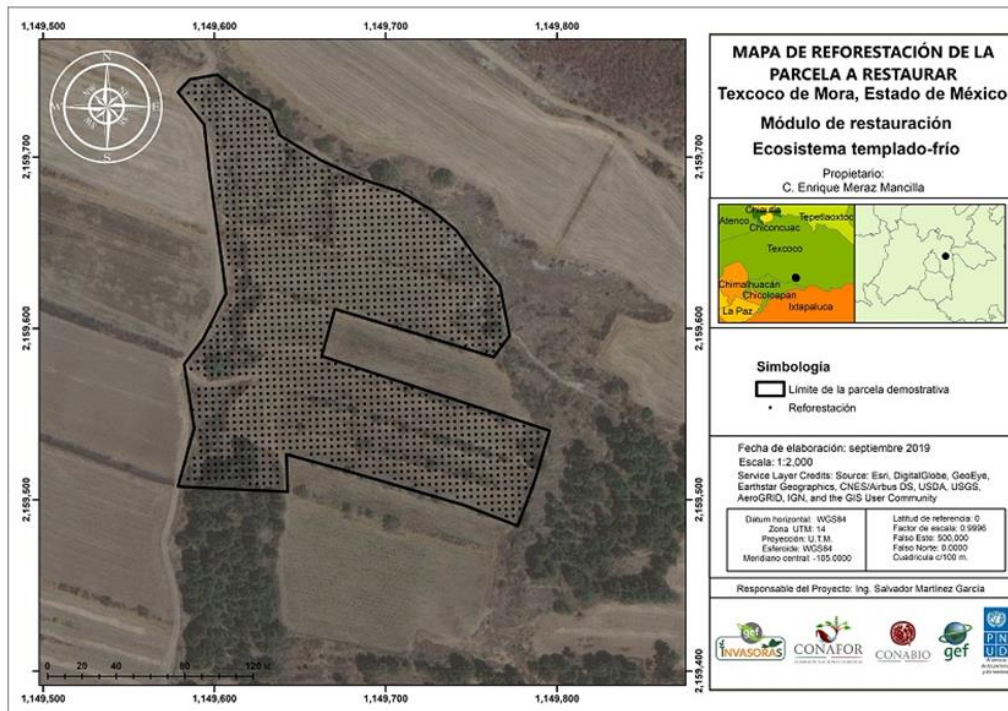


Ilustración 13. Distribución de plantación en la parcela demostrativa de clima templado frío, con un acomodo a marco real a 3 x 3 m.
Fuente: elaboración propia. SMG, 2019.

7.2.2. Módulo tropical

Para el caso de la parcela ubicada en ecosistema tropical, se utilizó el mismo diseño de plantación. Sin embargo, se decidió que la distancia entre líneas de subsolado sea a cada 4 m y la distancia entre planta y planta de igual manera de 4 m, por lo tanto, la densidad de plantación resultante es de 722 plantas por hectárea.

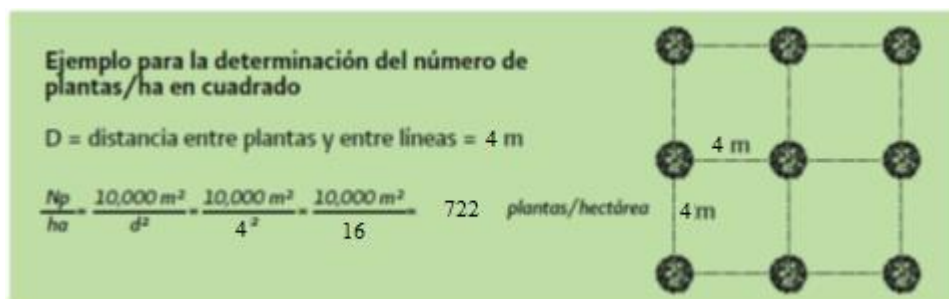


Ilustración 14. Diseño de plantación a marco real de 4 m x 4 m.
Fuente: CONAFOR (2010)



Imagen 38. Plantación a cada 4 m entre planta y planta en parcela demostrativa de clima templado frío.
Fuente: toma propia. SMG, 2019

