



INFORME DE CONCLUSIÓN

(Actividades relacionadas con la profesión)

Licenciatura en Agronomía.

Proyecto externo:

“Especies Forestales Comerciales con Potencial Agroforestal en Suelo de Conservación de la CDMX”

(Apoyo Técnico en Seguimiento al Programa de Manejo Forestal Comunitario en la Promotoría de Desarrollo Forestal en la CDMX).

Departamento de de Manejo Forestal Comunitario en la Promotoría de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal en la Ciudad de México.

Asesor interno: Dr. en Ciencias Fidel Adolfo José Martin Payan Zelaya.

Asesor externo: Ing. Forestal Rodrigo Alcantar Morales.

Alumna: Erandeni Reyes Flores.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo general:	4
2.2	Objetivos particulares:.....	4
3.	JUSTIIFICACION	4
4.	MARCO TEÓRICO.....	5
4.1	Características del Suelo de Conservación (SC) de la CDMX.....	5
4.2	Servicios Ambientales	9
4.3	Clima de la CDMX	9
4.4	Ecosistemas de la CDMX	10
4.5	Zonas Forestales de la CDMX	15
4.6	Agroforestería	16
4.7	Plantaciones Forestales Comerciales.....	19
4.8	Especies utilizadas en las Plantaciones Forestales Comerciales en CDMX.....	21
4.9	Operación de la producción de árboles de navidad	22
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1	Área de estudio.....	26
5.2	Metodología	27
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6.1	Especies Forestales seleccionas	29
6.2	Climogramas de la zona de estudio.....	35
6.3	Diseño de sistema agroforestal.....	39
6.4	Evaluación económica del establecimiento y producción de árboles de Navidad.....	50
6.5	Evaluación del impacto ambiental al establecer una plantación forestal.....	55
7.	CONCLUSIONES	58
8.	DESARROLLO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	59
9.	CONCLUSIONES SERVICIO SOCIAL	63
10.	REFERENCIAS	63
11.	ANEXO 1. EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE	66
12.	ANEXO 2. FORMATOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A PRODUCTORES	69

1. INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México se divide en dos grandes áreas según el uso del suelo y las actividades desarrolladas en las últimas décadas: el Suelo para Desarrollo Urbano (SDU), que abarca aproximadamente 60,867.9 ha, y el Suelo de Conservación (SC), con una extensión cercana a 87,310.8 ha (CONAFOR, 2021). Este último alberga diversos ecosistemas como bosques de oyamel, pino y encino, matorrales xerófilos, humedales y pastizales (UMA, 2022), los cuales son esenciales para los habitantes de la capital debido a los servicios ambientales que brindan, como la producción de agua, la regulación del clima y la captura de carbono (SEDEMA, 2016).

En particular, las zonas forestales, que cubren una superficie de 47,422 ha (31.9% del total estatal, SEMARNAT, 2014), contienen una rica diversidad vegetal. Sin embargo, estos ecosistemas están cada vez más amenazados por actividades humanas que alteran su estructura y funcionamiento, comprometiendo los servicios que ofrecen. Según el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF), entre 2001 y 2022 se han perdido en promedio 208,746 ha de bosques al año en el país. Una de las principales causas es la conversión de áreas forestales en tierras agrícolas, que representa el 21.26% de la deforestación total, con una pérdida promedio anual de 44,379 ha (SNMF, 2022).

Además de la deforestación, Riveros et al. (2015) señalan que la agricultura intensiva genera otros impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y el suelo. Esto se agrava en los sistemas de monocultivo, donde el cultivo de una sola especie favorece la aparición de plagas y malezas, lo que obliga a incrementar el uso de insumos químicos. Estos sistemas también disminuyen la materia orgánica del suelo, deteriorando su calidad, incrementando los costos de producción y reduciendo la rentabilidad de las parcelas.

En este contexto, los Sistemas Agroforestales (SAF) surgen como una alternativa sostenible para el uso del suelo. Los SAF integran especies forestales con sistemas agrícolas, ya sea de manera simultánea (sincrónica) o en secuencia temporal (diacrónica) (Montagnini *et al.*, 2015). Estas combinaciones permiten obtener múltiples productos, como madera, leña, frutos, forraje y medicinas, al tiempo que preservan la biodiversidad y fomentan el uso sostenible de los recursos, reduciendo la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad (Pérez *et al.*, 2021).

El proyecto Especies Forestales Comerciales con Potencial Agroforestal en Suelo de Conservación de la CDMX busca identificar las especies forestales más adecuadas para asociarse con cultivos agrícolas en estas áreas. Este análisis permitirá desarrollar propuestas de sistemas agroforestales adaptados al Suelo de Conservación, promoviendo la conservación del suelo y el manejo sostenible de los recursos. Además, busca mejorar el bienestar de los agricultores al diversificar sus ingresos, reducir su vulnerabilidad a las fluctuaciones de precios agrícolas y garantizar un sustento más estable a largo plazo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Identificar especies forestales comerciales con potencial agroforestal en el Suelo de Conservación de la CDMX.

2.2 Objetivos particulares:

- Identificar especies forestales comerciales apoyadas por la CONAFOR, que sean adecuadas para las condiciones del Suelo de Conservación de la Ciudad de México.
- Identificar las características agronómicas y ecológicas de estas especies para determinar su viabilidad.
- Realizar una proyección, para determinar la rentabilidad de las especies forestales.
- Realizar un análisis de impacto ambiental de la introducción y cultivo de estas especies en Suelo de Conservación.
- Desarrollar una propuesta para un sistema agroforestal en Suelo de Conservación de la CDMX.

3. JUSTIFICACION

La Ciudad de México (CDMX) enfrenta desafíos significativos en términos de sostenibilidad ambiental y desarrollo rural. Uno de los principales retos es la preservación y manejo adecuado de los suelos de conservación, que son esenciales para la regulación del ciclo del agua, la prevención de la erosión, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Sin embargo, muchas de estas áreas presentan altos índices de degradación de sus recursos naturales, lo que limita su capacidad para cumplir con estas funciones ecosistémicas cruciales.

Este proyecto responde a la necesidad de encontrar alternativas de uso sostenible para estos suelos, que no solo ayuden a su conservación, sino que también promuevan el desarrollo económico local mediante la implementación de prácticas agroforestales. Las actividades agroforestales integran sistemas agrícolas y forestales de manera que aprovechan los beneficios de ambos, favoreciendo la regeneración natural de los ecosistemas y la producción de bienes forestales comerciales.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Características del Suelo de Conservación (SC) de la CDMX

Más del 50 por ciento del territorio de la Ciudad de México se encuentra clasificado como Suelo de Conservación (SC) y se encuentra localizado principalmente al sur de la entidad (**Fig. 1 a)**),

Desde el punto de vista geomorfológico, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT) (2019), indica que el SC forma parte de la Cuenca de México, que a su vez integra el Eje Neovolcánico Transversal. Representa el 11% de esta cuenca y contiene áreas representativas de las zonas lacustre, de transición y de montaña o lomas (**Fig. 3 b)**).

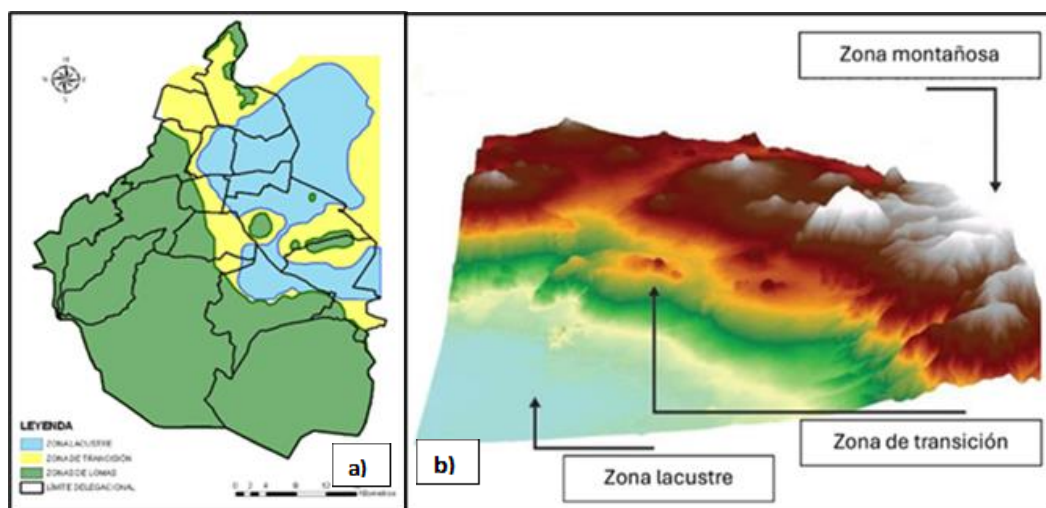


Figura 1. Geomorfología de la CDMX. Fuente: Atlas de peligros y riesgos de la Ciudad de México, 2014.

A partir de la información obtenida del estudio titulado “Suelo de Conservación”, desarrollado por Mancera *et al.* (2016), se elaboró la siguiente tabla, en donde se describen las características de las zonas mencionadas anteriormente.

Tabla 1. Características de la zona lacustre, de transición y montañosa del SC.

<i>Zona</i>	<i>Características del suelo</i>
<i>Lacustre</i>	• Compuesto por dos formaciones de arcilla: una superior y otra inferior. • Espesor que varía entre 30 y 70 metros, separadas por una capa dura compuesta de limos y arenas. • Las formaciones de arcillosas actúan como un acuitario debido a su baja permeabilidad. • Cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales.
<i>Transición</i>	• Se encuentra en el piedemonte y sirve como interfaz entre las zonas lacustre y de montaña. • Está compuesta por arcillas mezcladas con limos y arenas en las proximidades de la zona lacustre, y por basaltos fracturados cerca de la zona montañosa. • Debido a sus altas permeabilidades, se considera que esta área es donde ocurre la mayor recarga del acuífero.
<i>Montañosa</i>	• Se eleva a más de 2,700 msnm. • Formada por coladas y andesitas basálticas. • Pueden contener depósitos arenosos superficiales o intercalados, que varían entre suelto y cohesivo, siendo relativamente blandos. La permeabilidad en esta área es alta y se ve favorecida por la fracturación de los materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Además, se ha identificado que en la Ciudad de México existen cuatro tipos de suelo, de los cuales dos predominan en la mayor parte de su superficie: el feozem y el andosol, que constituyen el 90.1% del total. Los suelos litosol y solonchak, en menor proporción, abarcan el 9.84% restante (**Tabla 2**).

Tabla 2. Proporción de la superficie de la CDMX por tipo de suelo.

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Proporción de la superficie (%)</i>
<i>Feozem</i>	51.43
<i>Andosol</i>	38.73
<i>Litosol</i>	5.18
<i>Solonchak</i>	4.66

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por SEMARNAT (2014).

Entre las características destacadas de cada tipo de suelo que cubre el territorio de la Ciudad de México se encuentran las siguientes:

Tabla 3. Tipos de suelo en la CDMX.

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Características</i>
<i>Feozem</i>	• Ricos en materia orgánica. • Capa superficial delgada y blanda de color oscuro. • Fertilidad varía de moderada a alta. • Favorece el desarrollo de una amplia gama de vegetación, • Destinado principalmente a la agricultura. Suelen encontrarse en terrenos planos. • Son vulnerables a la erosión en pendientes pronunciadas.
<i>Andosol</i>	• Formado a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en silicatos. • Poseen una alta capacidad para retener humedad, la cual liberan lentamente. • Riqueza en materia orgánica. • Alta fijación e inmovilización de fósforo,

<i>Litosol</i>	• En su estado natural, albergan vegetación de pino, oyamel y encino. • Poco desarrollados. • Compuestos principalmente de basalto, andesita y cenizas volcánicas. • Profundidad menor a 10 cm, lo que les confiere una alta capacidad de infiltración del agua. • Susceptibles a la erosión hídrica,
<i>Solonchak</i>	• Alto contenido de sales, lo cual favorece la formación de costras salinas superficiales. • pH entre 9 y 9.5. • Presencia de carbonato sódico altamente tóxico. • Uso agrícola limitado a cultivos resistentes a las sales.

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por INEGI (2016), SEMARNAT (2014).

Según la información proporcionada por los Atlas de Peligros y Riesgos de cada Alcaldía, la distribución de estos tipos de suelo varía según las características específicas de cada región.

Tabla 4. Alcaldías que administran el SC y su tipo de suelo.

<i>Alcaldía</i>	<i>Tipo de suelo</i>
<i>Milpa Alta</i>	En el centro, sur y poniente predomina el andosol, cubriendo el 63% del territorio, mientras que el feozem ocupa el 17% restante.
<i>Tlalpan</i>	El andosol domina en la parte central, el litosol en el sur, y el feozem en el noroeste.
<i>Xochimilco</i>	El solonchak predomina en el norte, mientras que el andosol es común en el suroeste.
<i>Cuajimalpa</i>	El andosol cubre el 53.5% del territorio, seguido por el feozem 12.6%.
<i>Tláhuac</i>	El feozem ocupa el 93.7% del territorio, con áreas de solonchak en el noroeste que representan el 6.3% restante.
<i>Magdalena Contreras</i>	Se encuentran andosoles en la parte sur, suroeste y poniente. Los litosoles son comunes cerca del cerro del Judío y al suroeste de San Bernabé, mientras que el feozem se distribuye principalmente en el norte y noreste.

<i>Álvaro Obregón</i>	El feozem cubre el 53.8% del territorio, seguido por el litosol con el 28.8% y el andosol con el 21.5%.
<i>Gustavo A. Madero</i>	Predominan el feozem y el solonchak salino y sódico.
<i>Iztapalapa</i>	Los solonchacks se encuentran en la porción central, mientras que el feozem predomina en la mayor parte de la alcaldía.

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por SEDEMA (2014) y en los Atlas de Peligros y Riesgos de cada Alcaldía (2014).

4.2 Servicios Ambientales

Los servicios ambientales o ecosistémicos son beneficios tangibles e intangibles que se obtienen de los ecosistemas, como, por ejemplo: el suministro de alimento y agua, la regulación del clima, la formación de suelo y los ciclos de nutrientes (SEDEMA, 2016).

El SC tiene una gran importancia debido a los múltiples beneficios que proporciona a la capital del país. Entre sus principales funciones se encuentran la producción de agua, la disminución de los niveles de contaminación y la regulación del clima. Así mismo, actúa como reservorio de biodiversidad, contribuye a la retención de suelo y agua, y favorece la producción agropecuaria. También representa un espacio valioso para la recreación, el turismo y la cultura, lo que lo convierte en un elemento esencial para el bienestar ambiental, social y económico (SEDEMA, 2016).

4.3 Clima de la CDMX

La CDMX presenta los climas descritos en la tabla siguiente.

Tabla 5. Tipos de clima en CDMX.

<i>Clima</i>	<i>%</i>
<i>Templado subhúmedo (C, w)</i>	60
<i>Semifrío subhúmedo (C, E, w)</i>	27
<i>Semiseco (BS1kw)</i>	7
<i>Semifrío húmedo (C, E, m)</i>	6

Fuente: CONAFOR, 2021

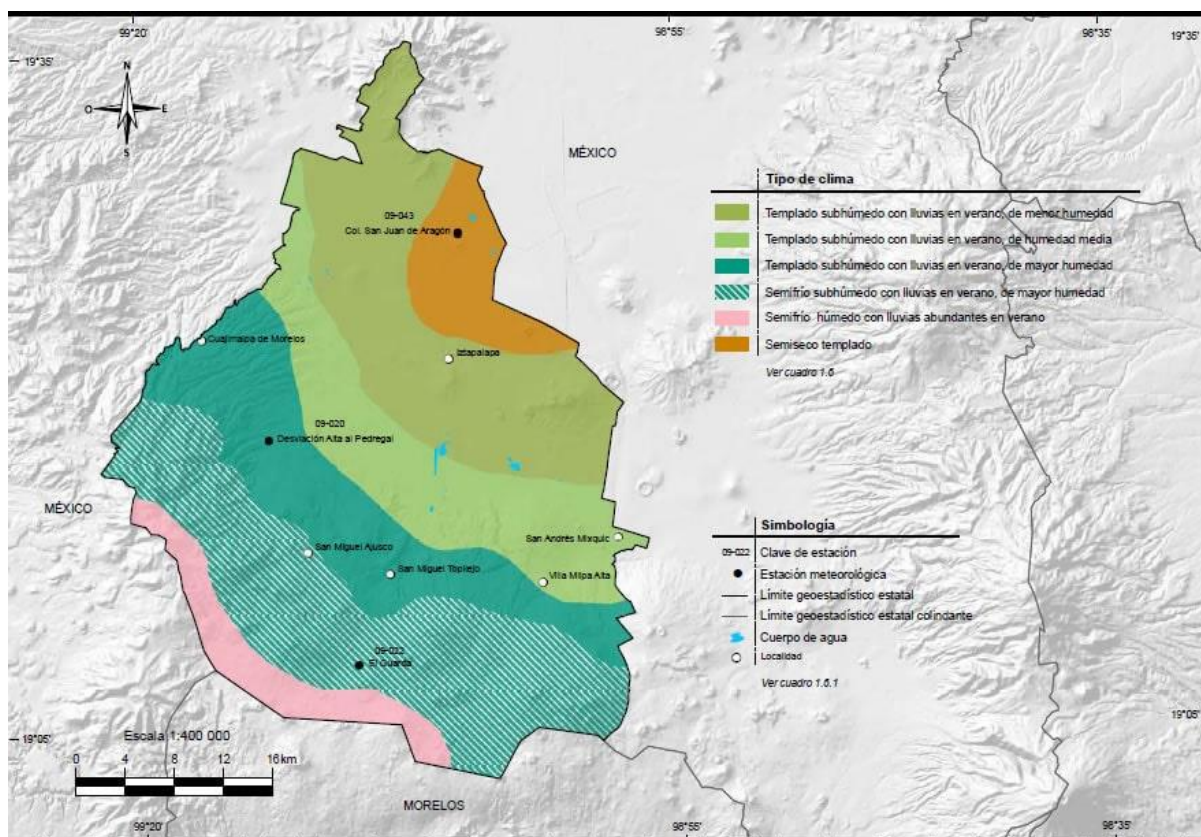


Figura 2. Climas de la CDMX. Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas

Según datos emitidos por SEDEMA (2016), la temperatura anual en la Ciudad de México varía entre 5°C y 16°C, con un promedio de 12°C. Sin embargo, en los últimos años, la temperatura promedio ha aumentado en 4°C, de los cuales 3°C son atribuibles al fenómeno de la "isla de calor", generado por la urbanización. Por su parte, la precipitación media anual en la región varía entre 600 y 1.500 mm. Se ha observado un patrón ascendente en la distribución de la precipitación, que se desplaza de noroeste a suroeste, lo cual coincide, en términos generales, con las zonas más bajas y elevadas del suelo de conservación (SC), respectivamente. Se estima que en el SC se genera una escorrentía superficial de 73 millones de m³ anuales, mientras que el volumen de infiltración fluctúa entre 165 y 190 millones.

