



**“Cultivos Agrícolas en Sistema Agroforestal como Alternativas
de la Conservación de Suelos de la CDMX”**

Apoyo Técnico en Seguimiento al Programa de Manejo Forestal
Comunitario.

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. Rodrigo Alcantar Morales

Alumno: Marcos Manuel Miñon Macias

Matricula: 2202034304

Licenciatura en Agronomía

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Contenido

1.	Introducción.....	3
2.	Objetivo General:.....	4
2.1.	Objetivos Específicos:	4
3.	Justificación.....	4
4.	Desarrollo de actividades en el servicio social.	5
5.	Marco Teórico	6
5.1.	Suelo de Conservación	6
5.2.	Ecosistemas de la CDMX.....	7
5.3.	Zonas Forestales de la CDMX	8
5.4.	Servicios Ambientales	8
5.5.	Clima	9
5.6.	Suelo.....	11
5.7.	Actividades Agrícolas en Suelo de Conservación	12
5.8.	Sistema Agroforestal.....	16
5.9.	Especies Forestales Asociadas, propuestas por la CONAFOR.....	20
6.	Área de estudio.....	21
7.	Metodología.....	21
8.	Discusión y Resultados	22
8.1.	Identificación de los Cultivos Agrícolas.....	22
8.2.	Beneficios de los cultivos Agrícolas.....	26
8.3.	Establecimiento del sistema agroforestal.....	28
8.4.	Arreglo topológico del sistema agroforestal.....	32
8.5.	Cotización de productos e insumos para el establecimiento de los cultivos agrícolas .	38
8.6.	Elementos Financieros.....	40
8.7.	Proyección Financiera.....	42
8.8.	Evaluación del Impacto Ambiental	43
8.9.	Responsabilidades en el servició social:	46
8.10.	Actividades realizadas como apoyo en el servició social:	46
9.	Conclusiones	47
10.	Referencias.....	48
11.	Anexo 1	54
12.	Anexo 2	57

1. Introducción

En la Ciudad de México (CDMX) convergen múltiples culturas, en donde el desarrollo social y económico son determinantes, sin embargo, al mismo tiempo es un sitio con gran riqueza ecosistémica. La ciudad se divide principalmente en dos áreas según el uso del suelo y las actividades desarrolladas en las últimas décadas, entre ellos se encuentran el Suelo para Desarrollo Urbano (SDU), y Suelo de Conservación (SC) (INEGI, 2023).

Cuando se habla de la CDMX, la atención suele centrarse principalmente en su zona urbana. No obstante, más del 50% del territorio de la ciudad alberga diferentes tipos de ecosistemas (bosques de oyamel, pino y encino, matorrales xerófilos, humedales y pastizales) con distintos niveles de conservación, en donde convergen con distintas zonas de producción agrícola (UMA, 2022).

Estos ecosistemas son fundamentales, debido a los servicios ambientales que ofrecen a los habitantes de la capital y a los grupos agrarios de la zona del SC. A pesar de su importancia, estos espacios naturales enfrentan presiones y amenazas a su conservación (SEDEMA, 2016).

Una alternativa a estas amenazas son los sistemas agroforestales (SAF), también conocidos como agrosilvicultura, son términos que se emplean para describir la integración de actividades agrícolas, forestales, frutícolas y ganaderas, siempre con el enfoque de lograr una explotación diversificada y sostenible. Estos sistemas combinan la producción de cultivos agrícolas, árboles frutales, productos forestales tanto maderables como no maderables, pastos y ganado, utilizando diversas variaciones espaciales y temporales. En forma simultánea o secuencial se aplican prácticas de manejo compatibles con las prácticas culturales de la población local, proporcionando oportunidades para promover el desarrollo rural y para lograr un mejoramiento duradero de la producción, al mismo tiempo que permite mantener el potencial productivo de los recursos naturales, teniendo como objetivo la producción y desarrollo socio-económico (CONAFOR, 2014).

2. Objetivo General:

Identificar cultivos agrícolas con mayor potencial económico para la conservación de suelos en un sistema agroforestal en CDMX.

2.1. Objetivos Específicos:

- Identificar las zonas agrícolas del suelo de conservación.
- Identificar los cultivos agrícolas con mayor potencial económico presentes en suelo de conservación.
- Identificar los beneficios de las especies agrícolas y óptimas, asociadas en un sistema agroforestal.
- Desarrollar una propuesta de un sistema agroforestal.
- Determinar rentabilidad de los productos agrícolas.
- Determinar el impacto ambiental de la producción en el suelo de conservación.

3. Justificación

La importancia del Suelo de Conservación (SC) en la CDMX, radica en los servicios ambientales que ofrece a los habitantes de la capital, como la producción de agua, la regulación del clima y la captura de carbono, así como en su riqueza económica, cultural y social (CONABIO, 2021).

Estos servicios en la zona del suelo de conservación, se han visto aprovechados por la presencia de grupos agrarios. Sin embargo, en la actualidad, el sector primario en la CDMX apenas representa el 0.04% del Producto Interno Bruto Estatal. En los últimos años, la participación de este sector en la economía se ha ido reduciendo, principalmente por la pérdida de rentabilidad de las actividades agropecuarias. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la población económicamente activa ocupada en actividades agropecuarias en la CDMX asciende a unas 16,000 personas, agrupadas en 11,543 unidades de producción familiar. Aproximadamente 22,800 ha de tierra se dedican a la producción de cultivos (SEDEMA, 2016).

Pese a lo anterior, a escala local, el sector agropecuario resulta muy importante para la población rural que habita en la zona de SC de la CDMX, ya que provee de ingresos y medios de subsistencia. Por tal motivo la propuesta de desarrollar un SAF en suelo de conservación de la CDMX, con productos agrícolas de la zona, es una iniciativa determinante para fomentar el aprovechamiento de los espacios agrícolas, al mismo tiempo que se rehabilita, conserva y mejora las propiedades del ecosistema.

Con la implementación del SAF con productos anuales de la zona, le ofrecerá más oportunidades para la diversificación de ingresos de los grupos agrarios, ya que, al cultivar una variedad de árboles, arbustos y cultivos de manera

simultánea, los agricultores pueden reducir su vulnerabilidad a los cambios climáticos y a los cambios de los precios de los productos en el mercado.

4. Desarrollo de actividades en el servicio social.

Las actividades se realizaron entre los meses de junio a diciembre del 2024, de acuerdo al cronograma de actividades propuesto por el área de **“Apoyo Técnico en Seguimiento al Programa de Manejo Forestal Comunitario en la Promotoría de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal en la Ciudad de México”**. Se desarrollo en conjunto una propuesta de un sistema agroforestal en suelo de conservación de la CDMX, en donde de manera específica se identificarán los cultivos agrícolas como alternativas para la conservación de suelos en un sistema agroforestal.

- En el primer mes (3-30 de junio) se llevó a cabo la presentación y planteamiento del proyecto a desarrollar, utilizando información referente a plantaciones forestales y de cultivos agrícolas asociados.
- En el segundo mes (1-31 de Julio) se llevó a cabo el reconocimiento de la zona de estudio (Suelo de conservación de la CDMX), identificando los beneficios de las especies asociadas. Posteriormente se aplicaron encuestas a productores de la zona, en las alcaldías Tlalpan y Milpa alta, para poder conocer el aprovechamiento que estos le dan a sus recursos forestales y agrícolas de su zona
- En el tercer mes (1-31 de agosto), se consultaron datos de estaciones climatológicas (CONAGUA), para poder considerar las especies que permitan asociarse en suelo de conservación de la CDMX, para la implementación del sistema agroforestal (densidad de siembra).
- En el mes de septiembre (3-30), se llevó a cabo una cotización de productos e insumos para el establecimiento de la plantación y así poder determinar una estimación de la rentabilidad del proyecto. Se escogieron productos a bajos costos dentro del mercado agrícola.
- En el mes de octubre (1-31), se realizó una proyección financiera de la rentabilidad del proyecto a siete años, de acuerdo al libro **“Evaluación Proyectos séptima edición de Baca Urbina”** (2013), considerando la producción de los cultivos asociados por hectárea y el aprovechamiento que se le da a la plantación forestal.
- En el mes de noviembre (1) a diciembre (3), se identificaron las acciones antrópicas (actividades humanas) y factores ambientales involucrados en el establecimiento del proyecto, siguiendo la **“Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold de Martínez Vega** (2018)”, para determinar su impacto ambiental en el suelo de conservación de la CDMX.

De manera simultánea se apoyó con actividades de integración participativa de la Comisión Nacional Forestal, con ejidatarios y comuneros, realizando un intercambio de conocimientos.