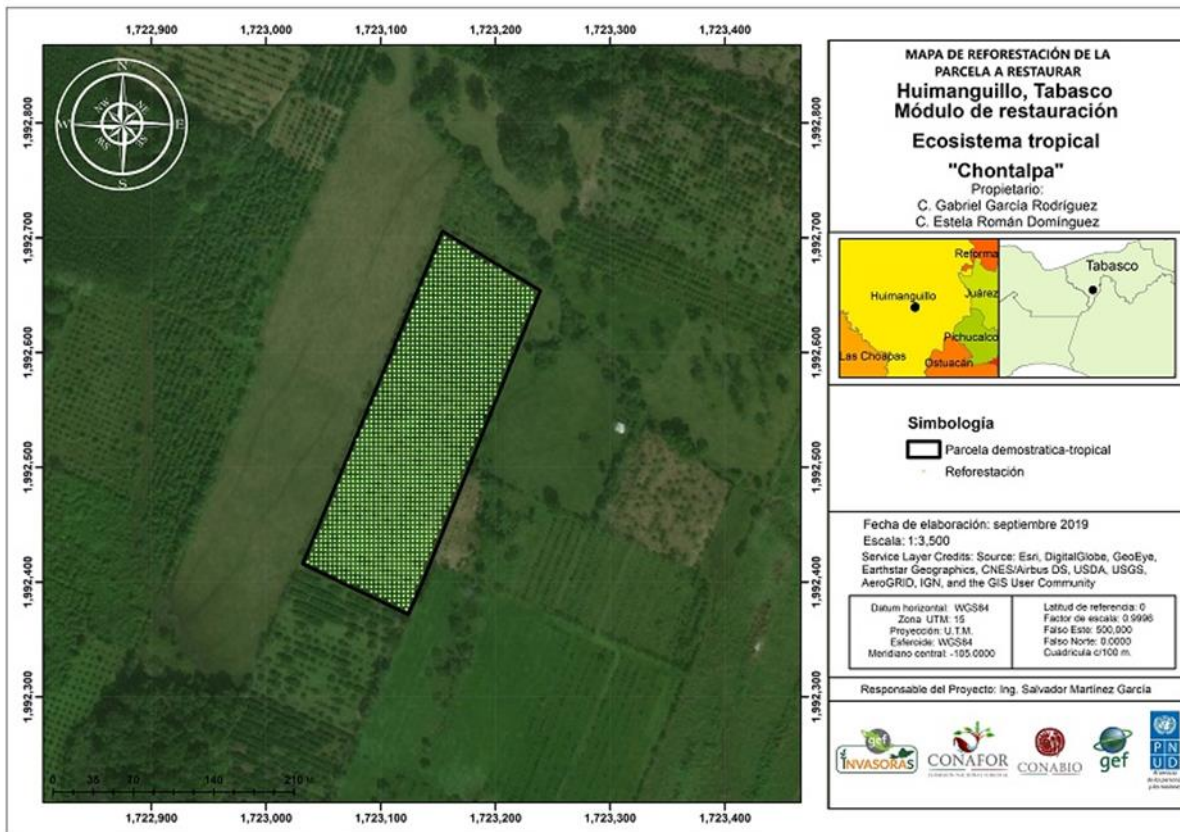


Ilustración 15. Ubicación de la plantación dentro de la parcela demostrativa de clima tropical, con un acomodo a marco real de 4 x 4m.

Fuente: elaboración propia, SMG, 2019.

7.2.3. Módulo semiárido

Debido a que la parcela ubicada en ecosistema semiárido presenta en una gran parte una pendiente del orden del 20%, se utilizó un diseño de plantación denominado “tres bolillo”, en donde se realizaron las líneas de subsolado a cada 4 metros y la distancia entre planta y planta fue a cada 4 metros, este diseño de plantación permite que presente un estado más natural.