4.4 Ecosistemas de la CDMX

El gradiente de altitud en la CDMX, que varía entre 2,200 y 4,000 msnm, genera una amplia diversidad de condiciones ambientales y climáticas. Esto ha propiciado la existencia de diversos tipos de vegetación, que conforman complejos ecosistemas naturales con climas templado-frío (bosques) y zonas áridas o semiáridas (matorral y pastizal). Según Rzedowski

(2006), los tipos de vegetación que representa a cada ecosistemas se describen a continuación:

Tabla 5. Características de los ecosistemas de la CDMX.

<i>Ecosistema</i>		<i>Tipo</i>	<i>Característica</i>	<i>Flora</i>	<i>Fauna</i>
<i>Bosque de Conífera</i>		OYAMEL	- También llamado bosque de abetos - Suelos volcánicos con pendientes moderadas - Altitud: 2,500 y 3,200 msnm - Precipitación anual de 1,400 mm - Temperatura promedio de 10°C. - Extensión 5,320 ha, lo que equivale aproximadamente al 3.6% del territorio y al 6.1% del SC de la CDMX. Localización: - Sierra de Las Cruces - Sierra del Ajusco Alcaldías - Cuajimalpa - Álvaro Obregón - Magdalena Contreras - Tlalpan - Milpa Alta.	<i>Abies. religiosa</i> <i>Salix paradoxa</i> <i>Garrya laurifolia</i> <i>Sambucus nigra</i> var. <i>Buddleja cordata</i> <i>Roldana angulifolia</i> <i>Ribes ciliatum</i> <i>Symphoricarpos microphyllus</i> <i>Cestrum anagyris</i> var. <i>Anagyris</i> <i>Solanum cervantesii</i> <i>Physalis coztomatl</i> <i>Arracacia atropurpurea</i>, <i>Sigesbeckia jorullensis</i>, <i>Alchemilla procumbens</i>, <i>Stellaria cuspidata</i> <i>Euphorbia furcillata</i>	- Tlacuache (<i>Didelphis virginiana</i>) - Zorro gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>) - Cascabel de cola negra (<i>Crotalus molossus</i>) - Rana de árbol plegada (<i>Hyla plicata</i>) - Carpintero mexicano (<i>Dryobates scalaris</i>)
		PINO	- Altitud: 2,600 y 3,800 msnm - Suelos volcánicos con pendientes pronunciadas - Precipitación anual promedio supera los 1,300 mm	Conformado por dos comunidades vegetales. La primera está dominada por: - Pino de las alturas (<i>Pinus hartwegii</i>) - Zacatón (<i>Muhlenbergia macroura</i>)	- Aguililla cola roja (<i>Buteo jamaicensis</i>) - Azulejo (<i>Cyanocitta stelleri</i>) - Cascabel pigmea mexicana (<i>Crotalus ravus</i>)

**Bosque
latifoliada**

		• Temperatura oscila entre 15° y 18° C • Extensión 12,885 ha, que representa el 8.7% del territorio de la ciudad y el 14.8% del SC Alcaldías • Cuajimalpa • Álvaro Obregón • Magdalena Contreras • Tlalpan • Milpa Alta.	• Ichu (<i>Stipa ichu</i>) • Aretillo (<i>Penstemon campanulatus</i>) • Ala de ángel (<i>Begonia gracilis</i>), siempreviva • Transvolcánica (<i>Sedum goldmanii</i>) • Especies del género <i>Cerastium</i> y <i>Eryngium</i> La segunda comunidad está conformada por diferentes especies de pinos: • chamaite (<i>Pinus montezumae</i>) • Azteca (<i>Pinus teocote</i>) • cChimonque (<i>Pinus leiophylla</i>).	• Búho cornudo (<i>Bubo virginianus</i>) • Lagartija espinosa de collar (<i>Sceloporus torquatus</i>)
	ENCINO	• Es escaso debido a la expansión de asentamientos humanos • Altitud: 2,500 hasta los 2,800 msnm • Extensión: 2,741 ha, lo que equivale al 1.8% del territorio de la ciudad, pero más del 60% de estas áreas están perturbadas Localización: Serranías de: • Xochimilco • Milpa Alta	• <i>Quercus</i> sp. • <i>Clethra mexicana</i> • <i>Q. laurina</i> • <i>Archibaccharis hirtella</i> • <i>Clematis dioica</i> • <i>Philadelphus mexicanus</i>, • <i>Smilax moranensi</i> • <i>Solanum appendiculatum</i>, • <i>Arbutus xalapensis</i>	• Carpintero bellotero • (<i>Melanerpes formicivorus</i>) • Ajolote de montaña (<i>Ambystoma altamirani</i>) • Venado de cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) • Zorrillo manchado (<i>Spilogale angustifrons</i>)

**Bosque
mesófilo de
montaña**

		• Tlalpan • Cuajimalpa • Álvaro Obregón • Magdalena Contreras		• Gallina de monte (<i>Dendrotyx macroura</i>)
		Se conoce como: • Selva mediana o baja perennifolia • Bosque deciduo templado • Extensión: se encuentra severamente limitado en el país, abarcando apenas entre el 0.4% y 1% del territorio mexicano. En la CDMX ocupa una superficie de 380 ha • Altitud: 2,500 y 2,700 msnm. Localización: • Magdalena Contreras • Cuajimalpa • Tlalpan.	• <i>Quercus rugosa</i> • <i>Q. laeta</i> • <i>Q. crassipes</i> • <i>Q. castanea</i> • <i>Symplocos citrea</i> • <i>Ilex toluca</i> • <i>Clethra mexicana</i> • <i>Cornus disciflora</i> • <i>Meliosma dentata</i> • <i>Viburnum stenocalyx</i> • <i>Rhamnus mucronata</i> • <i>Acer negundo</i> subsp. <i>Mexicanum</i> • <i>A. religiosa</i> • <i>Q. laurina</i> • <i>Cupressus lusitánica</i> • <i>Prunus serotina</i> subsp. <i>Capuli</i> • <i>Ageratina aschenborniana</i> • <i>Iresine ajuscana</i> • <i>Cestrum anagyris</i> • <i>Archibaccharis asperifolia</i>.	• Tlaconete pinto (<i>Isthmura bellii</i>) • Murciélago lengüetón (<i>Glossophaga soricina</i>) • Lagarto de las montañas (<i>Barisia imbricata</i>) • Tragón mexicano (<i>Trogon mexicanus</i>) • Zafiro oreja blanca (<i>Basilinna leucotis</i>).
		• Suelos volcánicos rocosos • Clima cálido y seco • Precipitación de 700 mm • Altitud 2,500 msnm • Extensión de 2,391 ha Localización:	• <i>Pittocaulon praecox</i> • <i>Eysenhardtia polystachya</i>) • <i>Buddleja cordata</i> • <i>Dodonea viscosa</i> • <i>Montanoa tomentosa</i>	• Ardillón de roca (<i>Otospermophilus variegatus</i>) • Mascarita matorralera (<i>Geothlypis nelsoni</i>)

**Matorral
Xerófilo**

- Sierra de Guadalupe
 - Sierra de Santa Catarina
 - Serranías de Xochimilco
- Alcaldías:
- Milpa Alta
 - Gustavo A. Madero
 - Iztapalapa
 - Tláhuac
 - Tlalpan
 - Xochimilco
 - Milpa Alta

- *Verbesina virgata*
- *Wigandia urens*
- *Bouvardia ternifolia*
- *Sedum oxypetalum*
- *Acacia schaffneri*
- *Bursera cuneata*
- *Bursera fagaroides*
- *Ipomoea murucoides*,
- *Opuntia tomentosa*
- *Quercus frutex*
- *Tecoma stans*
- *Yucca filifera*
- *Nolina parviflora*.

- Ranita de las rocas (*Eleutherodactylus grandis*)
- Culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*)
- Cacomixtle (*Bassariscus astutus*)

Pastizal

- También denominado pastizal de alta montaña o zacatonal alpino
- Altura: 2,600 y 3,900 msnm. Sin embargo, también se puede encontrar en algunas áreas de menor altitud, especialmente en las serranías de Xochimilco y Milpa Alta
- Suelos volcánicos fértiles.
- Extensión: 6,377 ha, lo que representa el 4.3% del territorio de la ciudad.

En esta comunidad dominan las especies de:

- Zacatón (*Muhlenbergia macroura*, *M. quadridentata*, *M. ramulosa*, *Festuca tolucensis*)
- Pastos o zacates (*Festuca amplissima*, *Calamagrostis tolucensis*, *Poa annua*, *Potentilla staminea*)

- Zacatuche (*Romerolagus diazi*)
- Tuza de la cuenca de México (*Cratogeomys merriami*)
- Gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*)
- Cascabel ocelada (*Crotalus polystictus*)
- Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)

Los humedales presentes en la ciudad son ecosistemas lacustres que comprenden:

- Los tipos más notables de comunidades vegetales

- Tilapia o mojarra de agua dulce (*Oreochromis niloticus*)

Humedal		• Lagos, lagunas y humedales artificiales • Estas áreas suelen ser planas, con el suelo cubierto de agua de manera permanente o estacional • Extensión: 851 ha en la Ciudad de México	arraigadas y emergidas son los “tulares”, que alcanzan de 2 a 3 m de alto con las especies de junco (<i>Typha latifolia</i> y <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>)	• Ajolote (<i>Ambystoma mexicanum</i>) • Ranas cencuate • Culebra negra de agua (<i>Thamnophis melanogaster</i>).
		Localización: Humedales de: • Xochimilco • Tláhuac	• La vegetación flotante que predomina son lenteja de agua (<i>Lemna minuscule</i>) y hojuela de agua (<i>Wolffia columbiana</i>).	

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por SEMARNAT (2014), CONABIO (2021) e INEGI (2023).

4.5 Zonas Forestales de la CDMX

Según datos recopilados por la SEMARNAT (2014), las zonas forestales albergan una diversidad muy amplia de plantas y tipos de vegetación en relación con la superficie forestal que ocupa. La superficie forestal corresponde a 47,422 ha, representando un 31.9 % del total de superficie estatal.

Sin embargo, estos hábitats naturales están cada vez más amenazados por las actividades humanas, alterando la estructura y el funcionamiento de estos espacios vitales, así como los servicios que ofrecen. Aunque se han logrado algunos avances en la reducción de la deforestación a nivel mundial, la pérdida de bosques sigue siendo una preocupación importante. La explotación ilegal de recursos forestales, la tala indiscriminada, los incendios y el cambio climático están poniendo en riesgo la salud de estos hábitats. Esto no solo afecta a las comunidades y ejidos que dependen de estos recursos para sobrevivir, sino que también impacta la calidad de vida en el Valle de México (IBERO, 2023).

Por su parte, el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF), reportó que entre 2001 y 2022, se perdieron en promedio 208,746 ha de bosques cada año en el país. Las principales causas de esta pérdida incluyen la conversión de bosques a pastizales, que representa el 73.84% de la pérdida, la transformación a tierras agrícolas (21.26%), los asentamientos humanos (2.30%), conversión a humedales (0.06%) y otros usos (5,295 ha por año, 2.54%) (SNMF, 2022).

En este contexto, los sistemas agroforestales emergen como una alternativa efectiva para mitigar el impacto ambiental y promover una producción sostenible. Según Montagnini *et al.* (2015), los Sistemas Agroforestales (SAF) no solo ofrecen una amplia gama de productos, sino que también proporcionan servicios ambientales similares a los de los ecosistemas naturales. Estos sistemas favorecen la diversificación agrícola al maximizar el uso de la vegetación en distintos estratos, y, al mismo tiempo, generan productos básicos y aportan beneficios económicos y ambientales, contribuyendo así a un paisaje multifuncional.

4.6 Agroforestería

El Centro Mundial de Agroforestería define el término como el cultivo de árboles en asociación con cultivos agrícolas y/o ganado, ya sea en combinación espacial o en secuencia temporal. Las posibles combinaciones agroforestales son infinitas, y varían desde árboles dispersos en huertos caseros o de traspatio hasta densas plantaciones forestales o frutales que se integran con cultivos o pastizales en corredores (Del Amo y Del Carmen, 2019).

En México, la agroforestería no es un concepto nuevo; por el contrario, se basa en agroecosistemas tradicionales que actúan como el principal repositorio de germoplasma, tanto de plantas cultivadas como de variedades silvestres. Estos sistemas son el resultado de la influencia directa e indirecta de las comunidades indígenas y campesinas establecidas en cada región.

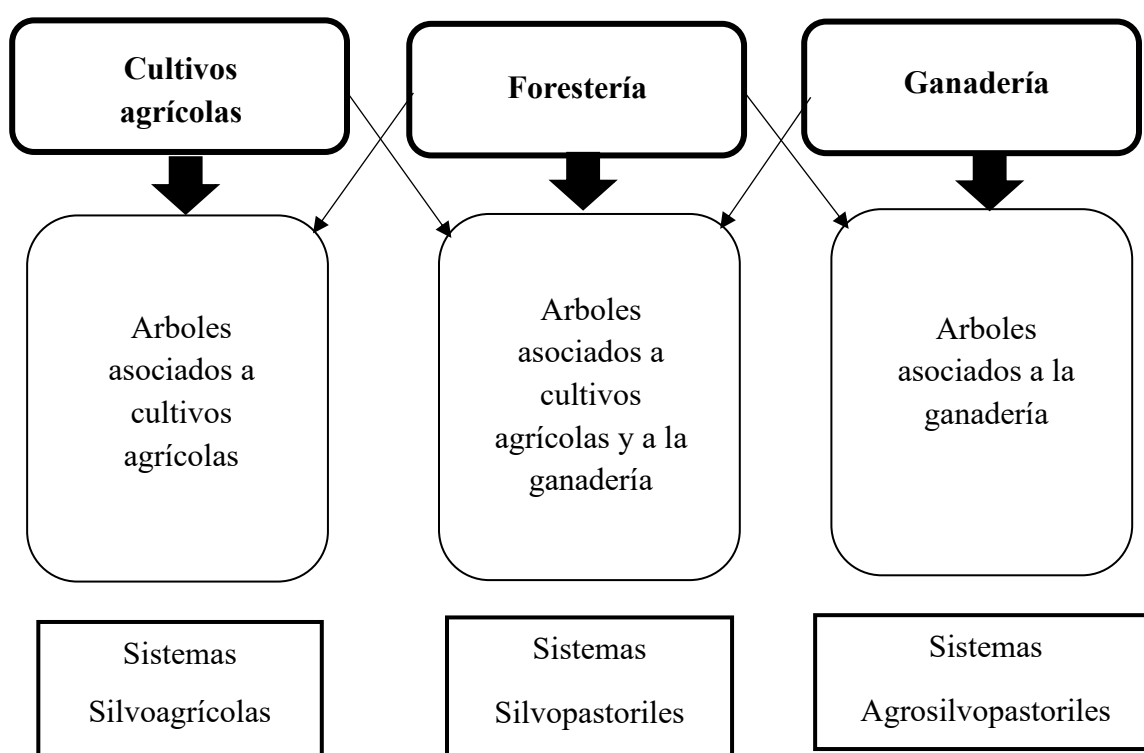
El objetivo de estos sistemas es aprovechar las interacciones entre las diferentes especies de plantas y animales para mejorar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de los ecosistemas agrícolas.

Entre sus ventajas más destacadas se encuentran: la conservación del suelo, ya que según Rincón (2018), estos sistemas ayudan a proteger y conservar el suelo al reducir la erosión y

mejorar su estructura, permiten a los agricultores reducir su vulnerabilidad a los cambios en los precios de los productos agrícolas y obtener un sustento más estable a lo largo del tiempo. Son inherentemente más resistentes y adaptables a los cambios climáticos que los monocultivos. Además, ofrecen una serie de servicios ecosistémicos, desde la captura de carbono hasta la conservación de la biodiversidad y la regulación del agua (Rincón, 2018).

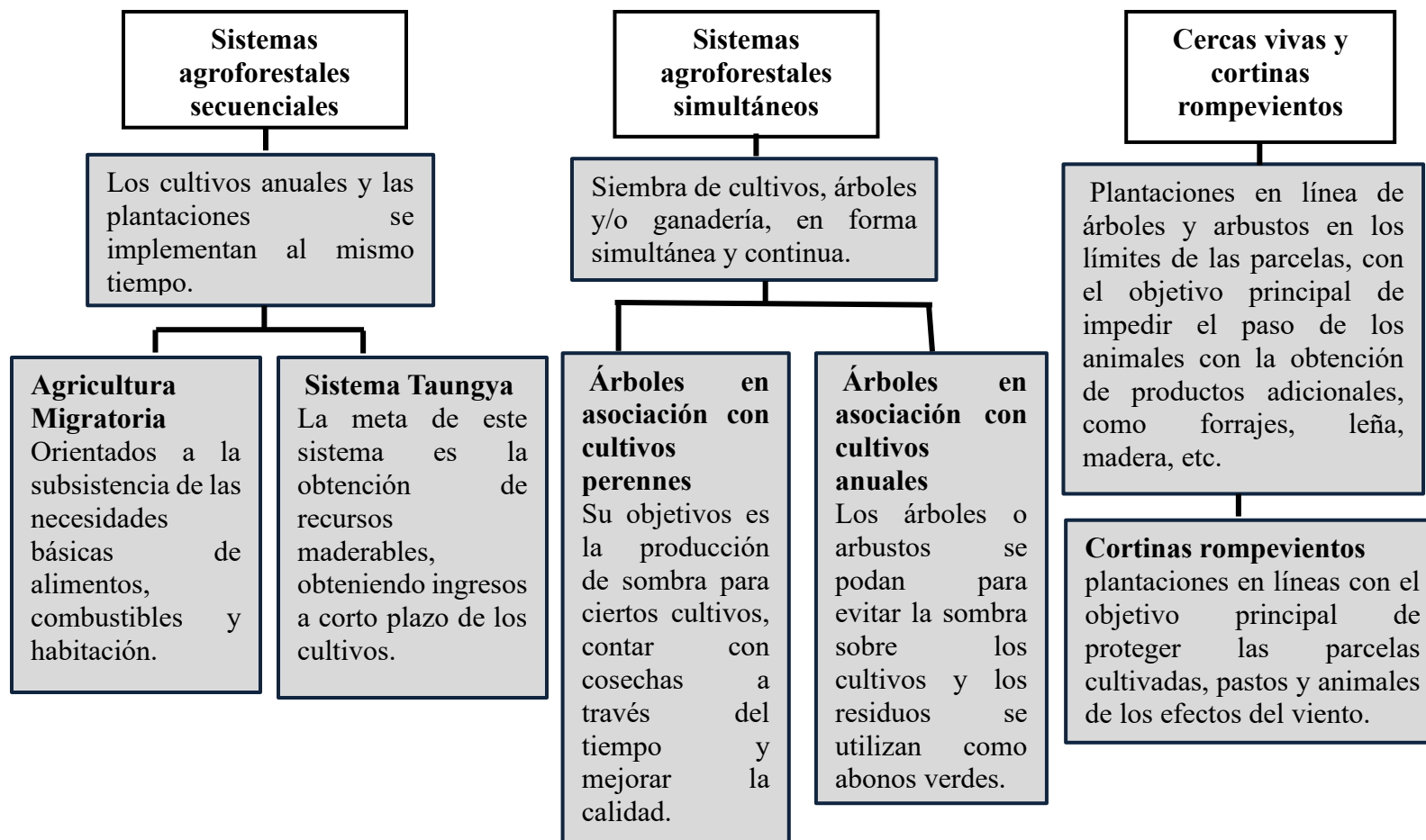
- **Clasificación de los sistemas agroforestales**

Figura 3. Clasificación de acuerdo con los tipos de combinaciones.