5. Marco Teórico

5.1. Suelo de Conservación

La CDMX es una metrópoli cosmopolita, en donde el desarrollo social y económico convergen con múltiples culturas. Al mismo tiempo es un sitio con gran riqueza ecosistémica. Cabe mencionar que se divide principalmente en dos áreas según el uso del suelo y las actividades desarrolladas en las últimas décadas, entre ellos se encuentran el Suelo para Desarrollo Urbano (SDU) con 60,867.9 ha, y Suelo de Conservación (SC) con 87,310.80 ha (INEGI, 2023).

Este último se localiza principalmente al sur de la entidad, abarcando el 59% del territorio total (**Fig. 1**), 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%) (CONAFOR, 2021).



Figura 1. Territorio del suelo de conservación de la CDMX

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. 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).

Desde el punto de vista geomorfológico, el SC forma parte de la Cuenca de México, que a su vez integra el Eje Neovolcánico Transversal. Representado el 11% de esta cuenca, contiene áreas representativas de las zonas lacustre, de transición y de montaña o lomas (PAOT, 2019).

La zona de transición 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. El espesor de estos materiales varía entre varias decenas de centímetros y pocos metros. Debido a sus altas permeabilidades, se considera que esta área es donde ocurre la mayor recarga del acuífero (Mancera *et al.*, 2016).

La zona montañosa se eleva a más de 2,700 msnm y está formada por coladas basálticas y andesitas basálticas. Estos materiales 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 (Mancera *et al.*, 2016).

La importancia del SC radica en los servicios ambientales que ofrece a los habitantes de la capital, como la producción de agua, la regulación del clima y la captura de carbono, así como en su riqueza económica, cultural y social (CONABIO, 2021).

5.2. Ecosistemas de la CDMX

La CDMX representa una extensión muy pequeña en relación con la superficie total del país. Sin embargo, gracias a su gradiente altitudinal que va desde los 2,200 hasta los 4,000 msnm, genera una amplia gama de condiciones ambientales y climáticas. Esta diversidad ha propiciado la existencia de diversos tipos de vegetación, formando complejos ecosistemas naturales donde ocurren numerosas interacciones ecológicas fundamentales para sostener la vida en la ciudad. Así mismo, esta unidad geográfica también alberga una gran diversidad de fauna (INEGI, 2023).

Los tipos de vegetación presentes en la CDMX se dividen principalmente en ecosistemas de clima templado-frío (bosques) y zonas áridas o semiáridas (matorral y pastizal). Dentro del SC, se incluyen bosques de oyamel, pino y encino, matorrales xerófilos, humedales y pastizales (Rzedowski, *et al.*, 2013),

5.3. Zonas Forestales de la CDMX

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 (SEMARNAT, 2014).

Los tipos de vegetación que predominan en este territorio son bosques de pino (BP), bosques de oyamel (BA), bosque de pino encino (BPQ), bosque de encino pino (BQP), bosque de encinos (BQ), matorral sarcocaula (MSC) matorral crasicaule (MC) y Pastizal halófilo (PH), lo cual origina que la entidad albergue alrededor del 2% de la diversidad biológica mundial (SEMARNAT, 2014).

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).

Según datos del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF), entre 2001 y 2022, se han perdido 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 con 154,134 ha anuales. También se han transformado áreas forestales en tierras agrícolas (44,379 ha por año, 21.26%), en otros usos (5,295 ha por año, 2.54%), en asentamientos humanos (4,807 ha por año, 2.30%) y en humedales (130 ha por año, 0.06%) (SNMF, 2022).

5.4. Servicios Ambientales

El bienestar humano y el desarrollo sustentable de la sociedad dependen de manera importante del manejo que se les dé a los ecosistemas, ya que la sociedad depende de los servicios que estos brindan. 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).

Dentro de este contexto, el suelo de conservación tiene gran importancia para la CDMX, de donde radican servicios como, producción de agua, disminución en niveles de contaminación, regulación del clima, reservorio de biodiversidad, retención de suelo y agua, producción agropecuaria y posibilidades de recreación, turismo alternativo y cultural (SEDEMA, 2016).

5.5. Clima

El clima es un factor importante para el desarrollo de la CDMX, su territorio presenta climas como: templado subhúmedo (C, w) con un 60%, semifrío subhúmedo (C, E, w) con 27%, semiseco (BS1kw) con 7% y semifrío húmedo (C, E, m) con 6% (**Fig. 2**) (CONAFOR, 2021).

En promedio, la temperatura anual oscila entre los 5° y 16°C con una media de 12°C. En contraste, se puede mencionar que, en los últimos años, la temperatura promedio en la CDMX ha aumentado 4°C, de los cuales 3°C son producto del efecto “isla de calor”, generada por la urbanización (SEDEMA, 2016).

La precipitación media anual en el SC oscila entre 600 y 1,500 mm al año. Existe un patrón de distribución de la precipitación ascendente que va de noroeste a suroeste, lo que coincide, de manera general, con las partes bajas y más elevadas del SC respectivamente. Se estima que en el SC se produce una escorrentía superficial (es decir, el agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno) de 73 millones de m³ al año y un volumen de infiltración que oscila entre los 165 y 190 millones de m³ al año (SEDEMA, 2016).

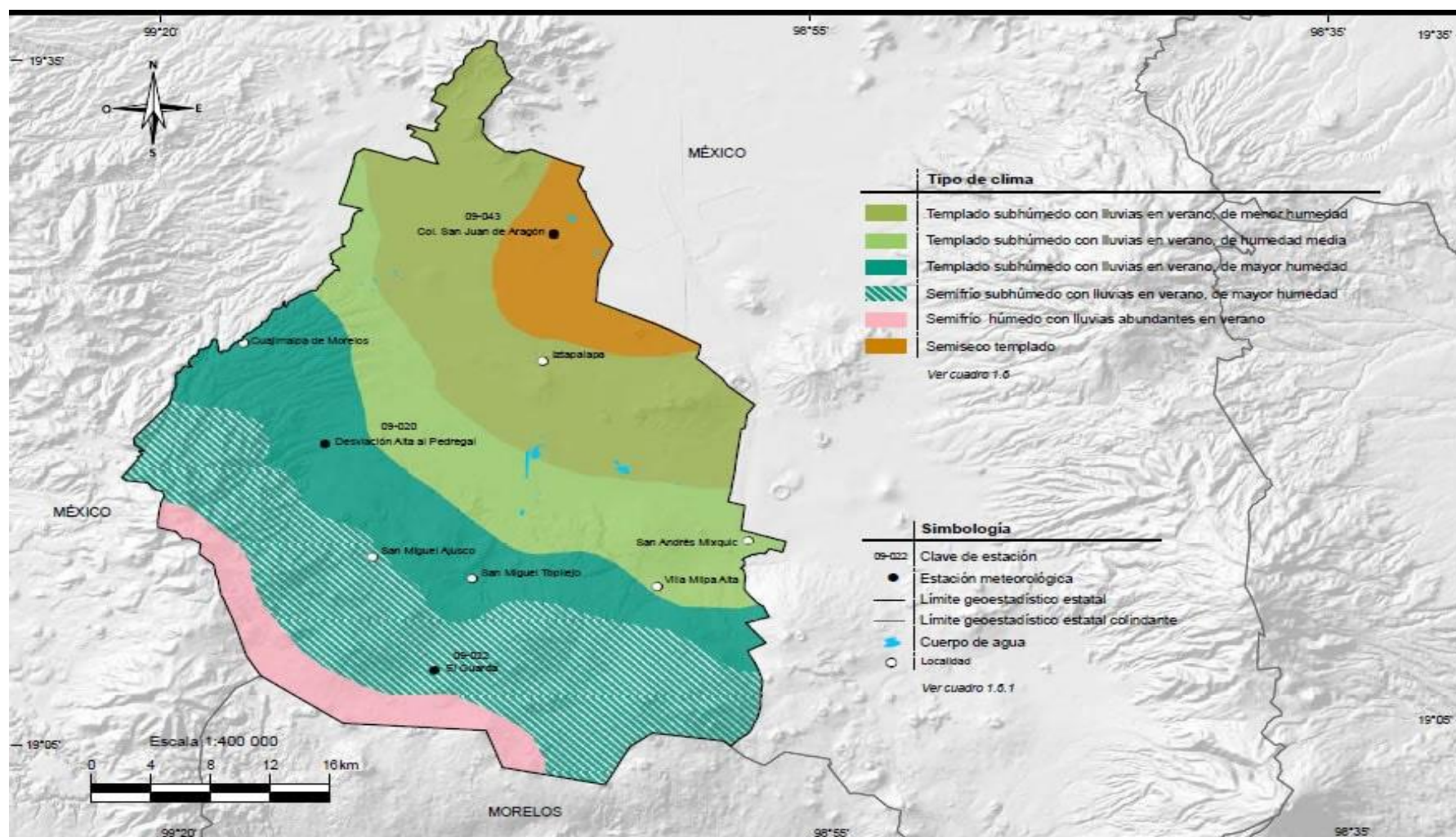


Figura 2. Climas presentes en la CDMX.