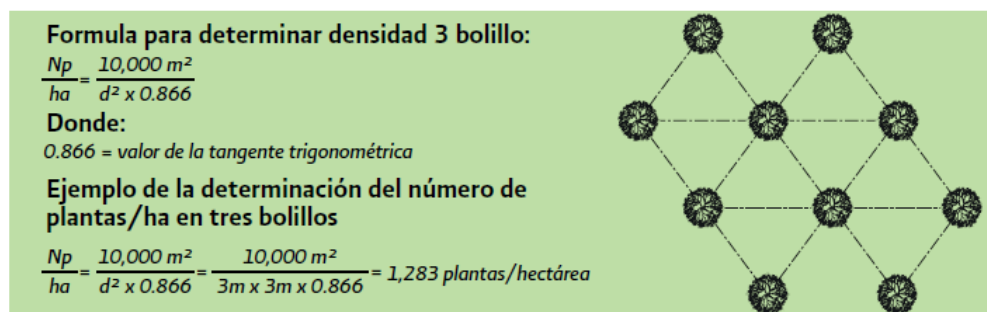


Ilustración 16. Diseño de plantación a tres bolillo de 4 m x 4 m.

Fuente: CONAFOR (2010)



Imagen 38. Plantación a cada 4 m entre planta y planta en parcela demostrativa de clima templado frío.
Fuente: toma propia. SMG, 2019

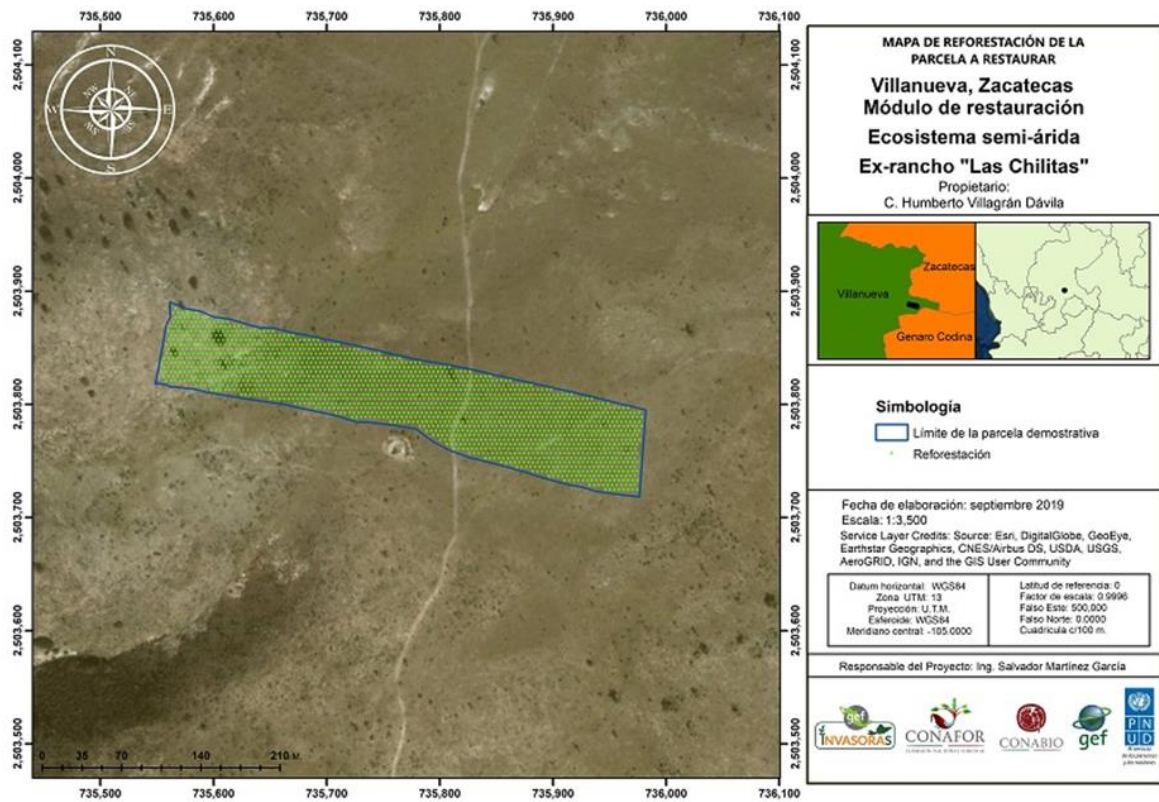


Ilustración 17. Ubicación de la plantación en la parcela demostrativa de clima semiárido, con un acomodo a tres bolillo de 4 x 4 m.