Fuente: SEMARNAT (2023).

Figura 4. Clasificación de acuerdo con el tiempo y espacio.



Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por SAGARPA (2023) y Sharry *et al.*, 2022.

4.7 Plantaciones Forestales Comerciales

Las Plantaciones Forestales Comerciales son sistemas gestionados de manera planificada para la producción de recursos forestales con fines económicos, como madera, pulpa, biocombustibles, o productos no maderables.

▪ Plantaciones Forestales Comerciales en el mundo

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) realiza estudios periódicos sobre la evaluación de los recursos forestales a nivel mundial. Según estos informes, en las últimas décadas, las Plantaciones Forestales Comerciales ocupan aproximadamente 131 millones de hectáreas, lo que equivale al 3% de la superficie forestal global y al 45% de la superficie total de bosques plantados (FAO, 2020).

Entre los principales países con mayor superficie establecida de Plantaciones Forestales Comerciales se encuentran:

Tabla 6. Países con mayor superficie de plantaciones Forestales.

<i>País</i>	<i>Superficie (miles de ha)</i>
<i>China</i>	45,083
<i>India</i>	32,578
<i>Federación Rusa</i>	17,340
<i>Estados Unidos</i>	16,238
<i>Japón</i>	20,682
<i>Indonesia</i>	9,871
<i>Brasil</i>	4,920

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por la FAO (2024).

A nivel mundial, el 44% de las plantaciones forestales está compuesto principalmente por especies introducidas. Según el estudio de la FAO los géneros más plantados en el mundo son: Las latifoliadas con un 40%, principalmente el eucalipto, la acacia, hevea y teca. En cuanto a las coníferas el género con mayor representatividad es el *Pinus* con un 20% del área.

▪ Plantaciones Forestales Comerciales en México

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como Plantación Forestal Comercial: “El establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos

temporalmente forestales o preferentemente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización”.

Actualmente México cuenta con 270 mil ha de Plantaciones Forestales Comerciales. Los estados líderes en este tipo de plantaciones son: Veracruz (22,695 ha), Tabasco (19,270 ha), Campeche (15,337 ha), Puebla (7,444 ha) y Chiapas (5,780 ha) (CONAFOR, 2014). Entre las especies más plantadas se encuentran: género *Eucalyptus* sp., *Cedrela odorta*, *Pinus* sp. y *Gmelina arborea*.

▪ Plantaciones Forestales Comerciales de árboles de Navidad en México

Entre los diferentes tipos de plantaciones forestales, las de árboles de Navidad son interesantes pues representan uno de los elementos más emblemáticos y reconocidos de las festividades decembrinas. En México, su uso se popularizó en la primera mitad del siglo XX, y su demanda creció tanto que comenzaron a surgir prácticas clandestinas de tala en bosques naturales. Esto llevó a las autoridades forestales a prohibir la extracción de árboles de Navidad de bosques naturales, obligando al mercado nacional a depender de importaciones principalmente de Estados Unidos y Canadá (Bernardino y Rodríguez, 2007).

Con el avance de los procesos productivos y el fortalecimiento del ordenamiento ecológico, se implementó un programa federal para la producción controlada de árboles de Navidad. La SEMARNAT elaboró un manual para regular esta actividad, lo cual ha resultado en que actualmente el 44% de los 1.9 millones de árboles de Navidad consumidos anualmente en el país sean producidos localmente, mientras que el 56% restante proviene de importaciones (SEDEMA, 2018).

Por lo anterior, las Plantaciones Forestales Comerciales de árboles de Navidad se presentan como una alternativa para producir los árboles que demanda el mercado nacional, sin afectar los bosques naturales y contribuyendo a mejorar el aprovechamiento sustentables de los recursos forestales.

Económicamente, estas plantaciones no requieren grandes extensiones de terreno, lo que hace que la inversión sea accesible. Gracias al programa forestal implementado, se garantiza

la sustitución de cada árbol cortado, lo que aumenta la producción nacional y reduce la dependencia de importaciones, contribuyendo al Producto Interno Bruto (PIB) (Prado, 2019).

En 2014, México tenía una superficie de 4,883 ha dedicadas al cultivo de árboles de Navidad, distribuidas en 11 entidades federativas. Actualmente, según los datos más recientes de la SEMARNAT y la CONAFOR, los cultivos de árboles de navidad se extienden por: Campeche, Coahuila, Ciudad de México, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. Siendo los estados con mayor superficie planta Ciudad de México con 729 ha, Puebla 369 ha, Tlaxcala 162 ha, Veracruz 148 ha, Michoacán 127 ha y Durango 111 ha.

4.8 Especies utilizadas en las Plantaciones Forestales Comerciales en CDMX

Idealmente, las especies deben ser capaces de rendir el producto deseado, sobrevivir en el sitio concreto de la plantación y crecer a una velocidad de acuerdo con la calidad del sitio. Para ello, deben conservarse sanas y vigorosas. Por lo tanto, la adaptación a las condiciones del sitio, deben ser el principal factor a considerar.

Los criterios principales que se deben tomar en cuenta para seleccionar la especie adecuada se enumeran a continuación:

1. **Objetivo de la plantación.** Hace referencia al uso final que se dará a la plantación comercial, es decir, si tendrá un uso maderable, dendroenergético, de producción ornamental, de pulpa, resinas, etc.
2. **Requerimientos biofísicos de la especie.** Hace referencia a las condiciones climáticas tales como altitud, temperatura, precipitación, características físicas y químicas de suelo, especialmente textura, profundidad, drenaje y pH.
3. **Calidad genética.** Las características propias del árbol (genotípicas y fenotípicas), transmitidas a través de sus genes implica una cuidadosa selección de la semilla a fin de garantizar buenos rendimientos en la plantación a establecer.
4. **Capacidad productiva.** Está directamente relacionada con la calidad genética del árbol producido, así como con el mantenimiento y el manejo de la plantación, buscando obtener los mejores rendimientos.

5. Conocimiento del paquete tecnológico. Hace referencia a la información disponible acerca de la identificación de las condiciones biofísicas en las cuales se desarrolla mejor.

Las principales especies utilizadas en zonas de clima templado son los pinos. En México existen 35 especies del género *Pinus* que habitan en condiciones muy diversas de clima, suelo y altitud (Rzedowski, 1981). En la producción de árboles de Navidad se aprovechan especies nativas, con lo que se favorece su conservación, tal es el caso de *Pinus ayacahuite* (pino vikingo) y *Pinus cembroides* (piñonero).

Los proyectos de plantaciones de árboles de navidad son apoyados por programas gubernamentales con gran impulso, evitando que los propietarios de los predios forestales y ejidatarios hagan cambio de suelo y se dediquen a cultivos totalmente agrícolas y a la ganadería, promoviendo proyectos con una alta rentabilidad.

Al respecto, en el marco del programa “Desarrollo Forestal Sustentable Para el Bienestar 2024” de la CONAFOR, en sus reglas de operación para el componente II: Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA) en la CDMX, se incluyen las especies: *Pinus ayacahuite* (pino vikingo), *Abies religiosa* (oyamel) y *Pseudotsuga menziesii* (abeto). Este componente tiene como objetivo apoyar a las personas elegibles en el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales comerciales y agroforestales que sean competitivas y sostenibles, con el fin de fomentar la diversificación productiva y aumentar la producción forestal.

4.9 Operación de la producción de árboles de navidad

A continuación, se describen las actividades relacionadas con la producción de árboles de navidad, según lo descrito en el “Manual para la producción de árboles de navidad” (CONAFOR, 2011).

- **Preparación del terreno**

La preparación del sitio, que incluye la remoción de vegetación arbustiva y el uso de prácticas para mejorar la fertilidad del suelo, es una de las labores más costosas, pero también más necesarias para lograr una buena supervivencia y el desarrollo de los árboles de Navidad,

especialmente en la etapa inicial de la plantación ya que favorece una mayor supervivencia de las plántulas, reduce los problemas de plagas en los árboles jóvenes, acelera el crecimiento inicial y contribuye a un aumento general en la calidad de los árboles.

▪ **Plantación**

En México, es más adecuado realizar las plantaciones durante la temporada de lluvias (verano). Cuando la plantación es de temporal, se recomienda hacerlo dos semanas después de iniciado el período de lluvias. Se sugiere construir cajetes para retener la humedad el mayor tiempo posible y facilitar el desarrollo del árbol (Smith *et al.*, 2009).

Antes de plantar el árbol, se recomienda que previamente se poda la raíz, recortando sus puntas para evitar que crezcan hacia arriba o en forma circular; si se poda la raíz es necesario cortar un poco el follaje (puntas) para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta, en tanto se arraiga al terreno. Cuando el terreno ha sido preparado correctamente, la apertura de la cepa donde se plantará el árbol se facilita. En terrenos con pendiente pronunciada, donde no se puede mecanizar la preparación del terreno, sólo hay que tener limpio el terreno de especies no deseadas.

Los pasos para establecer la planta son:

1. Trazar la plantación y abrir las cepas.
2. Colocar la planta en el centro de la cepa.
3. Cubrir hasta el cuello de la raíz con el suelo que se extrajo al abrir la cepa.
4. Pisar alrededor de la planta para que la tierra quede muy firme, para que las raíces tengan un mejor contacto con la tierra y se eliminen las bolsas de aire.

Mantenimiento de la plantación.

▪ **Podas**

Los árboles de navidad son podados anualmente, comenzando de 2 a 3 años después de la siembra y se continua hasta la cosecha. La poda logra dos objetivos. Primero, la poda desarrolla la característica forma rematada en punta asociada con los árboles de navidad de alta calidad. Segundo, la poda controla el crecimiento, la altura y anchura anual y el algunas especies, aumenta la producción de yemas. Esto resulta en una mayor densidad, uniformidad

del follaje y forma cónica con dimensiones deseables y corrige deformaciones de ramificaciones.

Según lo descrito por Monárrez (2002), el momento de la poda depende de la especie de conífera. Los pinos usualmente son podados durante junio y julio; la poda de otras especies como el Oyamel y el abeto Douglas usualmente comienza en agosto y continua hasta terminar el año.

Es importante mencionar que las podas excesivas pueden ocasionar un daño causado por las plagas. Por ejemplo, podas apretadas pueden resultar en coronas muy densas con poca circulación de aire. Esta situación puede dar lugar a enfermedades del follaje y problemas por la pérdida de agujas.

Un árbol de calidad debe tener las siguientes características:

1. Un único tronco principal.
2. Forma simétrica y sin espacios en el follaje.
3. Follaje completo y denso, sin manchas en hojas o coloraciones diferentes de verde.
4. Forma de cono, con una proporción donde la base sea dos tercios de la altura del árbol.

▪ **Control de plagas y enfermedades**

El estudio de las plagas forestales es de gran relevancia debido a los daños que provocan. El adecuado mantenimiento de las plantaciones forestales exige un control eficaz de los insectos que, de una u otra forma, actúan como plagas, causando daños de mayor o menor magnitud (Bravo, 2006).

Algunas especies de plantas presentan mayor resistencia, mientras que otras son más susceptibles a los ataques de parásitos. Esta vulnerabilidad está relacionada con factores genéticos heredados y depende, al igual que otros caracteres de la planta, de las condiciones ambientales (Bravo, 2006). En la **Tabla 7** se enumeran las plagas y enfermedades más comunes en las especies forestales estudiadas.

Aprovecho de la plantación

El aprovechamiento de la plantación es una etapa crítica en la cual el propietario espera conseguir ingresos que superen a los costos de producción para así obtener una ganancia. El aprovechamiento de la plantación se debe realizar cuando el árbol cumple con características deseables del mercado y exista demanda del producto. Para evitar un incremento en costos por actividades de extracción, hay que planear adecuadamente las actividades y evaluar la calidad de los árboles. Las actividades para el aprovechamiento y comercialización de los árboles de Navidad son: extracción, empaque, transporte y recolección de residuos.

▪ Comercialización

Los precios de los árboles de Navidad varían según la especie, la región y la calidad del árbol. En la Ciudad de México, durante diciembre de 2023, los precios fluctuaron entre \$600 y \$1,800, siendo la altura el factor que más influye en el costo, seguido por la especie.

▪ Extracción

Para la extracción del árbol, se utilizan motosierras o serruchos. Se recomienda clasificar la calidad del arbolado. Para reducir el tiempo de crecimiento de la segunda generación de árboles de Navidad, al momento de cortar el árbol, es recomendable dejar dos o tres ramas de la base del árbol, las cuáles formarán un árbol en 4 o 5 años. Existen especies, como el *Pinus ayacahuite* y el *Abies religiosa*, que tienen capacidad de rebrote una vez cortado el árbol. Este rebrote no se presenta en la totalidad de los tocones, sólo en unos cuantos. Los rebrotes crecen más rápido que una planta recién establecida.

▪ Empaque

Para el empaque, existen bandas empaquetadoras de árboles de Navidad las cuales ahorran tiempo y esfuerzo, sin embargo, aumentan los costos por consumo de combustible o electricidad. Otra forma de empaquetar los árboles es de forma manual, utilizando el material adecuado. Es necesario conocer la durabilidad que tienen los árboles de Navidad después de cortados. La frescura del árbol está en función del manejo que se le dio y el tratamiento post cosecha. Se recomienda que una vez cortados, se mantengan con humedad en el follaje y agua en la base del tronco. Hay que evitar exponerlos al sol directo y a fuentes de calor.

- **Recolección de residuos**

Los residuos de cosecha son un factor de riesgo para el arbolado de la plantación, ya que son altamente combustibles en caso de incendio o porque pueden ser refugio de patógenos que podrían afectar al arbolado sano. Después de la época navideña, se recomienda recolectar los árboles vendidos y tratarlos como residuos de cosecha. Los residuos de cosecha se pueden utilizar para evitar la erosión del suelo acomodándolos a curva de nivel, como combustible (leña), fertilizante orgánico mediante el composteo o venderlos como astilla.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las zonas de Suelo de Conservación de la CDMX, el cual de acuerdo con los datos expuestos por INEGI (2021), se localiza principalmente al sur de la entidad, abarcando el 59% del territorio total, y está administrado por 9 de las 16 alcaldías: Milpa Alta (32.2%), Tlalpan (29.8%), Xochimilco (11.7%), Cuajimalpa (6.7%), Tláhuac (7.4%), Magdalena Contreras (7.1%), Álvaro Obregón (2.3%), Gustavo A. Madero (1.4%) e Iztapalapa (1.4%) (**Fig. 5**).



Figura 5. Representación gráfica del Suelo de Conservación de la CDMX. Fuente: Programa General de Ordenamiento Ecológico de la Ciudad de México, 2000.

Así mismo, la mayor parte (93%) del SC se encuentra en las serranías que delimitan la CDMX: al sur, la Sierra Chichinautzin y la Sierra del Ajusco; al suroeste, la Sierra de las Cruces; al oriente, la Sierra Santa Catarina; y al norte, la Sierra de Guadalupe (**Fig. 6**). El restante 7% está incluido en la zona lacustre de Xochimilco y Tláhuac. La altitud del SC varía entre los 2,200 y 4,000 msnm (SEMARNAT, 2014).

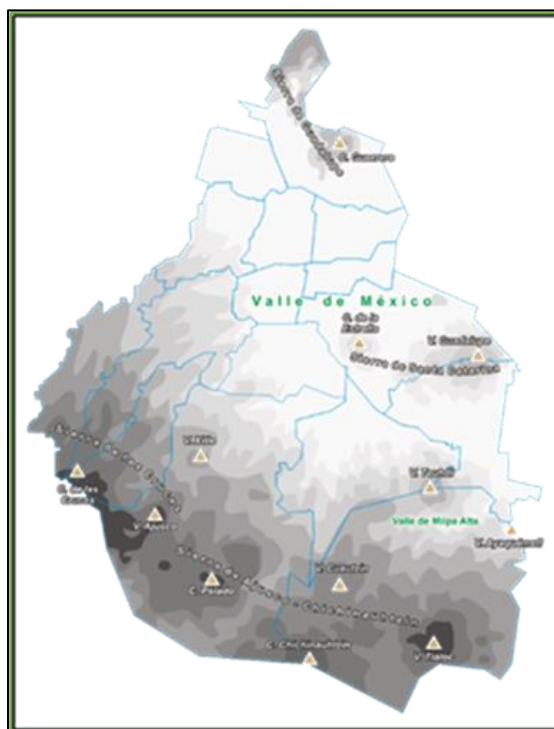


Figura 6. Distribución geográfica de las serranías en suelo de conservación
Fuente: Topografía de la Ciudad de México, 2023.

5.2 Metodología

El presente proyecto, se desarrolló mediante una serie de etapas interrelacionadas durante el periodo comprendido de junio a diciembre del presente año. Estas etapas incluyeron una revisión bibliográfica, el análisis de datos meteorológicos y financieros, la evaluación de impactos ambientales y el diseño de un sistema agroforestal. A continuación, se describen los procedimientos y métodos utilizados en cada fase.