5.6. Suelo

En la CDMX se identifican cuatro tipos de suelo, pero solo dos cubren la mayor parte de su superficie: el feozem y el andosol, que representan el 90.1% del total. En menor proporción se encuentran los suelos litosol y solonchak, abarcando el 9.84% restante (SEMARNAT, 2014).

Tabla 1. Proporción de la superficie de la CDMX por tipo de suelo

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

Recuperado de INEGI, 2016.

De acuerdo con INEGI (2016), entre las características destacadas de cada tipo de suelo que cubre el territorio de la CDMX se encuentran las siguientes:

Feozem: Estos suelos se caracterizan por ser ricos en materia orgánica, con una capa superficial delgada y blanda de color oscuro. Su fertilidad varía de moderada a alta, lo cual favorece el desarrollo de una amplia gama de vegetación, principalmente destinada a la agricultura. Suelen encontrarse en terrenos planos, aunque son vulnerables a la erosión en pendientes pronunciadas.

Andosol: Este tipo de suelos se forma a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en silicatos. Poseen una alta capacidad para retener humedad, la cual liberan lentamente. A pesar de su riqueza en materia orgánica, presentan limitaciones como la alta fijación e inmovilización de fósforo, lo cual puede causar deficiencias severas en este nutriente para las plantas. En su estado natural, albergan vegetación de pino, oyamel y encino.

Litosol: Son suelos poco desarrollados y, por ende, limitado en aprovechamiento, compuestos principalmente de basalto, andesita y cenizas volcánicas. Su profundidad es menor a 10 cm, lo que les confiere una alta capacidad de infiltración del agua. Son muy susceptibles a la erosión hídrica, especialmente cuando se remueve la vegetación natural.

Solonchak: Se caracterizan por su alto contenido de sales, lo cual favorece la formación de costras salinas superficiales, a veces formando una capa continua y agrietada con apariencia poligonal. Suelen presentar un pH entre 9 y 9.5, con presencia de carbonato sódico altamente tóxico. Debido a esto, su uso agrícola está limitado a cultivos resistentes a las sales o donde se ha reducido la concentración de sales mediante técnicas de lavado del suelo.

Según la información proporcionada por SEDEMA (2014) en los Atlas de Peligros y Riesgos, la distribución de estos tipos de suelo dentro de las 9 alcaldías que administran el SC varía según las características específicas de cada región:

- **Milpa Alta:** En el centro, sur y poniente predomina el andosol, cubriendo el 63% del territorio, mientras que el feozem ocupa el 17% restante. Estos últimos se utilizan para cultivos como maíz, frijol, nopal y frutales, pero son altamente vulnerables a la erosión.
- **Tlalpan:** Aquí coexisten tres tipos de suelo. El andosol domina en la parte central, el litosol en el sur, y el feozem en el noroeste, especialmente en áreas forestales.
- **Xochimilco:** Los suelos son principalmente aluviales lacustres, derivados de aluviones fluviales y lacustres ricos en sales, especialmente en las zonas cercanas a las chinampas. El solonchak predomina en el norte, mientras que el andosol es común en el suroeste.
- **Cuajimalpa:** El andosol cubre el 53.5% del territorio, seguido por el feozem con el 12.6%. Estos suelos forman parte de áreas de conservación, mientras que el resto es de tipo antroposol destinado a uso urbano.
- **Tláhuac:** El feozem ocupa el 93.7% del territorio, con áreas de solonchak en el noroeste que representan el 6.3% restante.
- **Magdalena Contreras:** Se encuentran andosoles en Huayatlalpa y El Ocotal, así como en la parte sur, suroeste y poniente de la alcaldía. 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.
- **Álvaro Obregón:** El feozem cubre el 53.8% del territorio, seguido por el litosol con el 28.8% y el andosol con el 21.5%.
- **Gustavo A. Madero:** Predominan el feozem y el solonchak salino y sódico, que se forman a partir de materiales aluviales o coluviales y sedimentos de antiguos lagos. Estos suelos tienden a concentrar sales y sodio debido a procesos de evaporación prolongados, y han sido significativamente alterados por actividades humanas como el drenaje y el control de inundaciones.
- **Iztapalapa:** Los suelos dominantes son feozem y solonchack. Los solonchaks se encuentran en la porción central, mientras que el feozem predomina en la mayor parte de la alcaldía, rodeando las áreas con suelos solonchack.

5.7. Actividades Agrícolas en Suelo de Conservación

En la actualidad, el sector primario en la CDMX apenas representa el 0.04% del Producto Interno Bruto Estatal. En los últimos años, la participación de este sector en la economía se ha ido reduciendo, principalmente por la pérdida de rentabilidad de las actividades agropecuarias. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la población económicamente activa ocupada en actividades agropecuarias en la CDMX asciende a unas 16,000 personas,

agrupadas en 11,543 unidades de producción familiar. Aproximadamente 22,800 ha de tierra se dedican a la producción de cultivos (SEDEMA, 2016).

Pese a lo anterior, a escala local, el sector agropecuario resulta muy importante para la población rural que habita en la zona de SC de la CDMX, ya que provee de ingresos y medios de subsistencia. La agricultura del SC de la CDMX, abarca el 35.6% de su superficie total, la cual equivale a 31,076 ha, distribuidas principalmente en las Alcaldías en Xochimilco, Tláhuac, Milpa Alta, Tlalpan, Cuajimalpa y La Magdalena Contreras. En estas zonas se produce maíz, fruta, hortalizas y animales para el autoconsumo familiar y la venta local, pero también hay una producción a mayor escala de nopal, amaranto, hortalizas, hierbas y plantas ornamentales para mercados urbanos y regionales (INEGI, 2023).

De acuerdo con los “**Resultados Definitivos Del Censo Agropecuario 2022, Ciudad De México**”, la superficie del área rural, con uso o vocación agropecuaria, en el período de octubre de 2021 a septiembre de 2022, fue de 25, 652 ha (36.7 %), la superficie con aprovechamiento forestal de 33 050 ha (47.3 %) y la superficie sin uso o vocación agropecuaria y sin aprovechamiento forestal de 11,232 ha (16%). La superficie con uso o vocación agropecuaria y la de aprovechamiento forestal (árboles de navidad y áreas ecoturísticas) sumaron 58,702 ha de las cuales, el censo cubrió 54 425 ha (**Fig. 3**) (INEGI, 2023).

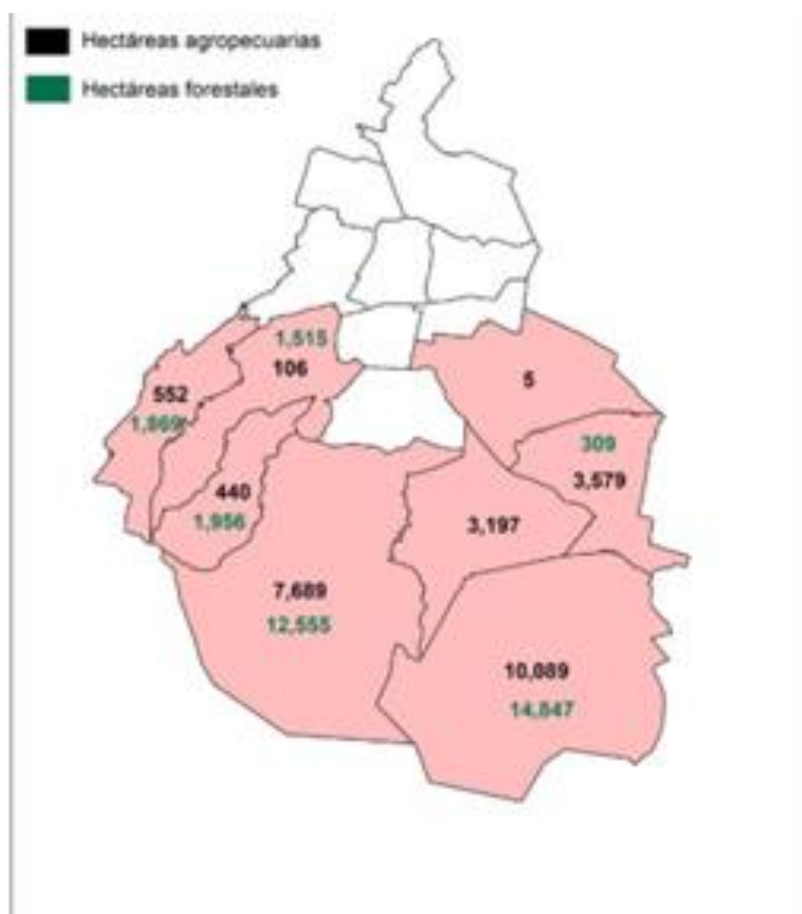


Figura 3. Número de hectáreas agropecuarias y forestales en CDMX.