Fuente: elaboración propia, SMG, 2019.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Cuando se pretende restaurar algún sitio degradado el “Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para la reforestación solo especies nativas de las zonas prioritarias”, realiza una propuesta enfocada principalmente a como se debe seleccionar un sitio prioritario a restaurar, de igual forma con la información recabada hace una propuesta muy útil de qué tratamiento debe darse al predio o sitio en cuestión con base a las siguientes consideraciones:

- Ubicación del predio dentro de la cuenca
- Estructura de la vegetación
- Diversidad
- Compactación del suelo
- Fragmentación del paisaje
- Distribución potencial de la especie
- Salud forestal
- Susceptibilidad ante actividades antropogénicas

Por lo que, en ese sentido, el Manual resulta de mucha utilidad en esta primera fase del proceso de restauración ecológica en ecosistemas degradados. En la parte correspondiente a la determinación de las obras de conservación de suelo a implementar o bien de cómo llevar a cabo el procedimiento de plantación, la información contenida en el manual resulta de gran utilidad bajo los siguientes argumentos:

- Recorridos en el predio a trabajar para identificar los factores de degradación
- Conocer el comportamiento de los escurrimientos superficiales del predio y los factores que inciden sobre el mismo.
- Identificar el tipo de vegetación nativa y material disponible para la construcción de obras.
- Selección de obras

Recomendaciones.

Para el caso concreto de las obras de conservación de suelos el Manual hace referencia para la ejecución de este tipo de acciones al manual de Protección, restauración y conservación de suelos forestales de la CONAFOR, mismo que fue consultado en el proceso correspondiente del presente proyecto, se recomienda además la consulta de otros autores.

Para las diferentes actividades de protección de la reforestación, las cuales son actividades inherentes a la plantación el “Manual de Mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para la reforestación solo especies nativas de las zonas prioritarias” hace una referencia muy breve al respecto, por lo que es necesario y recomendable complementar la información al respecto con la consulta de diversas fuentes para llevar a cabo y de la mejor manera dichos trabajos

En cuanto al contexto puntual de la reforestación, no obstante que en el Manual se especifica de manera puntual como se debe seleccionar un sitio prioritario a restaurar, se requiere complementar la información del procedimiento detallado para realizar sobre todo las últimas cuatro etapas de mencionadas en la Ilustración 10. La cadena de la reforestación del presente documento

ANEXOS

9. Tabla de costos, módulo de ecosistema semiárido

Categoría	Obra o práctica	Descripción	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Planta	Compra de planta	2,300 plantas producidas en charola de poliestireno de 220 ml, con 20 cm de altura, especies.	<i>Pinus cembroides</i>	\$3.5	\$4,025
			<i>Acacia farnesiana</i>	\$3.0	\$3,450
Subtotal					\$7,475.00
Preparación de terreno	Roturación	Roturación y/o subsolado con tractor agrícola de 3 hectáreas	Ha	\$1,500.00	\$4,500.00
Subtotal					\$4,500.00
Reforestación	Transporte de planta.	Transporte de planta embalas (vita film) en Pick up con camper	Litros combustible	\$20.50	\$683.33
		Jornales (2) para carga y descarga	Jornal	\$250.00	\$500.00
	Compra de hidrogel	El bulto de 10 kg de grano medio tiene un costo de \$2400.00. para cada planta se utilizan 10 gr de hidrogel (Existen presentación de 25, 10 y 5 kg por bulto)	Kg	\$240.00	\$5,976.00
	Barril de plástico y cubetas	Tambo de plástico de 200 litros (preparación de mezcla de hidrogel) y 4 cubetas de plástico rígido de 10 litros	Tambo	\$1,200.00	\$1,400.00
	Reforestación en terreno subsolado y aplicación de hidrogel	La actividad se refiere a la reforestación en terrenos que ya han sido trabajaos previamente con maquinaria. El costo incluye la distribución de la planta en el terreno y la plantación de la misma.	pieza	\$2.60	\$5,980.00
Subtotal					\$14,539.33
Protección	Mantenimiento brecha cortafuego	Se considera la apertura de brecha con la eliminación de vegetación y la excavación de 0.05 m de profundidad en líneas de 4 m de ancho. Se utilizara tractor agrícola en 3 hectáreas.	Ha	\$1,500.00	\$4,500.00
Subtotal					\$4,500.00
TOTAL					\$31,014.33