1. Durante los meses de junio y julio, se realizó una revisión bibliográfica sobre especies forestales comerciales y sistemas agroforestales en la región, complementada con la consulta de diversas fuentes, como páginas web y bases de datos de instituciones como INEGI, SEDEMA, SEMARNAT, CONABIO y CONAFOR. Este análisis preliminar permitió consolidar el marco teórico y profundizar en las investigaciones previas sobre el tema. A partir de ello, se elaboró una lista de especies forestales, con especial énfasis en aquellas incluidas en el Componente II: Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA) de las reglas de operación de la Comisión Nacional Forestal. Para cada especie, se describieron sus características agronómicas, ecológicas y su adaptabilidad a la zona de estudio, con el fin de identificar aquellas que presenten mayor potencial para asociarse con cultivos agrícolas.
2. Durante el mes de agosto se elaboraron los climogramas correspondientes a las estaciones meteorológicas de Calvario 61, Desviación Alta Pedregal y El Guarda, ya que fueron identificados como las más adecuadas para proporcionar la información necesaria sobre precipitación y temperatura en la zona de estudio. La información utilizada fue extraída de la base de datos de la CONAGUA, y los climogramas se elaboraron siguiendo la metodología descrita en el “Manual de cálculo del clima segundo sistema de Thornthwaite” (1990).
3. Durante los meses de septiembre y octubre, se desarrolló el diseño de un sistema agroforestal utilizando las especies forestales estudiadas y los cultivos agrícolas analizados en el proyecto titulado "Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales como alternativas para la conservación de suelos en la Ciudad de México". Este diseño consideró las necesidades específicas de cada especie, así como las características de la zona de estudio. Además, se basó en la información obtenida a través de las encuestas aplicadas a productores de las alcaldías de Milpa Alta y Tlalpan (anexo 2), lo que permitió identificar las necesidades de los productores en cada área. También se tomó como referencia el "Manual para la producción de árboles de Navidad" emitido por la SEMARNAT (2011) y los lineamientos establecidos en la “Convocatoria Regional para la Solicitud y Asignación de Apoyos” del

Componente II. Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA) de las Reglas de Operación 2024 del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, para Árboles de Navidad”.

4. Durante el mes de noviembre, con base en la información obtenida a través de encuestas a productores de árboles de Navidad de la alcaldía Tlalpan (anexo 3) y la cotización de precios en el mercado, se elaboró una corrida financiera y una proyección de ingresos a siete años, siguiendo la metodología expuesta en el libro “Evaluación de proyectos” (Baca Urbina, 2021). El propósito de este análisis fue evaluar la rentabilidad de la producción.
5. Finalmente, en el mes de diciembre, se llevó a cabo un análisis de impacto ambiental relacionado con la introducción de especies forestales en la zona de estudio, empleando la Matriz de Leopold. Este análisis se fundamentó en la "Guía para la elaboración e interpretación de la Matriz de Leopold" descrita por Martínez (2018).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Especies Forestales seleccionas

Bernardino y Rodríguez (2024), destacan la importancia de conocer las ventajas y desventajas de las especies seleccionadas. Subrayan que entender las características clave de las especies forestales a utilizar en una plantación comercial es esencial para tomar decisiones informadas sobre cuál es la especie que mejor se adapta a las condiciones del terreno, el clima y los objetivos comerciales. Características como crecimiento, la resistencia a la sequía, la adaptabilidad al cambio climático, y la resistencia a plagas y enfermedades, entre otras, impactan directamente en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de la plantación.

Tomando en cuenta lo anterior, en la **Tabla 7** se describen características ecológicas de las especies usadas en las plantaciones forestales comerciales en CDMX.

Tabla 7. Características ecológicas de las especies forestales usadas en las plantaciones comerciales

NOMBRE COMÚN	TAXONOMÍA	ORIGEN	MORFOLOGÍA	REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES
OYAMEL	Reino: Plantae División: Tracheophyta Clase: Pinopsida Orden: Pinales Familia: Pinaceae Género: <i>Abies</i> Especie: <i>religiosa</i> Nombre científico: <i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltdl. & Cham	Nativo de México	▪ Árbol monoico, resinoso y aromático ▪ Altura de 35 a 40 m ▪ Diámetro de 1.80 m ▪ Copa cónica o piramidal ▪ Ramas delgadas, verticiladas, extendidas o ligeramente ascendentes ▪ Hojas perennifolias alternas dispuestas en espiral, lineares, sésiles, rectas, de 20 a 30 mm de largo, por 1.5 mm de ancho ▪ Flores: Las estructuras reproductivas masculinas y femeninas se presentan desde diciembre ▪ Frutos: La fructificación se presenta de noviembre a enero, la dispersión de las semillas ocurre entre marzo y abril	▪ Altitud (msnm): Media: Óptima 3,200 Mínima: 2,800 Máxima: 3,500 ▪ Temperatura (°C): Media: De 7 a 15 Mínima: -12 ▪ Precipitación Media anual superior a los 1,000 mm ▪ Suelo Jóvenes, de origen volcánico Generalmente profundos, aunque también en suelos someros Textura limo-arenosa, arcillo-arenosa o arenosa, pedregosidad de ligera a moderada, bien drenada, con humedad la mayor parte del año pH de 5 a 7 Ricos en materia orgánica, hasta un 70 %	▪ <i>Lophocampa alternata</i> ▪ <i>Evita hyalinaria</i> Defoliadores ▪ <i>Arceuthobium abietis-religiosae</i> Planta parásita que ataca principalmente las ramas y en casos muy raros también el fuste, provoca tumores y deformaciones ▪ <i>Pseudohylesinus mexicanus</i>, ▪ <i>Scolitus ventralis</i> ▪ <i>Hylurgops flobri</i> Provocan descortezamiento de la punta de los árboles ▪ <i>Fomes pinicola</i> y <i>Polyporus borealis</i> Hongos que atacan tanto a la madera viva como la madera muerta
AYACAHUITE	Reino: Plantae División: Pinophyta		• Altura de 35 a 40 m • Diámetro de 1 a 2 m • Copa cónica	• Altitud (msnm): Media: Óptima 2700 Mínima: 2000 Máxima: 3200	• <i>Dendroctonus mexicanus</i> • <i>D. frontalis</i> • <i>D. adjunctus</i>

	Clase: Pinopsida Orden: Pinales Familia: Pinaceae Género: <i>Pinus</i> Especie: <i>ayacahuite</i> Nombre Científico: <i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl	Nativo del centro de México	• Escamas delgadas, frágiles, largas y angostas, gradualmente atenuadas hacia la base; y por el ala de sus semillas también larga y estrecha • Hojas perennifolias • Flores se presentan de marzo a mayo • Frutos maduran de septiembre a octubre	• Temperatura (°C): Media: 12 a 19 Mínima: -8 Máxima 35 • Precipitaciones (mm): Media anual 700 a 1,800 • Suelo: Andosol Textura arcillosa, franco arcillosa y franco limosa Pedregosidad de 0 a 10% Moderadamente drenados Humedad de 0 a 10.24 % pH: 5 a 8 Materia orgánica: De 2 a 28% Resiste heladas y es tolerante a la sombra en etapas juveniles	Descortezadores primarios • <i>Rhyacionia sp.</i> • <i>Pissodes zitacuarensis</i> Barrenadores • <i>Neodiprion sp.</i> Defoliadores • <i>Cronartium sp.</i> Hongo de los conos
PINABETE ABETO DOUGLAS	Reino: Plantae División: Pinophyta Clase: Pinopsida Orden: Pinales Familia: Pinaceae Género: <i>Pseudotsuga</i>	Originario de América del Norte	• Altura de 12 a 20 m • Diámetro de 35 a 70 cm • Hojas perennifolias • Flores aparecen de abril a mayo, el polen disemina de mayo a abril • Frutos los conos maduros se encuentran de agosto a septiembre. La producción abundante de conos ocurre cada 4 o 6 años	• Altitud (msnm) Media: 2,800 Mínima: 1,500 Máxima: 3,600 • Temperatura (°C) Media: 7 a 13 Mínima: 4.5 Máxima de: 22 • Precipitación (mm): Media: 1,200 Mínima: 600 Máxima: 1,800 • Suelo:	• <i>Barbara colfaxiana</i> • <i>Contarinia oregonensis</i> • <i>C. washigtorensis</i> • <i>C. pseudotsugae</i> • <i>Pityophthorus orarius</i> Insectos de conos y semillas, que generalmente la afectan, limitan la producción de semilla viable

PINO PIÑONERO	Especie: <i>menziesii</i> Nombre científico: <i>Pseudotsuga menziesii</i>		• Presenta raíces poco profundas.	Profundidad: someros a profundos Textura: franco-arenoso, arcilloso y arcillo-limoso pH de 6 a 7	
	Reino: Plantae División Pinophyta Clase: Pinopsida Orden: Pinales Familia: Pinaceae Género: <i>Pinus</i> Especie: <i>cembroides</i> Nombre científico: <i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Originaria de México, y se extiende al sur de los Estados Unidos	• Altura de 5 a 15 m • Diámetro de 30 a 70 cm • Tronco corto • Ramas ascendentes, delgadas y distribuidas irregularmente en el tallo • Especie monoica de lento crecimiento • Hojas perennifolias • Florece de marzo a abril • Frutos, los conos abren de noviembre a diciembre • La producción de semillas es cada 5 a 6 años • El tiempo transcurridos entre la polinización, la maduración del cono y las semillas es de 30 a 36 meses	• Altitud (msnm): Media: 2,100 Mínima: 1,350 Máxima: 3,750 • Temperatura (°C): Media: 17.9 Mínima: -7 Máxima: 42 • Precipitación (mm): Mínima: 365 Máxima: 800 • Suelo: Someros a profundos Textura areno-arcilloso Bien drenados pH de 4 a 8	• <i>Conophthorus cembroides</i> • <i>Leptoglossus occidentalis</i> Ataca a los conos • <i>Dioryctria albobittella</i> • <i>Eucosma bobana</i> Barrenadores de conos y brotes Consumen las semillas • <i>Cronartium</i> Hongo causante de tumores en conos, ramas o fustes

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por CONAFOR (2024), SEMARNAT (2014) y CONABIO (2021)

Así mismo, se elabora la siguiente tabla donde se describen los principales usos y características agronómicas de cada especie seleccionada.

Tabla 8. Principales usos y características agronómicas de las especies seleccionadas.

ESPECIE	PRINCIPALES USOS	CARACTERÍSTICA
OYAMEL (ABIES RELIGIOSA)	- El más importante es como “árbol de navidad”. - Adornos en ceremonias religiosas. - Fabricación de: - Papel. - Carbón. - Cajas, puertas. - Postes que transmiten energía eléctrica. - Resina.	- Requiere un clima fresco y húmedo. - Susceptible a las sequias - Requiere de una altitud similar a su hábitat natural.
PIÑONERO (PINUS CEMBROIDES)	- El más importante es alimenticio (consumo de piñones). - Reforestación. - Decorar parques, deportivos, camellones etc. - Árbol de navidad.	- Incremento de altura limitado. - Bajas necesidades de agua. - Resistente a las sequias. - Bajas temperaturas, deficiencia de calcio y magnesio y una mayor concentración de cobertura vegetal, influyen en el crecimiento de piñones y en la producción de conos. - Posee un alto potencial de adaptabilidad
PINABETE (PSEUDOTSUGA MENZIESII)	- Madera para embarcaciones. - Acabados para interiores y exteriores. - Celulosa y artesanías. - Árboles de navidad. - Ramas para hacer arreglos navideños.	- Pueden desarrollarse en superficies muy reducidas, sitios sombríos y húmedos - Medianamente tolerante a la sequía.
AYACAHUITE (PINUS AYACAHUITE)	- Se utiliza para reforestación. - Árboles de Navidad. - Elaboración de muebles y en la construcción. - Producción de - Resina. - Celulosa.	- No se adapta al calor y ambientes áridos. - Crece muy bien en condiciones frías y de mucha humedad. - Resiste a heladas. - Tolerante a la sombra en etapas juveniles.

Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por CONAFOR (2024), SEMARNAT (2014) y CONABIO (2021).

De acuerdo con las características descritas en las tablas anteriores, como primer resultado se puede decir que las propiedades ecológicas y agronómicas de cada especie forestal estudiada son compatibles con las condiciones de las zonas del SC de la CDMX. Algunas de las principales son las siguientes:

- Altitud: Las especies estudiadas requieren una altitud que varía entre los 1,300 y 2,800 msnm. Según la SEMARNAT (2014), la altitud del SC de la CDMX oscila entre los 2,200 y 4,000 msnm, lo que favorece el desarrollo de estas especies.
- Temperatura: Según la SEDEMA (2016), la temperatura promedio en la CDMX es de 12°C. Con base en este dato, se puede afirmar que la especie más favorecida es *Pinus ayacahuite*, seguida por *Pseudotsuga menziesii*, *Abies religiosa* y *Pinus cembroides*.
- Precipitación: La precipitación media anual en la región varía entre 600 y 1,500 mm, lo que favorece el crecimiento de las especies forestales, ya que éstas requieren una precipitación que oscila entre 700 y 1,200 mm anuales.
- Suelo: Según los datos proporcionados por INEGI (2016), el tipo de suelo predominante en el SC de la CDMX es el Feozem, que cubre el 51.43% del territorio. Este suelo, caracterizado por ser rico en materia orgánica y tener una capa superficial delgada y blanda de color oscuro, favorece el desarrollo de una amplia variedad de vegetación, lo que, a su vez, contribuye al crecimiento favorable de las especies estudiadas.

Este análisis muestra que las condiciones climáticas y geográficas de las zonas del SC son apropiadas para el establecimiento y crecimiento de las especies forestales seleccionadas.

6.2 Climogramas de la zona de estudio

Entre los factores principales que influyen en el desarrollo de las plantas se encuentran la precipitación y la temperatura. En este sentido, diferentes autores, señalan que el periodo de lluvias es la época más adecuada para realizar las plantaciones, y que el momento óptimo para llevar a cabo la siembra es cuando la humedad del suelo alcanza los primeros 30 cm de profundidad. Esta humedad se presenta a partir de la segunda tormenta de un temporal normal.

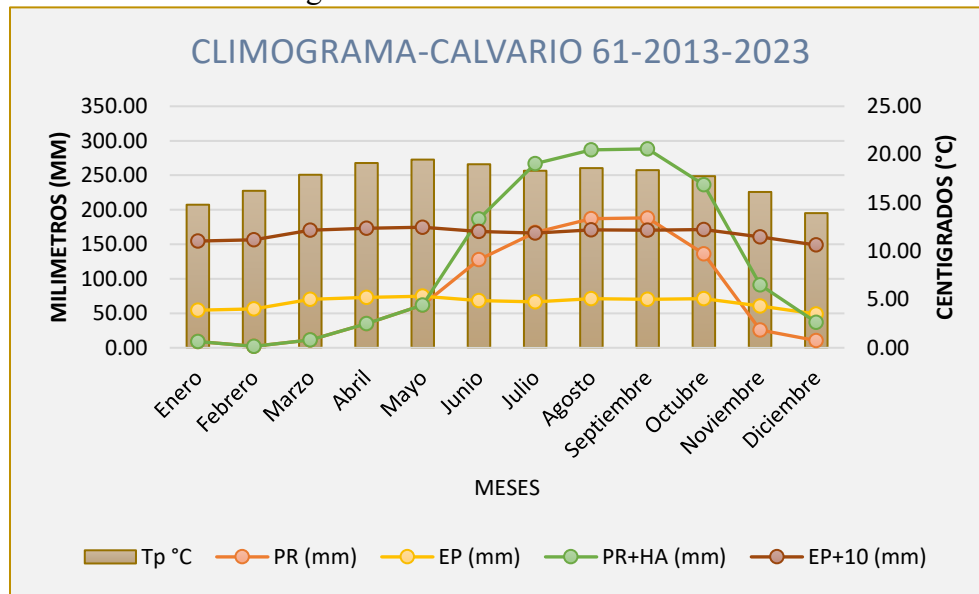
Teniendo en cuenta lo anterior, para determinar el periodo más adecuado para establecer una plantación forestal en las zonas de estudio, con el fin de asegurar una adaptabilidad favorable para las especies y minimizar las pérdidas, se elaboraron los climogramas correspondientes a las estaciones climáticas de Calvario 61, El Gurda y Desviación Alta Pedregal. Estas estaciones fueron seleccionadas debido a su cercanía con las áreas del SC. El objetivo es identificar los periodos más propicios para plantar.

En los climogramas se calcularon: Temperatura en grados centígrados (T_p °C), la Precipitación en milímetros (PR), la Evapotranspiración en milímetros (EP), la Precipitación más Humedad Almacenada en milímetros (PR+HA) y la Evapotranspiración más la cantidad almacenada de agua (10 cm) (EP+10).

▪ Climograma correspondiente a la estación Calvario 61

El periodo óptimo para establecer una plantación forestal en un predio cuya precipitación y temperatura son registradas por la estación climatológica 9004 Calvario 61, con latitud de 19.20305556° , longitud de -99.14916667° y altitud de 2,726 msnm, se encuentra entre los meses de junio y octubre (**Gráfica 1**). Durante este periodo, la precipitación alcanza los 188 mm, y se dispone de humedad almacenada, alcanzando un valor de 288 mm, con una temperatura promedio de 18 °C. Estas condiciones son ideales para el desarrollo favorable de las especies forestales estudiadas, según los requerimientos de precipitación y temperatura establecidos para cada especie, tal como se reporta en la **Tabla 7**.

Grafica 1. Climograma basado en la estación Calvario 61.



Fuente: Elaboración propia, basado en la base de datos de la CONAGUA (2024),

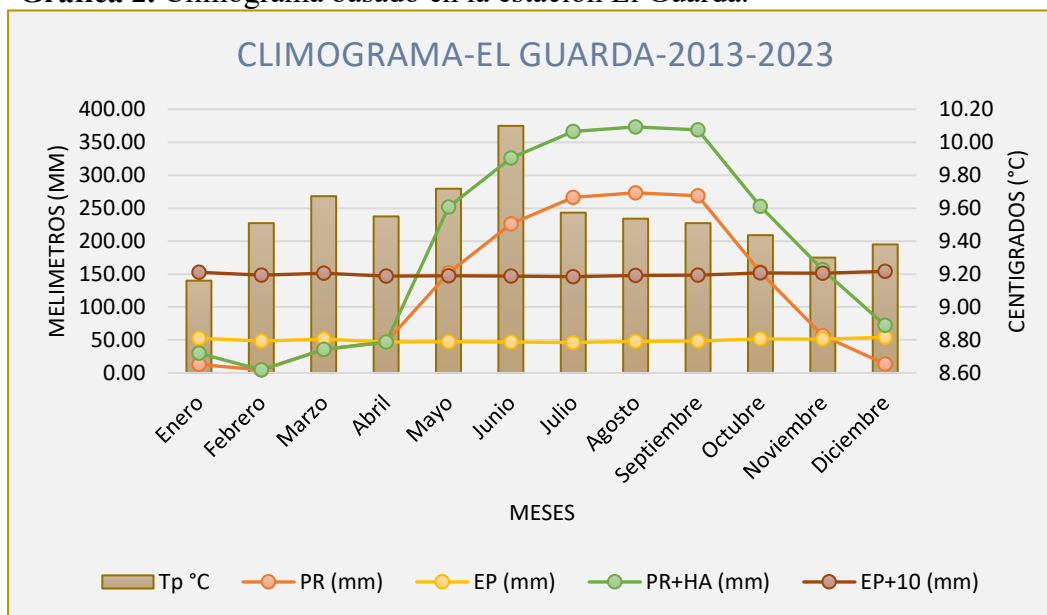
Tabla 9. Descripción de la simbología presentadas en las gráficas.