Las unidades de producción agropecuaria y forestal en la CDMX sumaron 13,263 y su superficie agrícola sumó 19,233 ha. Estas se dividen en: 11,410 unidades de producción agropecuaria activas con 17,143 ha de superficie agrícola; 24 unidades de producción forestal activas y 1,829 unidades de producción cuyos terrenos están totalmente en descanso, estos últimos tienen 2,090 ha de superficie agrícola (INEGI, 2023).

De las 17,143 hectáreas de superficie agrícola declaradas en las unidades de producción agropecuaria activas del territorio de la CDMX, 15,526 correspondió al área sembrada. El resto fue superficie no sembrada, ya sea porque estaba en descanso o porque no se sembró por mal temporal, falta de crédito, enfermedad, falta de dinero o apoyos, o bien, no hubo quien la sembrara, entre otras. Respecto a la agricultura a cielo abierto, el censo obtuvo información sobre la producción y la superficie sembrada y cosechada de todos los cultivos que se producen en la entidad (INEGI, 2023). Donde destacan los siguientes:

Tabla 2. Principales Cultivos Anuales, 2022.

Cultivo	Producción (Toneladas)	Superficie sembrada (ha)
Avena Forrajera	82,420	5,695
Papa	14,107	485
Brócoli	3,507	317
Maíz Grano Blanco	3,305	1,994
Maíz Forrajero	2,190	173
Calabaza/Calabacita	1,591	274

Recuperado de INEGI, 2023.

Tabla 3. Principales Cultivos Perennes, 2022.

Cultivo	Producción (Toneladas)	Superficie Cultivada (ha)
Nopal verdura	83,680	1,486
Agave	958	40
Alfalfa	424	19
Manzana	119	106
Limón	17	21
Aguacate	9	12

Recuperado de INEGI, 2023.

Tabla 4. Principales Cultivos con Agricultura Protegida, 2022.

Cultivo	Superficie Sembrada (ha)			Producción (Toneladas)		
	Total	En agricultura protegida	Porcentaje (%)	Total	En agricultura protegida	Porcentaje (%)
Jitomate (tomate rojo)	15.4	9.2	59.6	820.7	764.4	93.1
Fresa	1.3	1.2	93.6	48.2	47.8	99.1
Chile	7.0	1.1	15.2	41.8	26.2	62.7
Manzana	106.1	0.1	0.1	119.9	1.3	1.1
Pepino	0.5	0.0	8.8	2.5	1.1	43.9
Zarzamora	1.9	0.0	1.6	2.2	0.5	20.0
Arándano	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Recuperado de INEGI, 2023.

Dentro de este contexto la producción agrícola se encuentra distribuida en las siguientes alcaldías.

- **Milpa Alta:** Es la segunda alcaldía con la mayor extensión territorial, sin embargo, es la menos poblada. En sus 12 pueblos originarios no hay plazas comerciales, tampoco empresas transnacionales o cadenas de supermercados; en su lugar hay extensos y generosos sembradíos de nopal, además de amaranto, maíz, hortalizas y frutos. Cabe mencionar que los nopales representan el 50% de los productos agrícolas sembrados en la CDMX, donde se concentra el 24% de la producción de todo el país. 10 mil productores en Milpa Alta lo hacen posible, pues contribuyen con el 90% del total que se cosecha en la metrópoli, de acuerdo a cifras del gobierno mexicano (Herrera, 2023).
- **Tlalpan:** De acuerdo a la actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 (INEGI), para la Alcaldía Tlalpan, se registra una superficie de 6,890 ha dedicadas a la agricultura, mientras que para la ganadería se estiman únicamente 38 ha. Los principales cultivos que se practican son los de avena forrajera, elote, maíz, papa, chícharo, rosa, peral, higo, manzano, ciruelo y durazno, mientras que en la actividad pecuaria se destaca la cría de ovina (DOF, 2024).
- **Xochimilco.** En Xochimilco existen tres sectores de producción: el de flores, plantas y hortalizas. Esta técnica es ideal para el cultivo, porque los canales de Xochimilco son un gran limo natural, lo que hace enriquecer las chinampas. Entre los cultivos que destacan se tiene: maíz, frijol, jitomate, chiles, calabaza, chilacayote, quelites y amaranto ubicándose como los cultivos más importantes y representativos. Pero con el paso del tiempo se ha ampliado y diversificado la variedad con espinaca, cilantro, acelga, apio, coliflor, betabel, brócoli, rábano, pepino, col, lechuga, epazote, así como avena y huauzontle (González y Torres, 2014).
- **Cuajimalpa.** Actualmente, Cuajimalpa representa un 5.1% del territorio de la Ciudad de México, con un total de 76.8% correspondiente al área de conservación y un 23.2% de área urbana. En la época de la colonia, Cuajimalpa fue un pequeño pueblo de leñadores y carboneros debido a lo extenso de sus bosques. Incluso se crearon leyes para regular la tala donde se especificaba la forma y tipo de árbol que podía cortarse, así como cuantas veces se plantaba al año, lo que permitió la preservación de su riqueza natural. Por otro lado, además de los trabajos con madera, también existían otras ocupaciones con menor relevancia como la agricultura y la ganadería, ejercidos a nivel familiar (GOB CDMX, 2021).
- **Tláhuac.** Es la principal alcaldía productora de hortalizas con cerca de 6,500 toneladas anuales (SIAP, 2021), se destaca la producción de brócoli, romero y lechuga. En la zona de riego se puede diferenciar dos grandes sistemas de producción, en chinampas y humedales en tablas, lo cual hace compleja su forma única de producción (Arrazate, 2022).

- **Magdalena Contreras.** En la alcaldía existen dos modalidades para la agricultura de dependencia de agua, riego y temporal, así mismo como dos tipos de prácticas para la siembra: la agricultura convencional y la orgánica. Algunos de los cultivos establecidos en la zona son: avena forrajera, calabacita italiana, capulín, chabacano, ciruela, durazno, elote, frambuesa, frijol, haba verde, hongos setas y champiñones, hortalizas, maíz grano blanco, manzana, pera, rosas, tejocote, jitomate y zarzamora (GOB CDMX, 2021).
- **Álvaro Obregón:** En la alcaldía Álvaro Obregón existen 26 Huertos Comunitarios y 7 Invernaderos, los cuales tienen como objetivo apoyar la economía de los grupos familiares. Se producen hortalizas, de las que destaca, el jitomate, la acelga, la lechuga, la espinaca, entre otras (GOB CDMX, 2021).
- **Iztapalapa.** En la alcaldía Iztapalapa se desarrolla la producción de cultivos como, jitomates, cebollas, pepinos, poro, alcachofa, apio, berenjenas, jícamas, fresas, maíz, tomate, amaranto, calabaza, acelgas, betabel, brócoli, ajo, coliflor, lechugas y espinacas, entre otros alimentos (INFOBAE, 2022).

5.8. Sistema Agroforestal

Los Sistemas Agroforestales (SAF), también conocidos como agrosilvicultura, son términos que se emplean ampliamente para describir la integración de actividades agrícolas, forestales, frutícolas y ganaderas, siempre con el enfoque de lograr un aprovechamiento diversificado y sostenible. Estos sistemas combinan la producción de cultivos agrícolas, árboles frutales, productos forestales tanto maderables como no maderables, pastos y ganado, utilizando diversas variaciones espaciales y temporales. La variedad de combinaciones agroforestales es infinita, abarcando 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).

Estos sistemas han sido implementados en diversas regiones del mundo, sin limitarse a áreas específicas, aunque se consideran particularmente eficaces para optimizar el uso de la tierra en regiones tropicales. No obstante, a pesar de que algunas de estas prácticas tienen una larga tradición, no fue sino hasta mediados de los años setenta cuando comenzaron a recibir una atención más significativa por parte de la comunidad académica y científica, para ser estudiadas de manera más organizada y sistemática (Del Amo y Del Carmen, 2019).