10. Tabla de costos, módulo de ecosistema templado frio

Categoría	Obra o práctica	Descripción	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Planta	Compra de planta	3,832 plantas producida en bolsa de polietileno con 25 cm de altura, especies <i>Pinus pseudostrobus</i> y <i>Pinus teocote</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Pinus teocote</i>	\$4.00	\$15,328.00
Subtotal					\$15,328.00
Reforestación	Traslado de planta	El vivero denominado "Silvícola Cutzamala" donde se produce la planta se localiza a 185 km de la zona donde se realizará la reforestación, para lo cual se contrata un flete en camioneta tipo redilas de 3.5 toneladas	Flete	\$10,000.00	\$10,000.00
		Se requerirá de 3 jornales para carga y descarga, a los cuales se les considera \$500.00	Jornales	\$500.00	\$1,500.00
	Mano de obra plantación y aplicación de hidrogel	Se contrataran jornaleros para realizar la reforestación.	Planta	\$2.60	\$8,665.80
	Compra de hidrogel	El bulto de 10 kg de grano medio tiene un costo de \$2400.00. para cada planta se utilizan 10 gr de hidrogel (Existen presentación de 25, 10 y 5 kg por bulto)	Kg	\$240.00	\$8,280.00
	Tambo de plástico y cubetas	Tambo de platico de 200 litros (preparación de mezcla de hidrogel) y 4 cubetas de plástico rígido de 10 litros	Tambo	\$1,200.00	1,200.00
Subtotal					\$29,645.80
Preparación del terreno	Subsolado con tractor agrícola	Para la preparación de terreno se realizara la roturación de la capa superficial del suelo a fin de formar zanjas de 40 a 50 cm de profundidad, utilizando un tractor.	Ha	\$1,500.00	\$4,500.00
Subtotal					\$4,500.00
Protección	Mantenimiento de brechas cortafuego	Se considera la rehabilitación de 1.1. Kilómetros de brecha con la eliminación de vegetación y la excavación de 0.05 m a 0.1m de profundidad en líneas de 3m de ancho y se consideran 70 m de zanja por cada kilómetro de brecha para la desviación de escurrimientos (0.3m x 0.3m). Se contempla la contratación de 4 jornaleros	Km	\$6,694.00	\$7,363.40
	Mantenimiento del cercado de alambre de púas	Jornales para reparación y/o mantenimiento de cercado	4 jornales	\$250.00	\$ 2,000.00
		50 metros de alambre de púas calibre 12 para reposición de cercado.	Metro	\$230.00	\$230.00 \$
		Alambre recosido	Kg	\$36.00	\$36.00
Subtotal					\$9,629.40
Total					\$59,103.50

11. Tabla de costos, módulo de ecosistema tropical

Categoría	Obra o práctica	Descripción	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Planta	Compra de planta	Charola de poliestireno de 220 ml, con 20 cm de altura, especies <i>Pinus cembroides</i> y <i>Acacia farnesiana</i> .	<i>Swietenia macrophylla</i>	\$4.00	\$5,000.00
			<i>Tabebuia rosea</i>	\$3.00	\$3,750.00
Subtotal					\$8,750.00
Preparación del terreno	Chaponeo	Utilización de tractor agrícola con desbrozadora para trabajar en 3 hectáreas	Ha	\$500.00	\$1,500.00
	Roturación	Roturación y/o subsoleo con tractor agrícola para trabajar en 10 hectáreas	Ha	\$1,500.00	\$4,500.00
Subtotal					\$6,000.00
Reforestación	Transporte de planta.	Transporte de planta (bolsa)	Flete	\$5,000.00	\$1,500.00
		Jornales (6) para carga y descarga	Jornal	\$250.00	\$1,500.00
	Reforestación en terreno subsolado y aplicación de hidrogel	La actividad se refiere a la reforestación en terrenos que ya han sido trabajaos previamente con maquinaria. El costo incluye la distribución de la planta en el terreno y la plantación de la misma.	pieza	\$2.60	\$6,500.00
Subtotal					\$9,500.00
Protección	Mantenimiento brecha cortafuego	Se considera la apertura de brecha con la eliminación de vegetación y la excavación de 0.05 m de profundidad en líneas de 4 m de ancho. Se utilizara tractor agrícola	Km	\$1,500.00	\$1,650.00
Subtotal					\$1,650.00
TOTAL					\$25,900.00