Asimismo, es importante destacar que, durante el periodo considerado óptimo para la plantación, el fenómeno conocido como evapotranspiración (EP), que representa la cantidad de agua que transpira la cubierta vegetal más la que se evapora de la superficie del suelo, es bajo (70 mm) en comparación con la precipitación y la humedad almacenada (PR+HA) (288 mm). Esto indica que la demanda de agua por la vegetación está completamente cubierta, lo que permite que las plantas aprovechen este recurso de manera eficiente.

▪ Climograma correspondiente a la estación El Guarda

De manera similar, la estación meteorológica 9022 El Guarda, con una latitud de 19.13444444°, longitud de -99.17305556° y altitud de 2,990 msnm, indica que el periodo óptimo para plantar es de mayo a noviembre (**Gráfica 2**). Por lo que las áreas cuya precipitación y temperatura están registradas por esta estación experimentarán una extensión en el periodo de lluvias, con una precipitación promedio de 273 mm y una temperatura promedio de 9 °C, condiciones que resultan ideales para el crecimiento de las especies forestales (**Tabla 7**).

Grafica 2. Climograma basado en la estación El Guarda.



Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por CONAGUA (2024).

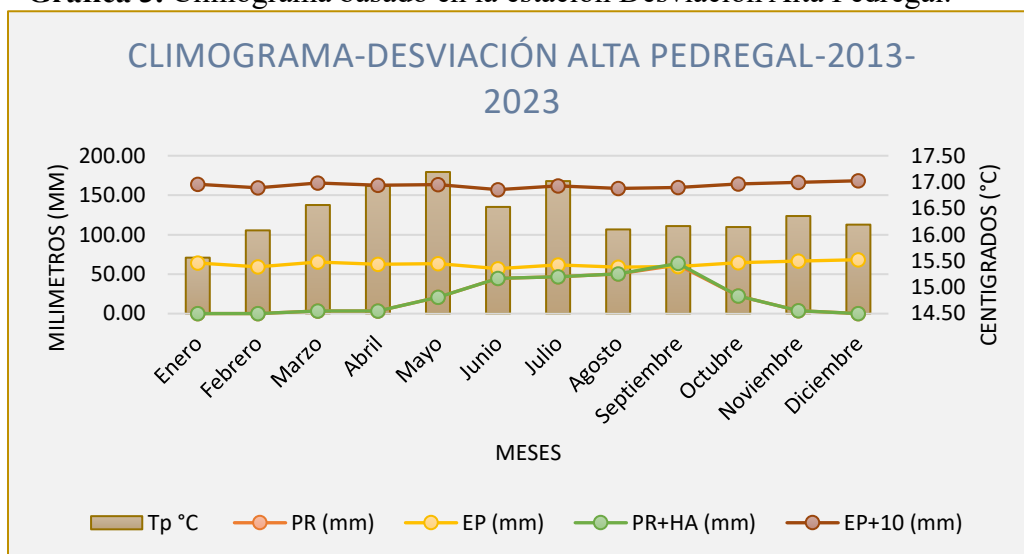
Espinosa (2006), destaca la importancia de conocer la humedad almacenada (HA), que refleja la cantidad de precipitación retenida en el suelo y disponible para ser aprovechada por la cubierta vegetal. Este dato permite determinar la cantidad de humedad disponible durante periodos de sequía y evaluar si es suficiente para garantizar la supervivencia de las plantas. En este contexto, el sistema de Thornthwaite define una capa de almacenamiento de 10 cm, la cual puede ser retenida por suelos de aproximadamente 30 cm de profundidad.

En la **Gráfica 2** se observa que, desde mayo hasta octubre, hay disponibilidad de humedad (PR+HA), incluso al considerar la evapotranspiración (EP+10). Durante este periodo, las especies forestales tendrán acceso a suficiente humedad. Sin embargo, fuera de este intervalo, la demanda de agua por parte de las plantas supera la humedad almacenada, lo que generará limitaciones en su capacidad para satisfacer sus necesidades hídricas.

▪ Climograma correspondiente a la estación Desviación Alta Pedregal

El climograma construido a partir de los datos registrados por la estación meteorológica 9020 Desviación Alta al Pedregal, con latitud 19. 29694444°, longitud -99. 18222222° y altitud de 2,296 msnm, muestra que la demanda de agua por las plantas (EP+10) durante todo el año (164 mm) supera a la precipitación (PR) (63 mm) (**Grafica 3**). Esto indica que las plantas estarán limitadas en sus requerimientos de humedad.

Grafica 3. Climograma basado en la estación Desviación Alta Pedregal.



Fuente: Elaboración propia, basada en datos proporcionados por CONAGUA (2024),

Al respecto, Baker (2016), menciona que cuando una planta carece de humedad, puede enfrentar una serie de problemas graves que afectan su crecimiento y desarrollo, ya que la humedad es fundamental para la fotosíntesis, la transpiración y la nutrición de las plantas. Su escasez puede ocasionar estrés hídrico, reducción en la tasa de crecimiento, disminución de la resistencia a plagas y enfermedades, caída prematura de las hojas e incluso la muerte de la planta. Por lo tanto, identificar el periodo en el que existe suficiente humedad permitirá mitigar los daños causados por su ausencia.

En este caso donde la humedad disponible a lo largo del año no cubre completamente los requerimientos de las plantas (**Grafica 3**), se puede optar por seleccionar especies resistentes a la sequía, como *Pinus cembroides*, o especies como *Pseudotsuga menziesii*, que presenta una resistencia moderada a la sequía (**Tabla 8**). Además, se puede considerar el uso de especies de rápido crecimiento que proporcionen sombra, lo que ayudaría a reducir la evaporación del agua y a proteger las plantas jóvenes.

Asimismo, una forma de reducir los efectos de la falta de humedad es mediante prácticas agrícolas como el uso de cobertura vegetal para disminuir la pérdida de humedad en el suelo, la incorporación de materia orgánica para mejorar la retención de agua, y la implementación de técnicas para controlar la erosión del suelo, como la instalación de plantaciones en curvas a nivel o terrazas. Además, se pueden realizar podas selectivas para eliminar ramas excesivas,

lo que reduce la demanda de agua por parte de la planta y permite una mejor distribución de los recursos. De igual forma, la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia facilita el aprovechamiento de este recurso durante períodos de sequía (Padilla et al., 2022)

No obstante, se considera que los meses de agosto y septiembre son los más adecuados para establecer plantaciones forestales en las zonas cuya precipitación y temperatura son registradas por esta estación, ya que durante estos meses la precipitación y los requerimientos hídricos coinciden, lo que permite satisfacer la demanda de agua de la plantación.

6.3 Diseño de sistema agroforestal

Como se ha mencionado anteriormente, las plantaciones forestales comerciales son sistemas gestionados de manera planificada para la producción de recursos forestales con fines económicos (Lara, 2017), y según el manual para la producción de árboles de navidad emitido por la CONAFOR (2011), para maximizar los beneficios de estas plantaciones, es esencial tener en cuenta el arreglo topológico de los árboles.

El arreglo topológico se refiere a la disposición y organización de los árboles dentro del terreno. Según lo reportado por López *et al.* (2017), este aspecto es de gran importancia, ya que influye directamente en la competencia por recursos (agua, luz, nutrientes), la facilidad de manejo, el rendimiento y la sostenibilidad de la plantación. Por lo que un diseño adecuado permitirá aprovechar de manera eficiente el espacio disponible. Para ello se debe considerar el espacio entre árboles, forma y geometría de la plantación, condiciones del terreno, accesibilidad y prácticas de manejo.

Considerando lo expuesto anteriormente, las propuestas de diseño para el sistema agroforestal, que integran las especies forestales estudiadas y los cultivos agrícolas analizados en el proyecto titulado "Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales como alternativas para la conservación de suelos en la Ciudad de México", se describen a continuación.

▪ **Sistema agroforestal (*Pinus cembroides* – *Opuntia* sp.)**

El diseño se llevó a cabo considerando una superficie de 80 m x 125 m, lo que da un total de 10,000 m². Tras haber estudiado previamente las características y los requerimientos específicos de cada especie, se establecieron las plantaciones de acuerdo con las densidades indicadas en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Densidades de siembra para (*Pinus cembroides* – *Opuntia* sp.)

Cultivo	Distancia entre hilera	Distancia entre planta	Superficie total ocupada (Área)	Plantas por hilera	Numero de hileras	Total, de plantas sembradas/trasplantadas
<i>Opuntia</i>	-0 cm (1 m ancho de cama)	30 cm	- 406 m ² como barrera (A) - 4,961 m ² entre franjas (C) - 5,367 m ² en total	- 416 plantas en hileras de barrera horizontales (x 2) - 260 plantas en hileras de barrera vertical (x2) - 403 plantas en una cama	- 5 camas por franja - 6 franjas (c/u de 5 x 121 m)	13,442
<i>Pinus cembroides</i>	3 m entre hileras laterales de una franja Una hilera intermedia entre las hileras laterales a 1.5 m de cada hilera lateral	2 m	4,235 m ²	- 60 plantas por hilera lateral (x2) - 59 plantas en hilera intermedia	7 franjas (c/u de 4 x 121 m) con 2 hileras laterales y una intermedia	1,253

Fuente: Elaboración propia.

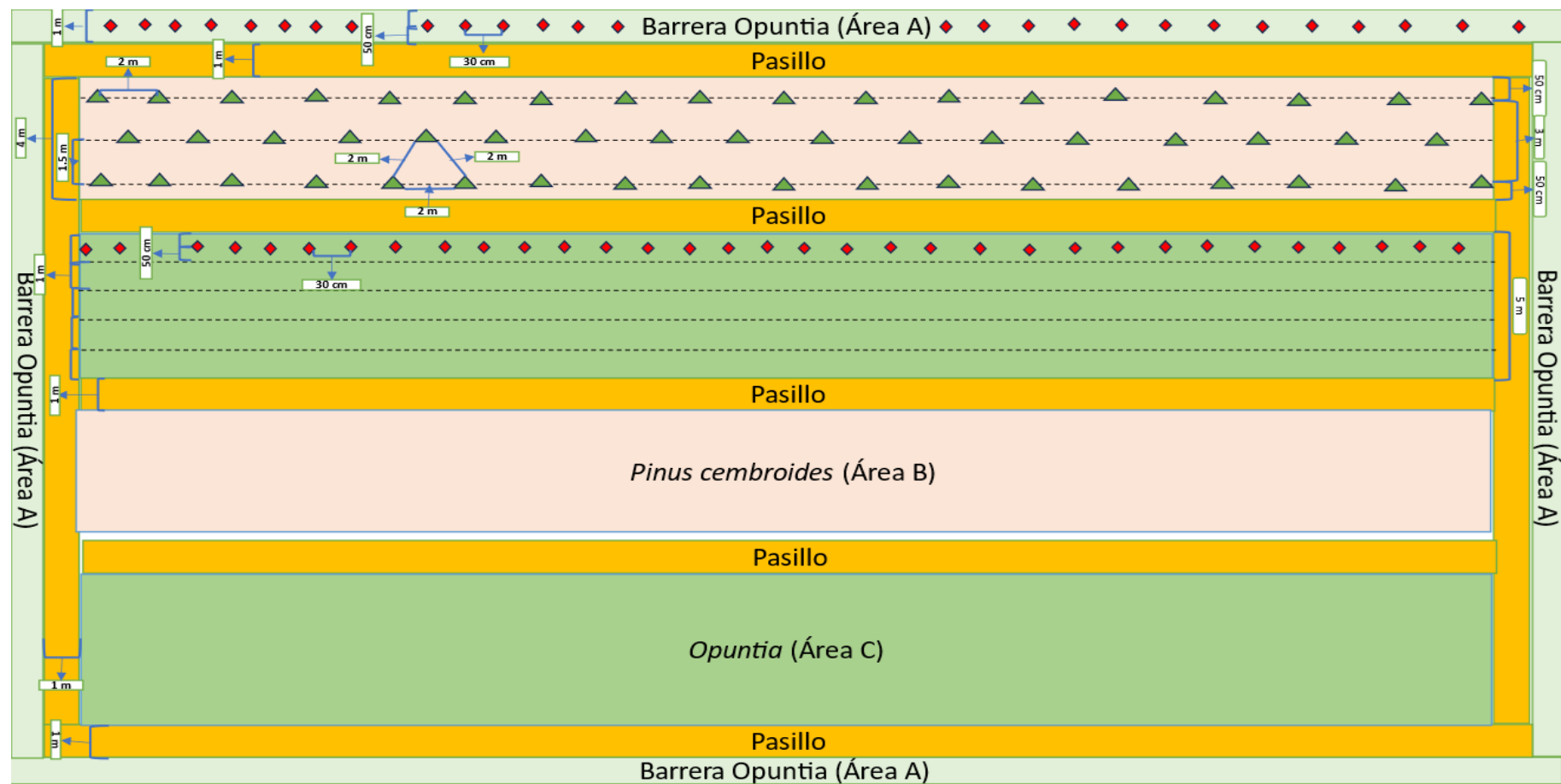
Asimismo, se consideró el equilibrio entre la producción en volumen y la calidad de los árboles. Para ello, se optó por una densidad de 1,100 árboles por hectárea, que actualmente es la más utilizada en el establecimiento de plantaciones forestales a nivel nacional. Esto se debe a que, según la información recopilada, una densidad inicial alta tiende a generar un mayor volumen total, aunque con árboles menos ramificados y diámetros menores. En este caso, se busca aprovechar al máximo el sitio, produciendo árboles cuya calidad no dependa del diámetro. En cambio, densidades muy bajas (mayor espaciamiento) favorecen el desarrollo de árboles más grandes y ramificados, pero resultan en un menor volumen final y en un aprovechamiento menos eficiente del terreno.

De acuerdo con lo expuesto en la tabla anterior (**Tabla 9**) y considerando la información previamente mencionada, se ha definido el siguiente arreglo topológico para el sistema agroforestal, compuesto por las especies *Pinus cembroides* y *Opuntia* sp. (**Fig. 7**), diseñado principalmente para los terrenos en SC ubicados en la alcaldía de Milpa Alta.

Para maximizar el área destinada a la producción de *Pinus cembroides*, que es de 4,235 m², se optó por utilizar el diseño de plantación conocido como "tres bolillo" (**Fig. 8**). En este diseño, la distancia entre hileras y entre filas es la misma, pero se alterna la disposición de las plantas en cada fila subsecuente, lo que permite un mejor aprovechamiento del espacio y un mayor rendimiento por hectárea. Además, diversos autores indican que este tipo de arreglo favorece una circulación de aire más eficiente entre los árboles, lo que ayuda a reducir la humedad excesiva y, por ende, previene la proliferación de hongos. Además, disminuye la competencia por luz y permite que las raíces se distribuyan mejor en el suelo, lo que fortalece el sistema radicular de las plantas.

En este diseño es importante resaltar el uso del nopal (*Opuntia* sp.) como barrera viva, ya que ofrece diversas ventajas. Entre los beneficios más destacados se encuentran el control de la erosión del suelo, dado que su sistema radicular profundo contribuye a fijar el suelo; la reducción de la velocidad del viento, lo que ayuda a proteger los cultivos de posibles daños; su capacidad para almacenar agua en sus tejidos, lo que favorece la conservación de la humedad en el suelo; y la mejora de la biodiversidad, ya que atrae a una variedad de fauna beneficiosa, como insectos polinizadores (Álvarez et al., 2017).

Figura 7. Diseño de sistema agroforestal (*Pinus cembroides* y *Opuntia* sp.).



Simbología

Opuntia Barrera (A)



Pinus cembroides (B)



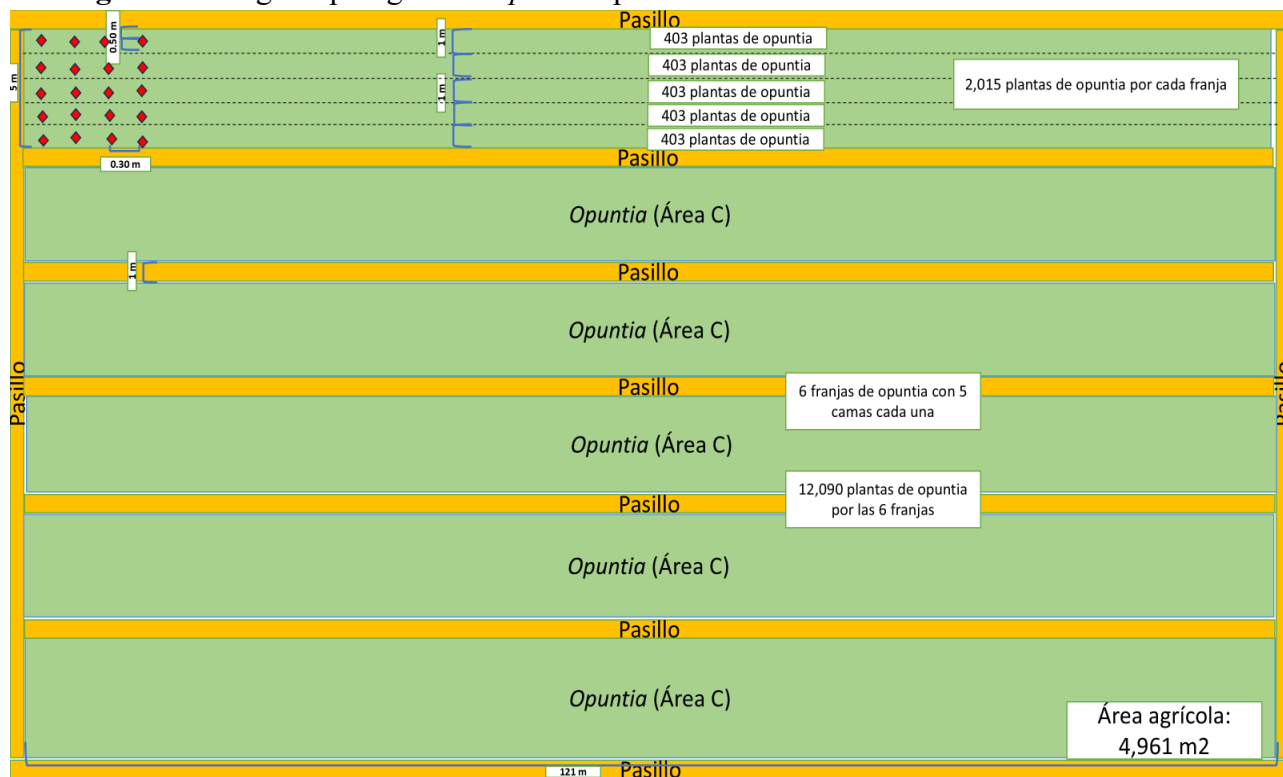
Opuntia cultivo entre franjas (C)



Figura 8. Arreglo topológico de *Pinus cembroides*.