En 1978 se estableció el Centro Internacional para la Investigación en Sistemas Agroforestales (ICRAF, por sus siglas en inglés), con el objetivo de fomentar la investigación agroforestal en los países en desarrollo, en respuesta a un estudio pionero de John Bene del Centro Internacional de Investigación y Desarrollo Canadiense (IDRC), que introdujo el término “Agroforestería”. En 1991, el

consejo adoptó el nombre de Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería, y desde 2002 se conoce como el Centro Mundial de Agroforestería (WAC), aunque su nombre oficial sigue siendo ICRAF (Casanova-Lugo, et al, 2011).

En México la agroforestería no es un concepto nuevo, por el contrario, cuenta con agroecosistemas tradicionales, que contribuyen como el principal repositorio de germoplasma, tanto de plantas cultivadas como de variedades silvestres, siendo resultado de la influencia directa e indirecta de las comunidades indígenas y campesinas establecidas en su entorno, existiendo una estrecha relación de ambos componentes, creando una conceptualización integradora de subsistencia que han prevalecido durante muchos años. En las zonas de los bosques tropicales mexicanos se han llevado a cabo prácticas de sistemas agroforestales con diversas especies, estos se extienden en el Sureste, en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, pero también partes de los estados de Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Jalisco (Olson, 2020).

En CDMX, el gobierno busca recuperar una visión integral de la ciudad, que incluya los bosques y los otros sistemas naturales. Con el refuerzo de acciones que preserven el SC, las Áreas Naturales Protegidas y las Áreas de Valor Ambiental, a través de instituciones que implementen programas de apoyo, entre núcleos agrarios, ejidatarios, comuneros, brigadistas, jefes de brigada y técnicos forestales (SEMARNAT, 2014).

Dentro de este contexto la **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)** en sus **“Reglas de operación del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar 2024”**, en el **“Anexo Técnico Del Componente II. Plantaciones Forestales Comerciales Y Agroforestales (PFCA)”**, establece apoyar a las personas propietarias y poseedoras legítimas de terrenos de aptitud preferentemente forestal y temporalmente forestal al establecimiento y desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) y Agroforestales competitivas y sustentables, para promover la diversificación productiva del uso del suelo y contribuir a incrementar la producción forestal del país (DOF, 2023).

Componentes de un sistema agroforestal

Un SAF tiene atributos como cualquier sistema: límites, interrelaciones, ingresos y egresos, una relación jerárquica con el sistema de finca y una dinámica, donde estos componentes tienen objetivos de producción y desarrollo socio-económico (**Fig. 4**) (Pérez y García, 2021).

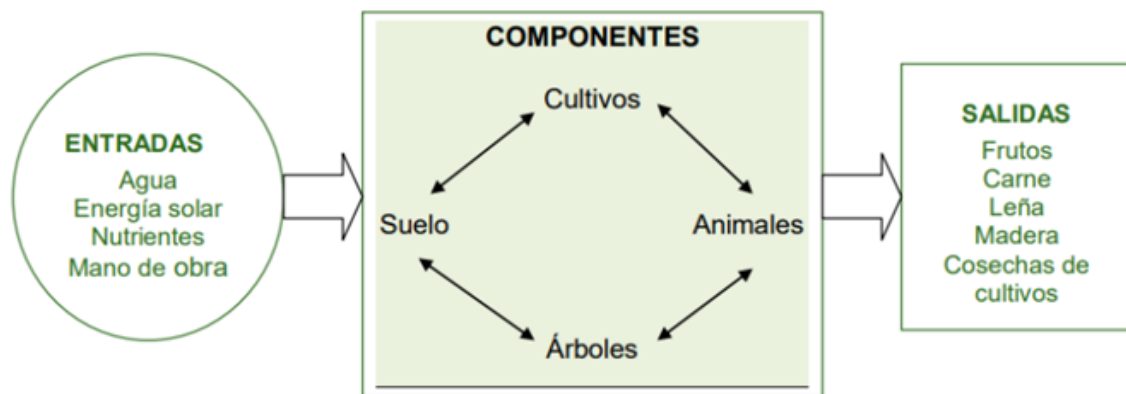


Figura 4. Componentes de un sistema agroforestal (Pérez y García, 2021).

Clasificación de los sistemas agroforestales

La clasificación de los SAF toma en cuenta los componentes que lo conforman y la distribución en tiempo y espacio (**Fig. 5**).

De acuerdo con los tipos de combinaciones estos se clasifican en tres tipos: 1) Sistemas agroforestales o silvoagrícolas, 2) Sistemas agrosilvopastoriles y 3) Sistemas silvopastoriles (SAGARPA, 2023).

De acuerdo al tiempo y el espacio, se clasifican en 1) Sistemas agroforestales secuenciales, 2) Sistemas agroforestales simultáneos y 3) Cercas vivas y cortinas rompe vientos (SAGARPA, 2023).

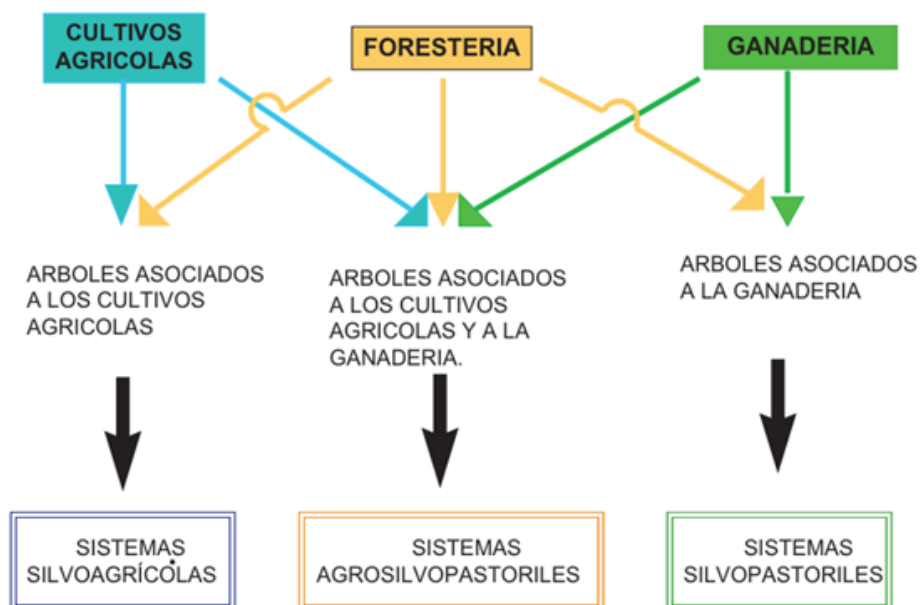


Figura 5. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo a su combinación (SAGARPA, 2023).

1. Sistemas agroforestales secuenciales (SAGARPA, 2023).

Son aquellos en donde existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos o sea que los cultivos anuales y las plantaciones se implementan al mismo tiempo. En esta categoría se encuentran los siguientes sistemas: Agricultura Migratoria y el Sistema Taungya.

2. Sistemas agroforestales simultáneos (Sharry, et al., 2022).

Estos consisten en la siembra de cultivos, árboles y/o ganadería, en forma simultánea y continua, en donde se incluye asociaciones de árboles perennes, en franjas, asociados con cultivos anuales, huertos caseros y sistemas agrosilvopastoriles.

3. Cercas vivas y cortinas rompevientos (Sharry, et al., 2022).

En este tipo de sistemas se utilizan las plantaciones en líneas de árboles y arbustos en los límites de las parcelas, con el objetivo principal de impedir el paso de los animales (entrar o salir de la parcela) o de la gente y delimitar una propiedad, con la obtención de productos adicionales, como forrajes, leña, madera, flores, frutos, postes o plantas medicinales.

Ventajas y Desventajas de los Sistemas Agroforestales

Considerando que los sistemas agroforestales aplican prácticas de manejo compatibles con la cultura de las poblaciones locales e introducen la combinación simultánea o escalonada de los elementos del sistema, algunas de sus ventajas y desventajas, se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Ventajas y Desventajas de los Sistemas Agroforestales en aspectos Biológicos, Económicos y Sociales.