12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PARCELAS DSEMOSTRATIVAS EN LOS TRES TIPOS DE ECOSISTEMAS

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN Y/O ENTREGA (semanas)																	
	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Oct.	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Plan de trabajo que detalle las actividades a realizar dentro del periodo contemplado del proyecto.																		
Actividades de establecimiento de planta forestal (mantenimiento en los tres módulos de restauración establecidos en 2018: Preparación de terreno, mantenimiento de cercado y brechas cortafuego).																		
a. Módulo semiárido (Zacatecas)																		
b. Módulo templado frío (Estado de México)																		
c. Módulo tropical (Tabasco)																		
Establecimiento de la planta en cada módulo a restaurar. Se establecerá la planta producida en vivero durante 2018 (traslado y acopio de planta, actividades de reforestación).																		
a. Módulo semiárido (Zacatecas)																		
b. Módulo templado frío (Estado de México)																		
c. Módulo tropical (Tabasco)																		
Entrega de resultados finales del proyecto en oficinas centrales de la CONAFOR, en Zapopan, Jalisco e informe final al proyecto GEF invasoras.																		

13. LITERATURA CONSULTADA

Aguirre Muñoz, A., Mendoza Alfaro, R., Arredondo Ponce Bernal, H., Arriaga Cabrera, L., Campos González, E., Contreras-Balderas S., Elías Gutiérrez, M., Espinosa García, F. J., Fernández Salas, I., Galaviz Silva, L., García de León, F. J., Lazcano Villarreal, D., Martínez Jiménez, M., Meave del Castillo M. E., Medellín, R. A., Naranjo García E., Olivera Carrasco M. T., Pérez Sandi, M., Rodríguez Almaraz, G., Salgado Maldonado, G., Samaniego Herrera, A., Suárez Morales, E., Vibrans, H., Zertuche González, J. A., 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 277-318. Honorable Cámara de Diputados, 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Carreón García, J. S. 2019. Guía de elaboración de proyectos de restauración forestal para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Tesina de Maestría Tecnológica. Colegio de Postgraduadas. Montecillo, Texcoco, estado de México.

Comisión Nacional Forestal. 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. Primera edición. Zapopan, Jalisco, México.

Corporación Nacional Forestal. 2013. Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Chile. 91 p.

H. Congreso de la Unión. 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), 05 de junio de 2018. México. 69 p.

Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J. P., Sangüesa Pool, C., Martínez Araya, E., Román Arellano, L. 2004. Monografías subsolado. Proyecto IDI-CORFO, Determinación de Estándares de Ingeniería en Obras de Conservación y Aprovechamiento de Aguas y Suelos, para la Mantención e Incremento de la Productividad Silvícola. Talca, Chile.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018. Establecimiento de tres módulos de restauración de ecosistemas forestales, utilizando para la reforestación únicamente especies nativas. Proyecto 083999 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional EEI. Martínez, S. Zapopan, Jalisco, México. 106 pp. + 2 Anexo.

Prieto Ruíz, J. Á. 2019. Importancia de la calidad de la planta en los programas de reforestación. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Innovación Forestal. Revista electrónica de divulgación científica Forestal. (En línea) Disponible en https://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=993 (consultado el 28 de junio de 2019).

Vanegas, López. M., 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación sólo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

Wightman, K. E. y Cruz, B. S. 2003. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas Foresta Veracruzana, vol. 5, núm. 1, pp. 45-51 Recursos Genéticos Forestales, Xalapa, México.



Al servicio
de las personas
y las naciones