Figura 9. Arreglo topológico de *Opuntia* sp.



▪ **Sistema agroforestal (*Pinus ayacahuite* - *Zea mays*)**

La superficie considerada para este sistema agroforestal es de 10,000 m², la misma que la del diseño anterior. La diferencia principal radica en que se sustituye *Pinus cembroides* por *Pinus ayacahuite* y el cultivo agrícola será la siembra de maíz (*Zea mays*). Este diseño sigue la misma metodología y los aspectos considerados previamente para el *Pinus cembroides*. En cuanto al maíz, se han tomado en cuenta las densidades descritas en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Densidades de siembra de *Pinus ayacahuite* - *Zea mays*.

Cultivo/ Plantación	Distancia entre hilera	Distancia entre planta	Superficie total ocupada	Plantas por hilera	Numero de hileras	Semillas (Kg) necesarias para sembrar la superficie	Total, de plantas sembradas/ trasplantadas
<i>Pinus ayacahuite</i> (Área B)	3 m entre hileras laterales de una franja Una hilera intermedia entre las hileras laterales a 1.5 m de cada hilera lateral	2 m	4,235 m ²	- 60 plantas por hilera lateral (x2) - 59 plantas en hilera intermedia	7 franjas (c/u de 4 x 121 m) con 2 hileras laterales y una intermedia	N/A	1,253
<i>Zea mays</i> (Área C)	50 cm entre surco	40 cm	4,961 m ²	302 plantas por surco	20 surcos por franja 3 franjas (c/u de 5 x 121 m)	7.44 Kg	18,120

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar estas densidades, se han considerado los requisitos específicos del maíz, los cuales fueron analizados y detallados en el proyecto titulado "Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales como alternativas para la conservación de suelos en la Ciudad de México". Este proyecto resalta que el maíz es una planta que requiere una alta disponibilidad de luz para su desarrollo y rendimiento óptimos. Por lo tanto, es fundamental garantizar que el espacio entre las plantas de maíz y los árboles sea el adecuado, de modo que el maíz reciba suficiente exposición solar. Además de la luz, el maíz necesita grandes cantidades de agua, especialmente durante su fase de crecimiento, por lo que el diseño del sistema debe asegurar que ambos cultivos (maíz y pinos) puedan acceder al agua que requieren, sin que haya una competencia excesiva por este recurso. Asimismo, es necesario considerar el espaciamiento adecuado, tomando en cuenta el desarrollo de las raíces de ambas especies. Aunque sus sistemas radiculares son distintos, es importante evitar la competencia por nutrientes, lo cual puede afectar el crecimiento y la salud de ambos cultivos.

Haciendo referencia a la **Tabla 10** y a la información descrita, se presenta la propuesta de un sistema agroforestal que incluye *Pinus ayacahuite* y maíz (**Fig. 10**). Este diseño fue elaborado teniendo en cuenta las características de las zonas pertenecientes al SC ubicadas en la alcaldía de Tlalpan.

Figura 11. Arreglo topológico de *Pinus ayacahuite*.

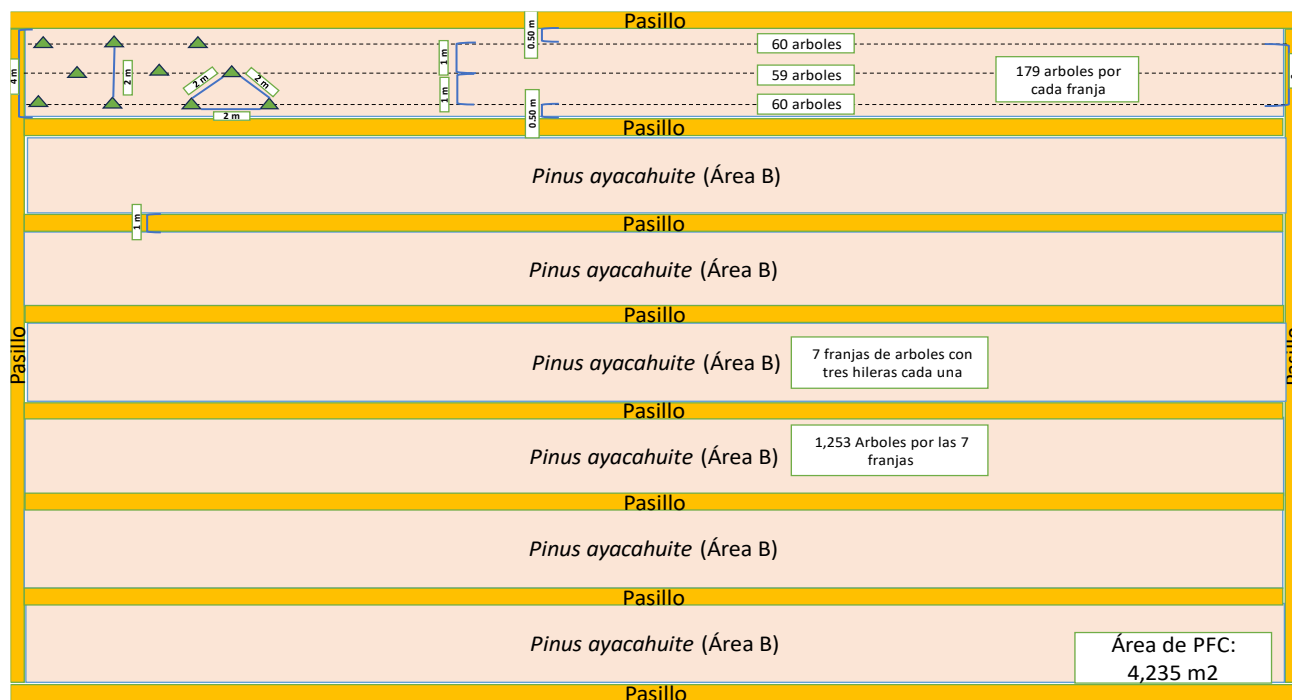
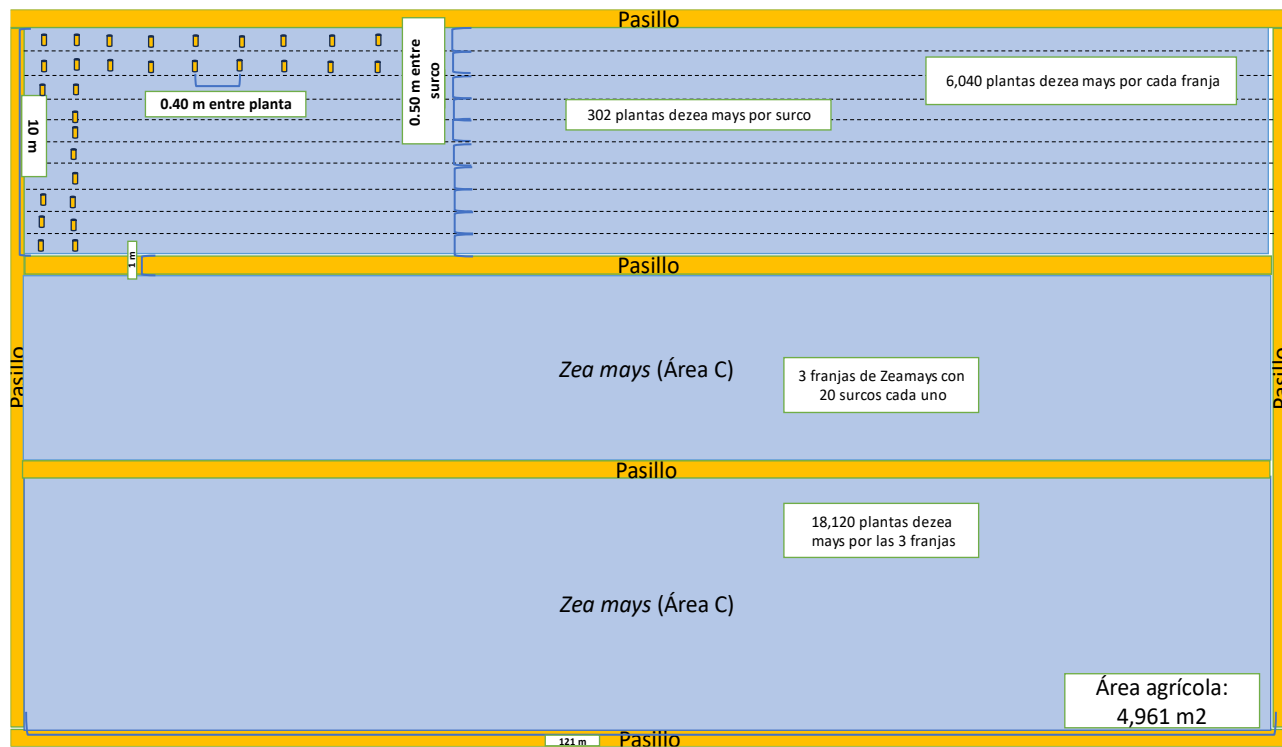


Figura 12. Arreglo topológico de *Zea mays*.



▪ **Sistema agroforestal (*Pinus ayacahuite* – *Avena sativa*)**

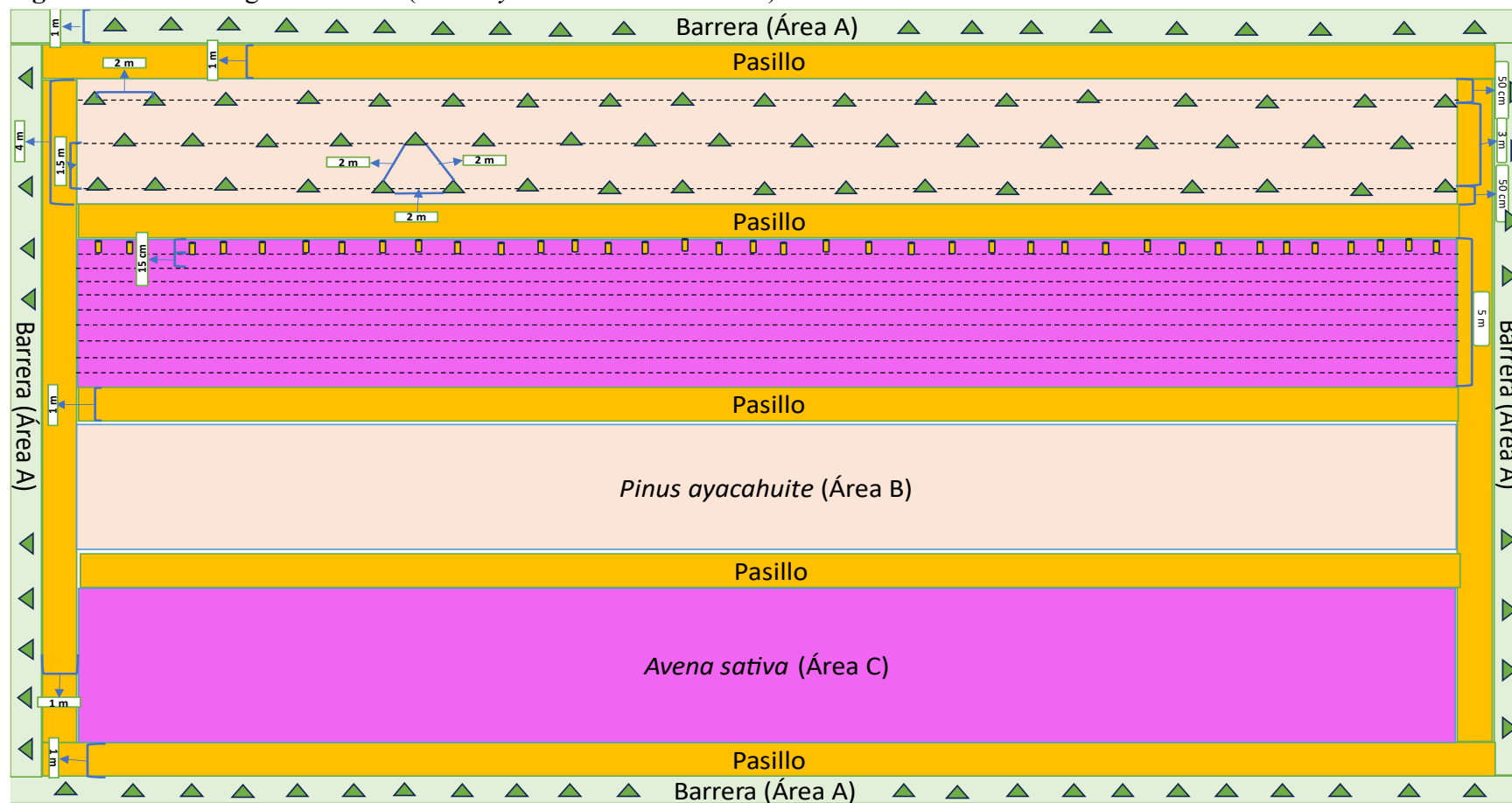
Para el diseño de este sistema, se siguió la misma metodología utilizada en el diseño anterior, con la diferencia de que se sustituyó el cultivo de maíz por avena. Para ello, se tomaron en cuenta los requisitos específicos de este cultivo, los cuales fueron analizados en el proyecto "Cultivos agrícolas en sistemas agroforestales como alternativas para la conservación de suelos en la Ciudad de México". Las densidades consideradas para el establecimiento se describen en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Densidades de siembra *Pinus ayacahuite-Avena sativa*

Cultivo/ Plantación	Distancia entre hilera	Distancia entre planta	Superficie total ocupada	Plantas por hilera	Numero de hileras	Semillas (Kg) necesarias para sembrar la superficie	Total, de plantas sembradas/ trasplantadas
<i>Pinus ayacahuite</i> (Área B)	3 m entre hileras laterales de una franja Una hilera intermedia entre las hileras laterales a 1.5 m de cada hilera lateral	2 m	4,235 m ²	- 60 plantas por hilera lateral (x2) - 59 plantas en hilera intermedia	7 franjas (c/u de 4 x 121 m) con 2 hileras laterales y una intermedia	N/A	1,253
<i>Avena sativa</i> (Área C)	15 cm entre surco	Se siembra al voleo	4,961 m ²	N/A	33 surcos por franja 6 franjas (c/u de 5 x 121 m)	59.53 Kg	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Sistema agroforestal de (*Pinus ayacahuite*- *Avena sativa*).



Simbología

Barrera (A)



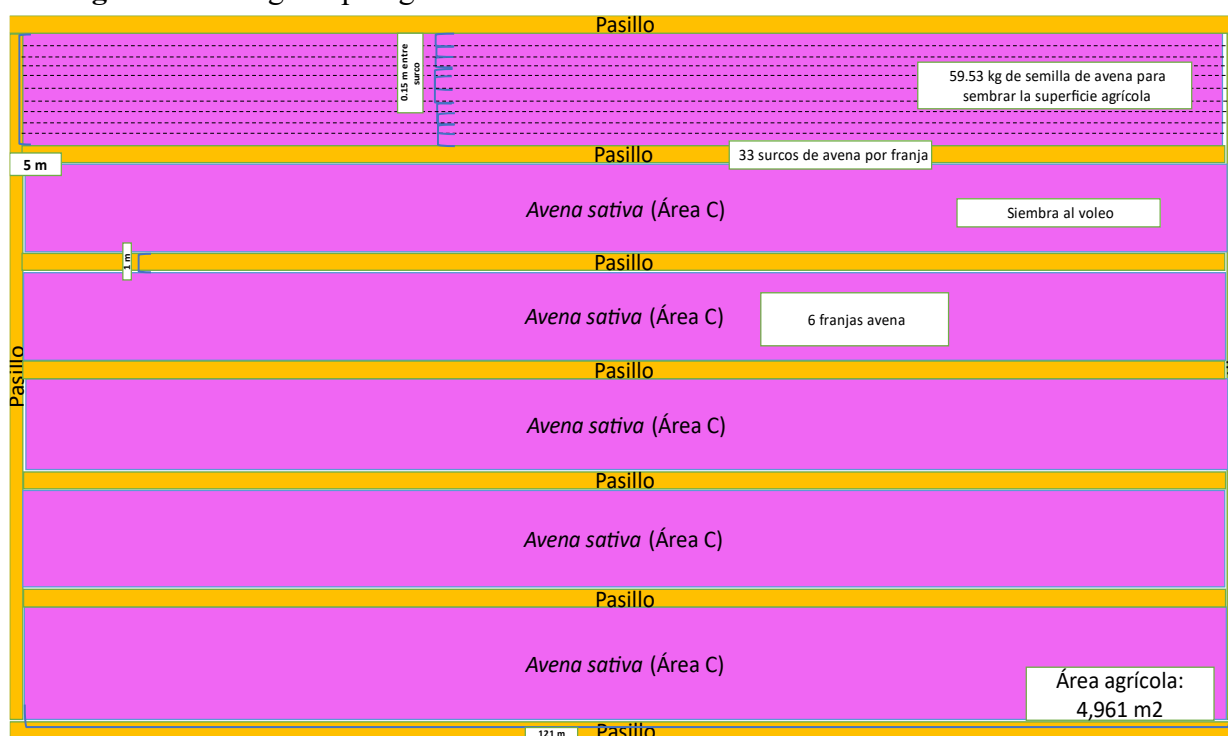
Pinus ayacahuite (B)



Avena sativa (C)



Figura 14. Arreglo topológico de *Avena sativa*.



6.4 Evaluación económica del establecimiento y producción de árboles de Navidad

Las plantaciones forestales comerciales de árboles de Navidad requieren una inversión financiera a largo plazo, debido a las características de crecimiento de las especies utilizadas y las prácticas de manejo necesarias para su producción. Estos proyectos generan utilidades a partir del sexto u octavo año después de su establecimiento (Lara, 2017).

Para evaluar la rentabilidad de la producción de árboles de Navidad, se consideró la información recopilada a través de encuestas aplicadas a productores de la Ciudad de México (**Anexo 2**), así como las cotizaciones de algunos insumos. Esta información permitió calcular los costos de producción, los cuales se detallan en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Costos de establecimiento de una plantación forestal comercial de 1 ha.

<i>Insumo /mano de obra</i>	<i>Precio/unidad</i>	<i>Subtotal</i>
<i>Planta (Req. 1,253)</i>	20	25,060
<i>Triple 17</i>	1,229	1,229
<i>Caldo orgánico (Req. 21L/año)</i>	63	63
<i>Rafia (Req. 8 kg)</i>	30	240
<i>Malla (Req. 1 rollo)</i>	1,800	1,800
<i>Papel (cartón o kraft) (Req. 27 kg)</i>	30	810
<i>Crucetas (Req. 80)</i>	30	2,400
<i>Bandejas (Req. 80)</i>	17	1,360
<i>Clavos 4" (Req. 2 kg)</i>	35	70
<i>Renta de tractor</i>	3,000	3,000
<i>Brecha corta fuego (Re, 4 jornales)</i>	300	7,200
<i>Limpieza (Req. 2 veces 2 jornales)</i>	300	1,800
<i>Plantación (Req. 12 jornales)</i>	300	3,600
<i>Cajeteo (Req. 5 días 4 jornales)</i>	300	6,000
<i>Poda (Req. 5 días 4 jornales)</i>	300	6,000

En la **Tabla 13** se presentan los costos asociados a la plantación de nuevos árboles para cubrir los espacios vacíos dejados por la cosecha del año anterior, así como el costo adicional en caso de que los árboles mueran durante el trasplante. Además, se considera el costo de la mano de obra necesaria para realizar esta actividad.