Aspectos	Ventajas	Desventajas
Biológicos	Mejor aprovechamiento del espacio. Mayor absorción de radiación solar. Protección contra la precipitación torrencial. Protección contra vientos fuertes. Mayor reincorporación de biomasa al suelo. Mayor reciclaje de nutriente. Mejoramiento de la estructura del suelo. Mayor infiltración de la humedad. Regulación de poblaciones de insectos.	Dificultad para la mecanización. Mayor competencia por luz, nutrientes, humedad y espacio. Daño físico al cosechar. Posibilidad de daños alelopáticos.
Económicos y Sociales	Diversificación de especies. Producción constante. Mitigación de catástrofes de monocultivos. Reducción de costos en cultivos. Mejor distribución del trabajo durante el año.	Posibilidad de tener rendimientos inferiores a los monocultivos. Requerimiento alto de mano de obra. Renuencia al establecimiento de árboles en áreas agropecuarias de alta productividad.

Incremento en la suma de rendimientos.	Escases de personal capacitado.
Posibilidad de transición hacia sistemas más estables.	Poca experiencia en el manejo del sistema.
Practicas regionales y culturales.	Problemas en la comercialización de muchos productos en pequeñas cantidades.

Recuperado de CONAFOR, 2020.

5.9. Especies Forestales Asociadas, propuestas por la CONAFOR

Uno de los elementos más emblemáticos y reconocidos de las festividades decembrinas es, sin duda, el tradicional árbol de Navidad. 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).

Las plantaciones forestales comerciales de árboles de Navidad se presentan como una alternativa sostenible, generando diversos beneficios económicos, sociales y ambientales. Desde el punto de vista ambiental, estos cultivos producen oxígeno, ayudan a mitigar el cambio climático, reducen la erosión del suelo, incrementan la recarga de los mantos acuíferos y conservan la biodiversidad. Además, contribuyen a disminuir los contaminantes asociados con la producción de árboles artificiales (Prado, 2019).

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). En términos sociales, se fomenta la creación de empleos y se fortalecen los lazos familiares al preservar esta importante tradición navideña (Prado, 2019).

Las especies más utilizados y las que proporciona la CONAFOR, en su convocatoria “Desarrollo forestal sustentable para el bienestar, para árboles de navidad” en sus reglas de operación 2024 correspondiente al componente II: Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA) en CDMX son: *Pinus ayacahuite* (pino vikingo), *Abies religiosa* (oyamel) y *Pseudotsuga mensiezzii* (abeto).

6. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en territorio del Suelo de Conservación (SC), localizado en Ciudad de México (CDMX), ubicada en el centro-sur del país, compartiendo fronteras al norte, este y oeste con el Estado de México, y al sur con el Estado de Morelos (**Fig. 6**). La CDMX cuenta con una extensión de 148,178.70 ha, donde el SC abarca 9 (Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco, Cuajimalpa, Tláhuac, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Gustavo A. Madero e Iztapalapa) de las 16 alcaldías.



Figura 6. Ubicación de la CDMX

7. Metodología

El estudio se desarrolló entre los meses de junio a diciembre del 2024. En el primer mes (3- 30 de junio) se llevó a cabo la consulta bibliográfica y de base de datos, así como de los lineamientos de las **“REGLAS de Operación del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar 2024”**, de la Comisión Nacional Forestal, referentes al **“Componente II. Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA)”**.

En el segundo mes (1-31 de julio) se llevó a cabo el reconocimiento de la zona de estudio. Posteriormente se aplicaron encuestas a productores de la zona, en las alcaldías Tlalpan y Milpa alta, para poder conocer el aprovechamiento que estos le dan a sus recursos forestales y agrícolas de su zona, y así poder seleccionar las especies de cultivos agrícolas que permitan asociarse, con las especies forestales propuestas por la CONAFOR en su componente II, referente a sus reglas de operación, identificando sus beneficios de las especies asociadas.

En el tercer mes (1-31 de agosto) se consultaron los datos de las estaciones climatológicas (CONAGUA), “Calvario 61”, “Desviación Alta al Pedregal” y “El Guarda” para el desarrollo de los climogramas de acuerdo al **“Manual de**

Cálculo del Clima Segundo Sistema de Thorntwaite” (1990) y así poder conocer las condiciones climatológicas de la zona. A su vez se consultó el manual de **“SISTEMAS AGROFORESTALES MADERABLES EN MÉXICO”** de la CONAFOR (2020), para el desarrollo del arreglo topológico de los cultivos asociados, para posteriormente diseñar el establecimiento del sistema agroforestal (densidad de siembra). Se considero la densidad de siembra de los árboles de navidad, propuesta en el proyecto **“Especies Forestales Comerciales con Potencial Agroforestal en la Ciudad de México”** (2024).

En el cuarto mes (1-30 de septiembre) se llevó a cabo una cotización de productos e insumos para el establecimiento de la plantación y así poder determinar una estimación de la rentabilidad del proyecto. Se escogieron productos a bajos costos dentro del mercado agrícola.

En el quinto mes (1-31 de octubre) se realizó una proyección financiera de la rentabilidad del proyecto a siete años, de acuerdo al libro **“Evaluación Proyectos séptima edición de Baca Urbina”** (2013), considerando la producción de los cultivos asociados por hectárea y el aprovechamiento que se le da a la plantación forestal.

En el sexto mes (1 de noviembre a 3 de diciembre) se identificaron las acciones antrópicas (actividades humanas) y factores ambientales involucrados en el establecimiento del proyecto, siguiendo la **“Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold de Martínez Vega** (2018)”, para determinar su impacto ambiental en el suelo de conservación de la CDMX.

8. Discusión y Resultados

8.1. Identificación de los Cultivos Agrícolas

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) las principales zonas con actividades agrícolas en la superficie del suelo de conservación de la CDMX, abarcan el 35.6% de su superficie total, la cual equivale a 31,076 ha, distribuidas principalmente en las siguientes alcaldías: Milpa alta (44.4%), Xochimilco (22.1%), Tláhuac (18%), Tlalpan (10.5%) y La Magdalena Contreras (2.5%) (**Fig. 7**).

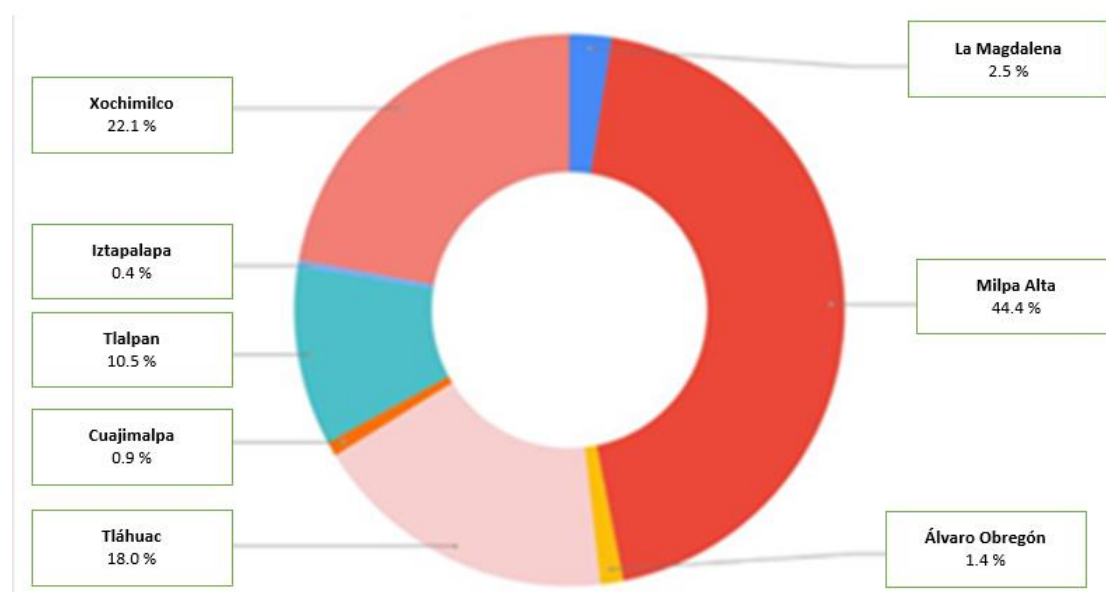


Figura 7. Unidades de producción (UP) agropecuarias en CDMX, por alcaldías con actividades agrícolas.

En donde la producción de cultivos a cielo abierto destaca, ya que muchas de las producciones son en temporal, de acuerdo con los datos presentados en los **“Resultados Definitivos del Censo Agropecuario 2022, Ciudad de México”**, la producción de alimentos en la entidad se encuentra distribuida en ocho alcaldías (Tabla 6).

Tabla 6. Producción a cielo abierto por alcaldía, 2022.