Tabla 13. Costos asociados a la plantación de nuevos árboles.

<i>Insumo / mano de obra</i>	<i>Cantidad requerida</i>	<i>Costo \$</i>
<i>Para recuperar plantación perdida (10%)</i>	125 plantas	2,500
<i>Planta requerida para cubrir la plantación cosechada</i>	80 plantas	1,600
<i>Plantación (Jornales)</i>	1 persona	300

Para la venta de los árboles se requiere de personal de apoyo, el costo relacionado con esta actividad se describe en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Costos de venta de árboles de navidad

<i>Jornales requeridos</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Costo \$</i>
<i>2 jornales</i>	14 días	2,800

En la **Tabla 15** se presentan los costos anuales de mantenimiento de la plantación, junto con las actividades correspondientes a cada año, esto tomando en cuenta lo descrito en el “Manual para la producción de árboles de Navidad” (CONAFOR, 2011).

Se ha considerado que, según los datos obtenidos, el primer ingreso se generará en el séptimo año, ya que es el momento en que los árboles estarán listos para su aprovechamiento.

Tabla 15. Costos de producción por año.

<i>Año</i>	<i>Insumos requerido</i>	<i>Costo \$</i>
<i>Primer año</i>	Plántula, triple 17, caldo orgánico, renta de tractor y plantación.	32,889
<i>Segundo año</i>	Caldo orgánico, brecha corta fuego, limpieza, cajeteo, plantación perdida.	17,563
<i>Tercer año</i>	Caldo orgánico, brecha corta fuego, limpieza y cajeteo.	15,063
<i>Cuarto año</i>	Caldo orgánico, brecha corta fuego, limpieza y cajeteo.	15,063
<i>Quinto año</i>	Caldo orgánico, brecha corta fuego y limpieza.	9,063
<i>Sexto año</i>	Caldo orgánico, brecha corta fuego, limpieza y poda.	15,063
<i>Séptimo año</i>	Caldo orgánico, rafia, malla, papel, crucetas, bandejas, clavos, brecha corta fuego, limpieza, poda y costos de venta.	21,743
<i>Octavo año</i>	Caldo orgánico, rafia, malla, papel, crucetas, bandejas, clavos, brecha corta fuego, limpieza, poda, costos de venta y Plantas nuevas para replante.	23,643

Según los productores encuestados, en promedio se venden alrededor de 80 árboles por hectárea durante la temporada. El costo de cada árbol varía principalmente según su altura, cuyo precio puede variar entre \$800 y \$2,500. Otro factor determinante en el precio es la

especie del árbol. No obstante, para este análisis, se ha considerado un precio unitario de \$1,000 (Tabla 16).

Tabla 16. Ingresos de la producción.

<i>Descripción</i>	<i>Costo \$</i>
<i>Precio de venta \$</i>	1000
<i>Producción por hectárea (árboles)</i>	1,253
<i>Unidades vendidas (1 ha)</i>	80
<i>Ingreso en el séptimo año</i>	80,000

A partir de la información anterior, se elaboró un estado de resultados que refleja los ingresos y egresos desde el primer año de establecimiento de la plantación hasta el séptimo año (Tabla 17).

Tabla 17. Estado de resultados de la producción de árboles de navidad.

<i>Ingresos /Egresos</i>	<i>Concepto</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
+	Ingresos	0	0	0	0	0	0	80,000	80,000
-	Costos de producción	32,889	17,563	15,063	15,063	9,063	15,063	21,743	23,643
=	Utilidad marginal	-32,889	-17,563	-15,063	-15,063	-9,063	-15,063	58,257	56,357
-	Costo de administración	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Costos de venta	0	0	0	0	0	0	2,800	2,800
-	Costos financieros	0	0	0	0	0	0	0	0
=	Utilidad Neta	-32,889	-17,563	-15,063	-15,063	-9,063	-15,063	55,457	53,557

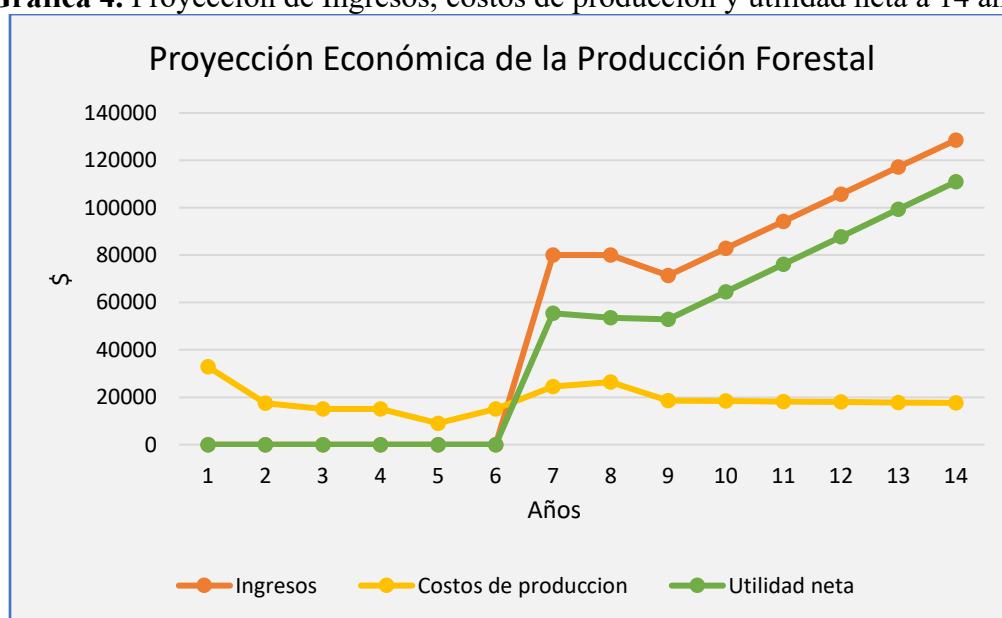
Como se puede ver en el estado de resultado (Tabla 17), las plantaciones de árboles de Navidad generalmente no generan ingresos hasta el séptimo año, cuando los árboles ya tienen un tamaño adecuado para la venta. Durante este tiempo, los costos de mantenimiento y producción pueden ser elevados. Por lo tanto, es importante considerar el retorno de la inversión a largo plazo, ya que los ingresos en los primeros años de la plantación son nulos.

Con respecto a los resultados obtenidos, es fundamental realizar una proyección de ingresos y egresos a 7 años para la producción de árboles de Navidad. Según lo señalado por Gómez y García (2018), una proyección permite a los productores estimar los ingresos y egresos de

la plantación en un período determinado, lo cual es clave para tomar decisiones informadas sobre la viabilidad económica del proyecto. Esto incluye la capacidad de cubrir los costos de inversión inicial y evaluar la rentabilidad a largo plazo.

La **Gráfica 4** a continuación presenta la proyección de ingresos y egresos a 7 años de la producción de las especies forestales estudiadas, considerando los costos e ingresos previamente analizados. Esta proyección permite visualizar el comportamiento económico del proyecto a lo largo del tiempo, facilitando la evaluación de su rentabilidad y la capacidad para cubrir los costos iniciales y operativos asociados a la producción.

Grafica 4. Proyección de Ingresos, costos de producción y utilidad neta a 14 años.



Según los resultados obtenidos, a partir del séptimo año, cuando se percibe el primer ingreso, se estima una utilidad neta de \$55,475. A partir de este punto, la **Gráfica 4** muestra un comportamiento ascendente en la utilidad neta, lo que indica que el proyecto es rentable. Esto se debe a que los costos de producción son menores que los ingresos, lo que permite cubrir los gastos y generar una utilidad neta creciente con el paso de los años.

Para el año 14, que corresponde al doble del ciclo de vida de la plantación, se estima un costo de producción de \$17,626, un ingreso de \$128,577 y una utilidad neta de \$110,949. Este incremento en los ingresos y la utilidad neta refleja el potencial de crecimiento del proyecto a largo plazo, con un aumento considerable en los beneficios a medida que los árboles alcanzan su tamaño óptimo para la venta. Este comportamiento económico sugiere que, a

medida que el proyecto madura, se incrementa la rentabilidad, lo que hace que la inversión inicial sea aún más viable y atractiva.

6.5 Evaluación del impacto ambiental al establecer una plantación forestal

La evaluación de impacto ambiental es crucial, ya que permite identificar, predecir y mitigar los posibles efectos negativos que una plantación puede tener sobre el medio ambiente y las comunidades circundantes (López, 2016).

Martínez (2017), describe que la matriz de Leopold se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en el entorno natural. Este sistema consiste en una matriz de información en la que las columnas representan las diversas actividades que se realizan durante el proyecto y las filas corresponden a los factores ambientales considerados. Las intersecciones entre las columnas y filas se numeran con dos valores: uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el otro la importancia (de 1 a 10) del impacto de cada actividad sobre los factores ambientales. Aunque las medidas de magnitud e importancia suelen estar relacionadas, no siempre están directamente correlacionadas.

En la **Tabla 18** se presentan las acciones antrópicas que se consideran al establecer una plantación forestal en una determinada zona, así como los factores ambientales que probablemente se alteren o sufran modificaciones como resultado de esta actividad.

Tabla 18. Actividades antrópicas y factores considerados.

<i>Actividades Antrópicas</i>	<i>Factores ambientales alterados</i>
<i>Arado del suelo</i>	Estructura del suelo
<i>Uso de tractor</i>	Erosión del suelo
<i>Fertilización orgánica</i>	Lavado de nutrientes
<i>Introducción de flora</i>	Calidad de agua
<i>Fertilización sintética</i>	Infiltración del agua
<i>Podas</i>	Flora nativa
<i>Aprovechamiento de los árboles</i>	Microclimas
<i>Incorporación de rastrojo</i>	Fauna nativa

Considerando lo expuesto anteriormente, se elaboró la matriz (**Fig. 15**) y se evaluó el grado de impacto utilizando la escala establecida por el autor (**Tabla 19**), la cual permite identificar tanto la magnitud de los impactos como si estos son positivos o negativos.

Figura 15. Matriz de Leopold para el establecimiento de una plantación forestal.

Actividades	Arado del suelo	Uso de tractor	Fertilización	Introducción de flora (árboles de navidad)	Fertilización	Podas	Aprovechamiento de	Modificación del	Incorporación de	Afectaciones		Impacto del
Factores			orgánica		sintética		árboles	clima	rastrojo	+	-	agregado
Estructura del Suelo	-1 1	-1 1	7 1	9 3	-1 1	9 3	7 3	7 3	9 3	6	3	127
Erosión del Suelo	-1 1	-1 1	7 3	9 3	-1 1	9 3	1 3	7 3	9 3	6	3	123
Lavado de nutrientes	-1 1	-1 1	7 3	9 3	-1 1	9 3			9 3	4	3	99
Calidad de agua			8 3	9 3	-5 3	9 3			9 3	4	1	90
Infiltración del agua	2 1	-1 1	8 3	9 3	-5 3	9 3		7 3	9 3	6	2	112
Flora nativa	-1 1	-1 1	2 3	-2 3	-5 3					1	4	-17
Microclimas				9 3			-1 3	9 3	9 3	3	1	78
Fauna nativa	-1 1	-1 1	1 3	-2 3	-5 3					1	4	-20
Afectaciones +	1	0	7	6	0	5	2	4	6	31	21	592
Afectaciones -	5	6	0	2	7	0	1	0	0	21		
Impacto del agregado	-3	-6	106	150	-63	135	21	90	162	592		592

Tabla 19. Valor de rangos de impacto.

<i>Rangos del índice de impacto</i>	<i>Impacto negativo</i>	<i>Rangos del índice de impacto</i>	<i>Impacto negativo</i>
<i>Poco importante</i>	0 a 25	Irrelevante	0 a -25
<i>Importante</i>	25 a 50	Moderada	-25 a 50
<i>Muy importante</i>	>50	Severo	-50 a -75
		Critico	>75

Según los resultados obtenidos, la acción antrópica que genera un mayor impacto negativo al establecer una plantación es la aplicación de fertilizantes sintéticos (-63) (**Fig. 15**), la cual, según la escala de clasificación, se considera un impacto severo. Diversos autores han señalado que los fertilizantes inorgánicos pueden ocasionar afectaciones como la contaminación del agua, la degradación del suelo, la emisión de gases de efecto invernadero y la resistencia de plagas y enfermedades. En contraste, la fertilización orgánica se considera más beneficiosa para el medio ambiente, entre cuyos beneficios destacan la mejora de la salud del suelo, un menor impacto en los mantos acuíferos, la reducción de gases de efecto invernadero y el establecimiento de un ciclo de nutrientes cerrado.

Por otro lado, la acción antrópica que genera el mayor impacto positivo (162) (**Fig. 15**) es la incorporación de rastrojo, lo cual, de acuerdo con la escala, se clasifica como un impacto positivo muy importante.

En cuanto a los factores ambientales, se observó que los que sufren mayor alteración son la flora nativa (-17) y la fauna nativa (-20), ya que la introducción de nuevas especies puede desplazar a las nativas, afectando a los organismos que dependen de ellas para su supervivencia. No obstante, es importante destacar que entre las especies estudiadas se encuentran especies nativas de la zona, como *Pinus ayacahuite* y *Abies religiosa*, lo que atenuaría parcialmente este impacto.

Asimismo, se observó que algunos factores ambientales experimentan mejoras al establecer este tipo de plantaciones, como la estructura del suelo (127) y la erosión del suelo (123), clasificándose ambos como impactos positivos muy importantes. En este sentido, el sistema radicular de los árboles juega un papel clave al contribuir a la mejora de la estructura del suelo y la reducción de la erosión.

En general, se obtuvo un impacto positivo promedio de 74 para los factores ambientales y de 66 para las acciones antrópicas. Esto sugiere que, al considerar las características específicas de la zona, la selección adecuada de especies según su adaptabilidad y su relación con la flora nativa, así como la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles, el establecimiento de plantaciones forestales no solo no perjudica al ambiente, sino que, en realidad, lo beneficia de manera significativa.

7. CONCLUSIONES

1. Se logró identificar un conjunto de especies forestales comerciales apoyadas por la CONAFOR que son adecuadas para las condiciones específicas del SC de la CDMX. Entre las especies seleccionadas se encuentran tanto variedades nativas como algunas adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región. Esto establece una base sólida para la implementación de prácticas agroforestales que promuevan la sostenibilidad a largo plazo.
2. Analizar las características agronómicas y ecológicas de las especies seleccionadas, permitió determinar su viabilidad para ser cultivadas en el SC. Se observó que las especies seleccionadas contribuyen a la regeneración del suelo, a la biodiversidad local y al control de la erosión. Además, estas especies tienen la capacidad de adaptarse a los cambios climáticos y a las variaciones de suelo, lo que las convierte en una opción sostenible.
3. A través de la proyección económica realizada, se determinó que las especies seleccionadas tienen un alto potencial para generar ingresos sostenibles a través de su comercialización, sin comprometer la integridad ecológica del área. La rentabilidad es viable, especialmente si se implementan prácticas agroforestales que optimicen el uso del suelo y aumenten la productividad en el largo plazo.
4. El análisis de impacto ambiental realizado en el proyecto reveló que la introducción y cultivo de las especies forestales seleccionadas puede tener un impacto positivo, siempre y cuando se lleve a cabo con prácticas agroforestales adecuadas. Los beneficios incluyen la mejora de la calidad del suelo, la prevención de la erosión y la conservación de la biodiversidad, siempre que se realice un manejo adecuado que

evite el desplazamiento de especies nativas o la alteración de los ecosistemas existentes.

5. Los diseños de los sistemas agroforestales propuestos para el SC de la CDMX permiten una optimización eficiente del espacio destinado a la plantación. Estos diseños garantizan los rendimientos necesarios para que el proyecto sea rentable, al tiempo que favorecen el crecimiento y mantenimiento tanto de las especies agrícolas como forestales.

8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Las actividades realizadas a la par del desarrollo del proyecto durante el periodo septiembre-diciembre se describen a continuación:

SEPTIEMBRE

- **Semana 1: Jornadas Comunitarias por el Derecho a la Tierra y el Territorio para Mujeres Rurales de la Ciudad de México.** Se participó en las Jornadas Comunitarias por el Derecho a la Tierra y el Territorio para Mujeres Rurales de la Ciudad de México, celebradas en las alcaldías Milpa Alta y Xochimilco, respectivamente. Durante estos eventos, se desarrollaron actividades en el stand de la CONAFOR, donde se proporcionó información sobre los distintos apoyos ofrecidos por la institución. A los visitantes se les invitaba a participar en la actividad “Compartiendo Conocimientos” y, se les explicaba en qué consistía dicha actividad, al final de la actividad.
- **Semana 1: Monitoreo de plagas en el Parque de Viveros Coyoacán.** Se participó en las actividades de monitoreo del gusano descortezador y otras plagas asociadas que afectan a los árboles de las especies *Pinus* sp., *Cupressus lusitanica* y *Fraxinus*. Como parte del trabajo, se recopilaron datos dasométricos, incluyendo la altura de los árboles, el diámetro del tronco, el tamaño de la copa y su ubicación. Esta información es clave para evaluar el estado de salud de los árboles y planificar estrategias de manejo.
- • **Semana 2: Impulso al desarrollo económico a través del uso sustentable del pino.** Se participó como ponente en el curso-taller “Usos del pino como alternativa para el desarrollo económico de los núcleos agrarios de la CDMX”, dirigido

principalmente a mujeres y jóvenes. Durante el taller, se abordaron temas sobre el aprovechamiento sustentable de las hojas de pino (ocoxal), destacando su uso en la extracción de aceites esenciales y la elaboración de artesanías.

- Como parte práctica, se impartió un taller para la creación de llaveros elaborados con ocoxal, promoviendo habilidades que pueden convertirse en fuentes de ingreso para las comunidades participantes.
- **Semana 2: Capacitación en constitución legal de empresas forestales.** Se participó en el curso “Constitución legal de empresas forestales”, enfocado en proporcionar conocimientos clave sobre los aspectos legales y administrativos necesarios para la formalización de empresas en el sector forestal.

Durante la capacitación, se abordaron temas como los requisitos legales, los procedimientos administrativos y las normativas vigentes que rigen la creación y operación de este tipo de empresas, fomentando el desarrollo empresarial sostenible y el cumplimiento normativo en el sector.