Producción a Cielo Abierto por Alcaldía (Toneladas)								
Cultivo	Cuajimalpa de Morelos	Iztapalapa	La Magdalena Contreras	Milpa Alta	Álvaro Obregón	Tláhuac	Tlalpan	Xochimilco
Avena	20.87	0	1,291.82	23,747.27	26.16	3,148.80	50,844.30	3,341.01
Forrajera								
Papa	1.32	0	83.85	3,960.30	0.53	2.10	10,058.63	0.35
Brócoli	0	0	0.01	52.96	0.05	3,363.53	6.21	84.58
Maíz	4.21	5.53	87.28	791.02	9.79	1,294.18	578.20	535.06
Grano Blanco								
Maíz	0.50	0	66.20	633.66	0	625.67	477.45	386.37
Forrajero								
Calabaza	0.82	15.10	81.90	719.51	2.96	558.67	41.89	169.72
Nopal	1.43	0	29.67	81,855.42	1.99	1,087.43	233.97	469.59
Verdura								
Agave	5.12	0	80.01	76.77	0.62	0.51	769.59	25.71
Alfalfa	0.20	0	0.04	88.29	1.40	301.69	4.49	28.06
Manzana	1.02	0	25.96	81.47	0.49	0.43	3.24	5.99
Limón	0.08	0	0.23	11.33	0	0.04	0.62	4.51
Aguacate	0.02	0	0.19	2.74	0	0.11	0.02	5.66

Recuperado de INEGI, 2023.

Como se muestra en la tabla anterior estos cultivos solo se producen en ciertas alcaldías, limitando la posibilidad de obtener los mismos rendimientos, ya sea por las condiciones de la zona o del espacio, sin embargo, cabe mencionar que

el maíz grano blanco es el único cultivo en las ocho alcaldías productoras de alimentos que se produce en diferentes proporciones, siendo un cultivo factible de asociar en cualquier sistema de la zona.

Por otro lado, las encuestas realizadas a productores en las alcaldías de zona templada, Milpa alta y Tlalpan (**Anexo 2**), mostraron, en el caso de Milpa alta, que el cultivo de nopal verdura (81,855.42 ton) es el principal cultivo de la zona y en el caso de Tlalpan el cultivo de avena forrajera (50,844.30 ton), en algunos casos, ya que en Tlalpan los productores encuestados también son productores de árboles de navidad, reduciendo la superficie destinada a cultivos agrícolas.

Considerando los datos anteriores y la proporcionada por el censo agropecuario, los cultivos agrícolas con mayor producción considerados para la asociación de cultivos en el sistema agroforestal, con especies forestales en la zona templada, establecido en Milpa alta y Tlalpan son los siguientes: Nopal verdura, Avena forrajera y Maíz.

La producción a nivel nacional de estas especies agrícolas, de acuerdo con el “**Servicio de información agroalimentaria y pesquera**” (2024), en el año 2023 en México (**Tabla 7**), mostro los siguientes datos:

Tabla 7. Producción de los cultivos asociados en México, 2023.

Cultivo	Producto	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)
Avena (<i>Avena sativa L.</i>)	Avena grano	36,528.98	25,464.98	61,785.28
	Avena forrajera	491,536.01	350,917.81	6,680,991.83
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Maíz grano	6,941,031.12	6,436,119.72	27,549,917.53
	Maíz forrajero	548,750.80	459,080.83	15,431,671.36
Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	Nopal forrajero	11,873.60	11,852.60	75,063.72
	Nopalitos	12,611.77	12,419.83	863,757.91
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		409,565.78	409,557.78	39,189,571.58

Recuperado de SIAP, 2024.

A nivel estatal los datos mostraron un claro aprovechamiento de las especies agrícolas asociadas en CDMX (**Tabla 8**), en donde el maíz tiene doble finalidad, tanto forrajero como grano.

Esto hace sentido, ya que la “**Representación de Agricultura en CDMX**” (2020), menciona que gran parte de la producción de maíz en CDMX, se destina al autoconsumo, sin embargo, la transformación del grano es una alternativa para obtener mejores ingresos. Un ejemplo de siembra y transformación del maíz grano, son las microempresas familiares, que surgen, como es el caso de San Miguel Topilejo, en la Alcaldía de Tlalpan, en ella se producen tamales, gorditas, tlacoyos, totopos, tortillas, entre muchos otros productos, lo que permite que el maíz grano tenga un valor agregado.

Tabla 8. Producción de los cultivos asociados en Ciudad de México, 2023.

Cultivo	Producto	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)
Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	Avena forrajera	5,353	5,353	90,722.90
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Maíz grano	3,341	3,223	4,379.98
	Maíz forrajero	72	72	1,717.95
Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	Nopalitos	2,047	2,047	185,054.02
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		2	2	161

Recuperado de SIAP, 2024.

Las principales características de los cultivos agrícolas asociados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Características de los cultivos agrícolas asociados.

Cultivo	Taxonomía	Morfología	Periodo de desarrollo	Plagas
Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Poales Familia: Gramineas Tribu: Aveneae Especie: <i>Fenerogama</i>	Raíz: Es una planta con un sistema radical fasciculado o en cabellera, con un profundo anclaje. Tallo: Son gruesos y rectos, resistentes al viento. Hojas: En gran número, la vaina es sellada y la lígula corta, ovalada con dientes bien definidos. Inflorescencia: Las espiguillas tienen forma de panículo, su ramificación es racimosa y la de más arriba es espigosa, los verticilos en el panículo son de cuatro más, las ramas primarias emergentes causan decrecimiento de la ramificación desde la base hasta el vértice. Espícula o Flor. Flores de tres a cinco, su maduración es de una sola flor la cual es la base. Semilla: Las semillas son alargadas y acanaladas, pueden variar dependiendo la variedad, oblongas o cilíndricas. Su color puede variar del blanco al amarillo, aunque algunas semillas presentan colores que varían del violeta al negro.	150 - 200 días, después de la siembra. Cultivo cíclico (Primavera/Verano y Otoño/Invierno)	Pulgón de la espiga (<i>Sitobium avenae</i>)
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Poales Familia: Graminacea Género: <i>Zea</i>	Raíces: Son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Tallo: Es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. No presenta entrenudos y una medula esponjosa si se realiza un corte transversal. Inflorescencia: Es de inflorescencia monoica, con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (espigon o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen, en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido de granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.	120 días, desde la siembra. Cultivo cíclico (Primavera/Verano y Otoño/Invierno)	Gallina ciega (<i>Styellura longirostris</i>) Gusano de alambre (<i>Agriotes spp</i>) Gusano cogollero (<i>Helicoverpa armigera</i>) Gusano elotero (<i>Helicoverpa zea</i>) Gusano soldado (<i>Mythimna unipuncta</i>) Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)

Nopal <i>(Opuntia ficus-indica)</i>		Hojas: Son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidad. Los extremos de las hojas son afilados y cortantes.		
	Reino: Plantae División: Angiospermae Clase: Dicotyledonese Orden: Opuntiales Familia: Cacteaceae Tribu: Opuntiae Género: Opuntia	Raíces: Sistema radicular superficial y carnoso, se distribuye de manera horizontal. Desarrolla una raíz pivotante, que penetra el suelo hasta aproximadamente 30 cm. Cladodio: Tienen la función de llevar a cabo el metabolismo (MAC-Metabolismo de Ácido Crasulaceo) de la planta, fungen como almacenadores de agua. Se caracterizan por tener yemas aéreas cortas (areolas), éstas desarrollan pelos finos en lugar de espinas llamados gloquidios. Tienen forma típicamente ovalada a espátula, usualmente de 30 a 40 cm de larga, incluso a veces más larga (70-80 cm). Epidermis: Constituye la capa exterior de los cactus, la capa externa está impregnada con una cera grasosa (Cutina). Tiene tres funciones principales: regular la entrada y salida de dióxido de carbono, retener agua dentro de la planta, proteger la planta de hongos, insectos y luz solar intensa. Areolas: Son ovaladas y se ubican a 2mm de bajo de la superficie de la epidermis. En <i>O. ficus-indica</i>, las areolas se distribuyen en una orientación helicoidal, y desarrollan espinas. Espinas y gloquidios: Es posible distinguir dos tipos de espinas; espinas y espinas pilosas (gloquidios), estas son reconocidas como equivalentes a hojas. Las espinas presentan una superficie rugosa, son blancas, una o dos son largas (1 a 1.5 cm) acompañadas por dos más pequeñas, mientras que las gloquidios son lisas, están organizadas en grupos de 7 a 12, en las cavidades de las areolas, éstas son pequeñas, cortas y multicelulares. Yemas Florales: Son las areolas, las cuales se desarrollan muy temprano en la axila del primordio de hoja. La areola empieza a evolucionar de una masa de células, las cuales se transforman en un meristemo. Después de un periodo el meristemo ubicado en el centro entra en un estado de dormancia, cuando este se activa nuevamente crece un brote largo, formando una rama con hojas y areolas. Fruto: Es una baya carnosa simple formada por un ovario inferior hundido en el tejido del tallo, del receptáculo. La cascara se origina en el receptáculo y presenta la misma morfología del cladodio. El tamaño del fruto depende del número de óvulos fecundados y el número de semillas que abortan.	6 a 12 meses, desde la siembra (si es desde semilla). La cosecha Inicia a los 15-20 meses después de la plantación; la frecuencia de los cortes es cada 3- 4 meses. Cultivo Perenne	Cochinilla <i>(Dactylopius coccus)</i> Picudo barrenador <i>(Cactophagus spinolae)</i>

Elaboración propia.