- **Semana 3: Cultura Forestal.** Se participó en el evento “Viernes de Peques” organizado por CONAGUA, implementando el taller “Aventuras antiincendios forestales para pequeñas y pequeños héroes”. Esta actividad, dirigida a la población infantil, tuvo como objetivo sensibilizar y educar a los niños sobre los incendios forestales, sus causas, consecuencias y medidas preventivas.

A través de dinámicas interactivas y materiales lúdicos, se fomentó el aprendizaje sobre la importancia de proteger los ecosistemas y el papel que cada persona, incluso desde temprana edad, puede desempeñar en la prevención de incendios.

- **Semana 4: Capacitación en primeros auxilios.** Se asistió a un curso de primeros auxilios, enfocado en adquirir conocimientos y habilidades esenciales para responder de manera eficiente ante situaciones de emergencia. Durante la capacitación, se abordaron temas como evaluación primaria, técnicas de reanimación cardiopulmonar (RCP), control de hemorragias y manejo de heridas, entre otros.
- **Apoyo administrativo:** Organización y gestión de documentación. Durante el mes, se colaboró en tareas administrativas, centradas en la organización de carpetas relacionadas con los diversos apoyos y actividades realizadas. Estas labores

incluyeron la correcta clasificación y archivo de documentos, asegurando una adecuada gestión y seguimiento de los recursos disponibles.

OCTUBRE

- **Semana 1: Recorrido de reconocimiento en campo y levantamiento de encuestas en el Ejido San Jerónimo Miacatlán.** Se acompañó a un recorrido en San Jerónimo Miacatlán, Milpa Alta, con el propósito de encuestar a personas productoras de la zona. Este esfuerzo se centró en obtener información valiosa sobre la región, que permitirá diseñar un sistema agroforestal adaptado a las necesidades y características locales. La información recolectada ayudará a identificar las mejores opciones para el desarrollo del proyecto agroforestal, teniendo en cuenta las particularidades de cada zona.
- **Semana 2: Visita a plantaciones de árboles de Navidad.** Se realizó una visita a una plantación de árboles de Navidad ubicada en la alcaldía Tlalpan. Durante la actividad, se llevaron a cabo levantamientos de encuestas para recopilar información detallada sobre los procesos involucrados en la producción de árboles navideños.
El estudio abarcó aspectos clave como las actividades de establecimiento, las prácticas de mantenimiento y las estrategias de venta. Esta información es fundamental para comprender los desafíos y oportunidades en el manejo sostenible de este tipo de plantaciones.
- **Semana 3: Presentación de las Reglas de Opresión correspondientes al programa de desarrollo forestal sustentable para el bienestar 2024.** Se participó como expositor en la asamblea de ejidatarios de San Jerónimo Miacatlán, donde se presentó una propuesta para implementar un sistema agroforestal en sus tierras de cultivo. Durante la exposición, se explicaron los principios del diseño propuesto, destacando sus características y funcionamiento.
Además, se abordaron de manera clara las ventajas y desventajas del sistema agroforestal, enfatizando su potencial para mejorar la productividad del suelo, diversificar los ingresos y contribuir a la sostenibilidad ambiental. La actividad buscó fomentar el diálogo y la participación de los ejidatarios en la toma de decisiones relacionadas con el manejo de sus recursos.

- **Apoyo en la clasificación de expedientes:** Organización y gestión documental. Se brindó apoyo administrativo mediante la clasificación y organización de expedientes. Esta labor incluyó la revisión, ordenamiento y sistematización de documentos, asegurando su adecuada disposición para facilitar el acceso y el seguimiento de información relevante.

NOVIEMBRE

- **Recorrido de reconocimiento en campo San Lorenzo Tlacoyucan Milpa Alta.** Se realizó un recorrido de reconocimiento en una propiedad ubicada en San Lorenzo Tlacoyucan, Milpa Alta, con el objetivo de evaluar el espacio y determinar si cumple con los criterios necesarios para ser candidato al Componente II. Plantaciones Forestales Comerciales y Sistemas Agroforestales para el Bienestar (PFC).

Durante la visita, se analizaron las características del terreno, como su ubicación, condiciones ambientales y potencial de desarrollo forestal. Esta actividad es clave para garantizar que los recursos se destinen a proyectos viables y alineados con los objetivos de programa.

- **Visita a empresas forestales en San Juan Cuauhtémoc Puebla.** Se realizó una visita al poblado de San Juan Cuauhtémoc para conocer dos destacadas empresas comunitarias que promueven el aprovechamiento sostenible de recursos forestales:

- Cihuame Ixtlauatl: Empresa liderada por mujeres dedicada a la elaboración de artesanías con ocoxal. Durante la visita, se pudo apreciar el proceso creativo y el valor cultural.
- Esencias Los Volcanes: Empresa enfocada en la extracción de aceites esenciales de especies forestales, así como en la producción de jabones, productos de limpieza y desinfectantes. Se revisaron los procesos de producción, destacando su compromiso con la sostenibilidad y el aprovechamiento integral de los recursos.

Estas visitas permitieron conocer de cerca modelos exitosos de emprendimiento comunitario, fortaleciendo la visión de desarrollo económico sustentable en zonas rurales.

Con respecto a estas actividades complementarias relacionadas con el rol de “Apoyo Técnico en Seguimiento al Programa de Manejo Forestal Comunitario”, se han alcanzado los siguientes resultados:

1. Al integrarse progresivamente en las actividades diarias del equipo, se han adquirido habilidades prácticas en el campo del manejo forestal, lo que ha permitido un desarrollo en el entorno profesional.
2. La participación en actividades y proyectos específicos del programa de manejo forestal ha permitido obtener un sólido conocimiento teórico y técnico en el área.
3. La interacción con comunidades locales ha proporcionado una valiosa experiencia en comunicación y colaboración en contextos diversos, enriqueciendo el aprendizaje con conocimientos transmitidos por los pobladores de cada localidad.

9. CONCLUSIONES SERVICIO SOCIAL

En general, la estancia durante este período en la Promotoría de Desarrollo Forestal como prestador de servicio social ha dado lugar a resultados positivos. Se han adquirido conocimientos valiosos en el área forestal, un interés personal que llevó a elegir esta institución para realizar el servicio social. Además, se ha tenido la oportunidad de participar en diversas actividades y talleres, los cuales han proporcionado experiencias y conocimientos significativos.

Es especialmente relevante la participación en el desarrollo del proyecto “Especies Forestales Comerciales con Potencial Agroforestal en Suelo de Conservación de la CDMX” y en la creación de una Propuesta para un Sistema Agroforestal en Suelo de Conservación de la CDMX. Ambos proyectos han permitido aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional y a lo largo del servicio social, brindando una experiencia práctica altamente enriquecedora.

10. REFERENCIAS

Álvarez-Buylla, R. E., & Martínez-Ramos, M. (2017). "El uso del nopal en agroecosistemas y su potencial como barrera viva". *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 1234-1244.

CONABIO. 2021. Resumen de La biodiversidad en la Ciudad de México. Estudio de Estado. Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación, México. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/region/eeb/files/CDMX_resumen.pdf

Consultado 11 de junio de 2024.

CONAFOR. 2021. Diagnostico Fitosanitario de la Ciudad de México 2021. Promotoría de Desarrollo Forestal en la Ciudad de México. Comisión Nacional Forestal. Recuperado de: http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/02%20Informes%20de%20acciones%20operativas/DiagnosticosEstatales/2021/Ciudad_Mexico.pdf Consultado el 7 de junio del 2024.

CONAFOR, 2011, Manual para la producción de árboles de Navidad. Recuperado de: https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_PRODUCCION_DE_ARBOLES_DE_NAVIDAD.PDF

López, A. M. (2016). Evaluación de impacto ambiental en proyectos de forestación y reforestación. Editorial Académica Española.

Montagnini F., Somarriba E., Murgueitio H. y Eibl B. 2015. Sistemas Agroforestales Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Informe técnico No. 402. Colombia - Costa Rica. Recuperado de: <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-agroforestales-funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf> Consultado el 8 de junio del 2024.

Martinez V. A. 2017. Matriz de Leopold impactos ambientales. Universidad Católica de Cuenca. Ecuador. Consultado 20 de noviembre. Recuperado de: file:///C:/Users/reybr/Downloads/Matriz_de_Leopold_Impactos_Ambientales.pdf

Pérez Camacho, U. y García González, M. D. L. 2021. Evaluación del sistema agroforestal una alternativa para el desarrollo local sostenible, en la localidad de San Francisco Cheje, municipio de Jocotitlán, México. Recuperado de: <https://ru.iiec.unam.mx/5451/1/170-L%C3%B3pez-Garc%C3%ADa.pdf> Consultado el 16 de junio del 2024.

Pérez, A. L., & López, S. G. (2015). "Impacto de las barreras vivas de nopal en la conservación del suelo y la biodiversidad". Revista de Ecología Aplicada, 23(6), 122-130.

Riveros M., Lassaletta L., Fernández R. y Gonzales D. 2015. Las insostenibilidad de los monocultivos agroindustriales. Recuperado de: www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntossip/pdf/Las_insostenibilidad_de_los_monocultivos_agroalimentarios.pdf . Consultado el 29 de junio del 2024.

SEDEMA. 2016. Suelo de Conservación. Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Recuperado de: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf Consultado el 6 de junio del 2024.

UMA. 2022. Suelo de Conservación y Restauración Socio ecológica. Universidad del Medio Ambiente. Recuperado de: <https://umamexico.com/suelo-de-conservacion-y-restauracion-socio-ecologica/> Consultado el 6 de junio del 2024.

SAGARPA. 2023. Sistemas Agroforestales. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de: <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r123434.PDF> Consultado el 18 de junio del 2024.

SEDEMA. 2016. Suelo de Conservación. Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Recuperado de: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf Consultado el 6 de junio del 2024.

SEDEMA. 2018. Árboles de Navidad naturales, como alternativa para conservar el medio ambiente. Recuperado de: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/arboles-de-navidad-vpara-conservar-el-medioambiente#:~:text=Los%20cultivos%20forestales%20producen%20ox%C3%ADgeno,comunidades%20que%20habitan%20ese%20territorio>. Consultado 7 de julio de 2024.

SEMARNAT. 2014. Capítulo 2. Marco Teórico 2.1. Marco Estatal. Hidrografía. Inventario Estatal Forestal y de Suelos. Distrito Federal 2014. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. Pag 46. Primera edición 2015. ISBN. 978-607-8383-00-9. Consultado el 14 de junio del 2024.

11. ANEXO 1. EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE



Figura 16 Jornadas Comunitarias por el Derecho a la Tierra y el Territorio para Mujeres Rurales de la Ciudad de México, celebradas en las alcaldías Milpa Alta y Xochimilco.



Figura 17. Monitoreo de plagas en el Parque de Viveros Coyoacán, en las especies *Pinus* sp., *Cupressus lusitanica* y *Fraxinus*



Figura 18. Impulso al desarrollo económico a través del uso sustentable del pino. curso-taller “Usos del pino como alternativa para el desarrollo económico de los núcleos agrarios de la CDMX”.



Figura 19. Cultura forestal. “Viernes de Peques” organizado por CONAGUA, implementando el taller “Aventuras antiincendios forestales para pequeñas y pequeños héroes”.



Figura 20. Capacitación en primeros auxilios.



Figura 21. Recorrido de reconocimiento en campo y levantamiento de encuestas en el Ejido San Jerónimo Miacatlán.



Figura 21. Visita a plantaciones de árboles de Navidad en Ajusco, Tlalpan.



Figura 23. Presentación de las Reglas de Opresión correspondientes al programa de desarrollo forestal sustentable para el bienestar 2024.



Figura 24. Recorrido de reconocimiento en campo San Lorenzo Tlacoyucan Milpa Alta.



Figura 25. Visita a empresas forestales en San Juan Cuauhtémoc Puebla. Cihuame Ixtlauatl y Esencias los volcanes.

12. ANEXO 2. FORMATOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A PRODUCTORES

■ Costos de producción para árboles de navidad

Datos generales

Nombre del productor:	
Nombre del pareja:	
Nombre de la plantación:	
Superficie de la plantación:	
Año de la plantación:	
Año de inicio de aprovechamiento:	
Unidades producidas:	

1. ¿Cuáles son los costos iniciales para la preparación del terreno (limpieza, desmonte, etc.)?

Actividad	Renta de Maquinaria	Costo (\$)	Veces requerida/año	Total (\$)

Actividad	Jornaleros requeridos	Sueldo/ día	Veces requerido/año	Total (\$)

2. ¿Cuánto invierte en la compra de plántulas y de qué especie son?

Especie	Costo /planta (\$)	Costo total (\$)	Proveedor	Planta requerida al año

3. ¿Qué gastos generan las labores de plantación (mano de obra, maquinaria, etc.)?

Actividad	Jornaleros requeridos	Costo (\$)/día	Veces requeridos/año

4. ¿Cuánto gasta en fertilizantes?

Tipo de fertilizante	Nombre	Cantidad requerida	Costo (\$)	Veces requerido al año

5. ¿Cuáles son los costos asociados al control de plagas y enfermedades?

Plaga /enfermedad	Tipo de control	Producto	Costo (\$)	Cantidad (año)

6. ¿Actividades que se desarrollan para el mantenimiento de la plantación?

Actividad	Veces realizadas	Jornaleros requeridos	Costo/día

7. ¿Qué gastos administrativos tiene durante el ciclo de producción?

8. ¿Cuáles son los costos asociados con la cosecha (mano de obra, maquinaria, transporte, etc.)?

Actividad	Jornaleros requeridos	Sueldo/ día	Veces requerido/año

9. ¿Qué gastos tiene en la preparación de los árboles para su venta?

Material	Cantidad	Costo

10. ¿Cuánto gasta en transporte y logística para la distribución de los árboles?

11. ¿Cómo determina el precio de venta de los árboles?

12. ¿Maneja estándares de calidad?

▪ **Formulario para el Desarrollo de un Sistema Agroforestal con Plantaciones Forestales Comerciales de Árboles de Navidad 2024**

Datos

Fecha y hora:
Coordenadas:
Altura sobre el nivel del mar:
Temperatura:
Clima:
Suelo:
Nombre del productor
Teléfono:
Comunal () Ejidal () Propiedad privada Otro:
Nombre del paraje:
Nombre de la plantación:
Especies forestales que produce: Ayacahuite () Oyamel () Pinabete () Otra, cual:
Año de la plantación:
Superficie de la plantación:

Año de inicio de aprovechamiento:
Toneladas producidas:
Calidad de los árboles: Buena () Regular () Mala ()
Distribución actual de los cultivos en el terreno:

Recursos

¿Cuenta con caminos de acceso al área de plantación? a) Si b) No ¿En qué condiciones se encuentra el camino de acceso? a) Bueno b) Regular c) Malo
¿Existen poblados cercanos? a) Si b) No Si la respuesta fue Si, menciona ¿Cuál es? ¿Tiempo aproximado de distancia, al poblado más cercano? a) 30 mn b) 1 hr c) 1 hr y ½ d) 2 hr e) Mas de 2 hr
¿Cuenta con autorización de SEMARNAT?: a) Si b) No Si marco no, ¿Por qué?
¿Cuentas con recursos hídricos disponibles? a) Si b) No Si respondió si, ¿Cuáles? a) Ríos b) Pozo c) Tomas de agua d) Sistema de riego
¿Qué características presenta el suelo de cultivo? a) Arenoso b) Oscuro c) Claro d) Seco e) Húmedo f) Presenta encharcamiento g) Presenta grietas

¿Cuenta con almacenamiento o bodega? a) Si b) No Si respondió si, ¿De qué tamaño aproximadamente? a) 10 m² b) 15 m² c) 20 m² o mas
¿Con que maquinaria o herramientas cuenta actualmente para el mantenimiento y manejo de la plantación? a) Tractor b) Yunta c) Motocultor d) Implementos para el tractor
¿Cuenta con captadores de agua? a) Si b) No Si respondió que sí, ¿De qué capacidad? a) 2,000 Lt b) 5,000 Lt c) 8,000 Lt d) 10,000 Lt e) Mas de 10,000 Lt

Actividades

¿Realizas prácticas de manejo del suelo? a) Si b) No Si respondió que sí, ¿Cuáles? a) Arado b) Barbecho c) Desyerbar a) Descanso del suelo
¿Realizas prácticas de fertilización? a) Si b) No Si respondió que sí, ¿Cuáles? b) Aplicación de abonos de origen animal c) Aplicación de abonos verdes d) Aplicación de agroquímicos a) Fertirriego
¿Realizas prácticas de podas? a) Si b) No

Si respondió que sí, ¿Cada cuánto?

- b) Una vez al mes
- c) Dos veces al mes
- d) Una vez cada dos meses

Una vez cada tres meses

Limitantes

¿Tiene presencia de plagas y enfermedades?

- a) Si
- b) No

Si respondió si, ¿Cuáles?

¿El terreno tiene presencia de pendiente?

- a) Si
- b) No

Si respondió si, ¿Cuántos grados?

- a) 5°- 10° (Poca pendiente)
- b) 15°- 20° (Pendiente pronunciada)
- c) 25°- 30° (Pendiente muy pronunciada)

¿Tiene presencia de alguna obstrucción física en el terreno?

- a) Desechos
- b) Piedras,
- c) Cascajo

¿Existe presencia de sequías o heladas?

- a) Si
- b) No

De existir la presencia ¿en qué temporadas?

Implementación de sistema Agroforestal

¿Sabes lo que es un sistema agroforestal?

- a) Si
- b) No

¿Te interesa saber más sobre este sistema?

- a) Si
- b) No

¿Te gustaría implementar un sistema agroforestal en tu área de producción?

- a) Si
- b) No

¿Por qué?

¿Qué tipo de cultivos o productos agrícolas se siembran en la localidad?

¿Hay áreas específicas en tu terreno que prefieras destinar a la producción agroforestal?

¿Hay cultivos específicos que te gustaría integrar en el sistema agroforestal?

¿Cuál sería el objetivo de la producción agrícola?

- a) Autoconsumo
- b) Venta

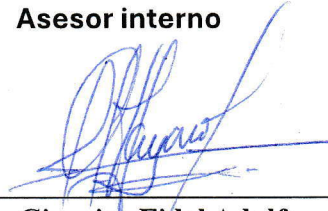
Si el objetivo de producción agrícola es la venta, ¿Cuál sería su mercado de destino?

FODA DEL SISTEMA

Fortalezas	Oportunidades
Debilidades	Amenazas

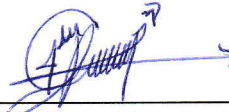
Notas:

Asesor interno



**Dr. en Ciencias Fidel Adolfo
José Martín Payán Zelaya.**

Asesor externo



**Ing. Forestal Rodrigo Alcantar
Morales.**

Alumna



Erandeni Reyes Flores.