8.2. Beneficios de los cultivos Agrícolas

En cuanto a los beneficios de estas especies agrícolas, el cultivo de avena (*Avena sativa* L.), tiene gran importancia en México para la producción de alimentos de uso pecuario y por su amplio rango de adaptación, se utiliza en cualquier etapa de crecimiento para el consumo animal, desde germinados en la alimentación de especies menores, hasta en estado lechoso o masoso de grano, trayendo consigo la necesidad de conocer la capacidad de producción de materia seca del cultivo, para determinar el momento óptimo de corte que permita incrementar su rentabilidad (SAGARPA, 2017).

Por otro lado, el cultivo de maíz (*Zea mays*) en México es parte importante de la dieta de los mexicanos, goza de gran importancia económica mundial ya sea como alimento humano, para el ganado o como materia prima de un gran número de productos industrializados. Cerca del 40 % del maíz producido en los países tropicales se usa para la alimentación animal, concretamente para ganado y establecimientos avícolas (Sánchez. O, 2014).

Por último, el cultivo de nopal (*Opuntia sp*), en la actualidad es considerado como una de las cactáceas de mayor valor económico en el mundo. En México el nopal presenta una amplia diversidad genética y uno de los consumos más altos en el mundo. En cuanto a la producción de nopalitos (cladodios) para consumo humano es muy común dentro de la cocina mexicana. En las últimas décadas el cultivo de nopal ha presentado cambios significativos, como un notable interés en las propiedades nutricionales y sus efectos positivos en la salud humana (CONABIO, 2023).

Dentro del sistema agroforestal los beneficios de estas especies asociadas son los siguientes:

Las gramíneas como la avena y el maíz son plantas herbáceas, que se caracterizan por tener hojas largas y estrechas. Estos cultivos contribuyen en la fijación del carbono en el suelo, con sus raíces profundas contribuyen a mantener la estructura del suelo y ayuda a prevenir la erosión, como cultivos de cobertura. Con la incorporación del rastrojo aumenta la materia orgánica en el suelo (Agrozapiens, 2023).

Para maximizar los beneficios de los cultivos, es crucial implementar prácticas de manejo sostenible. Estas prácticas no solo mejoran la productividad, sino que también contribuyen a la salud del suelo y la sustentabilidad (Agrozapiens, 2023).

Una de estas prácticas es la rotación de cultivos, esta técnica usa en forma conveniente, consecuente y oportuna la sucesión de distintos cultivos sobre una misma superficie de suelo a lo largo del tiempo. Su principal objetivo es mantener la biodiversidad, aprovechando las diferencias que tienen los cultivos en el ritmo de absorción de los nutrientes del sustrato; además de aumentar la fertilidad del suelo, contribuir en su conservación y equilibrio nutritivo, así como evitar que las plagas se asienten en el terreno (Amundaray, 2024).

Siendo una de las técnicas a implementar con los cultivos agrícolas propuestos en el arreglo topológico del sistema.

En el caso de los beneficios de nopal, además de fungir como una barrera viva y delimitante de terrenos, prevén resiliencia a las condiciones limitantes generadas por sequías prolongadas e incluso al fenómeno de desertificación. Al mismo tiempo contribuye a la retención de suelo en pendientes (SEMARNAT, 2020).

Otro de los beneficios es la utilización de los residuos de la poda, incorporándolos de manera inmediata, picados en fresco al campo en donde fueron colectados. Esta práctica incrementa la humedad del suelo, así como el contenido de materia orgánica y suprime las malezas temporalmente (FAO, 2018).

8.3. Establecimiento del sistema agroforestal

En el establecimiento de cultivos, es importante considerar distintos factores como, la selección de semillas, la preparación adecuada del suelo y la elección del momento óptimo para la siembra. Además, el control de malezas, la aplicación de fertilizantes y el riego, estas son prácticas fundamentales para asegurar un buen establecimiento y un crecimiento saludable de los cultivos (Collarejo, 2024).

Para el establecimiento de los cultivos agrícolas en el sistema agroforestal, se consideraron, las condiciones y los tipos de suelo en las zonas templadas del SC. En el caso de Milpa alta, esta cuenta en la mayor parte de su territorio con el tipo de suelo andosol (poseen una alta capacidad para retener humedad) y feozem (se caracterizan por ser ricos en materia orgánica), de acuerdo con datos de SEDEMA (2014), estos tipos de suelos son óptimos para cultivos como: maíz, nopal, frijol y árboles frutales.

Por otro lado, en Tlalpan, coexisten tres tipos de suelo, andosol, litosol (alta capacidad de infiltración del agua) y feozem, siendo viables para especies forestales (SEDEMA, 2014).

En cuanto a las condiciones climatológicas de zona, para el establecimiento del sistema agroforestal el “**Servicio Metrológico Nacional**” (CONAGUA) (2024), en su base de datos mostro tres estaciones climatológicas ubicadas en la superficie del suelo de conservación de la CDMX.

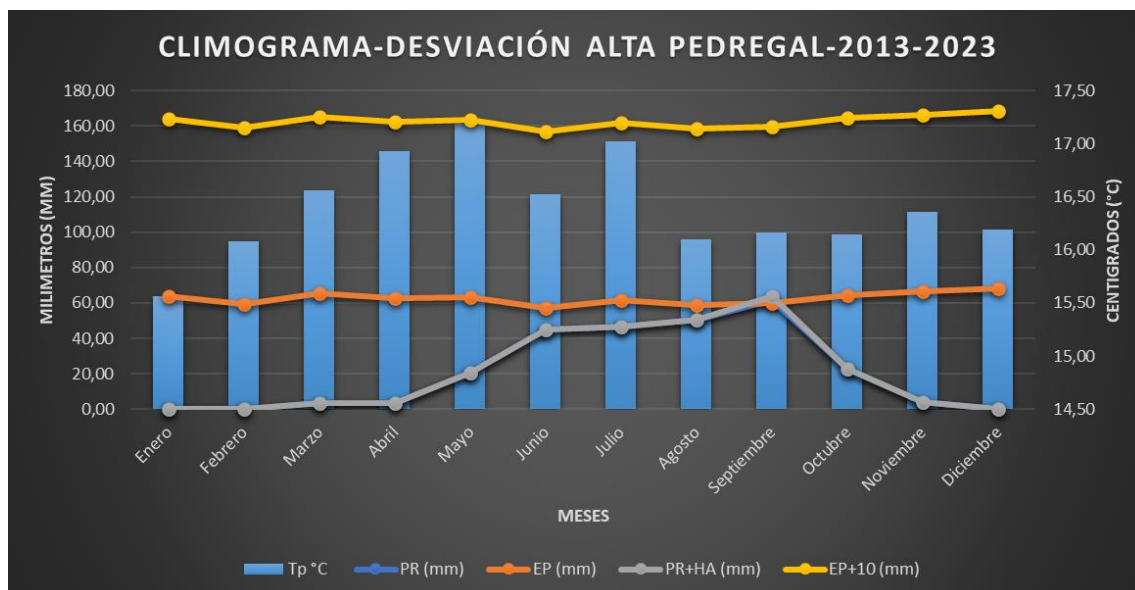


Figura 8. Climograma de la estación climatología “Desviación Alta Pedregal” en el periodo de tiempo 2013-2023.

La estación climatología “**Desviación Alta Pedregal**” (9020), se encuentra ubicada en la alcaldía Tlalpan (19.29694444° , -99.18222222°), colindando con la alcaldía Coyoacán, a 2,296 msnm, en donde la temperatura (T_p °C) promedio es de 16.40°C , con una precipitación (PR) promedio anual de 21.51 mm, siendo el mes de septiembre cuando presenta la mayor precipitación (61.68 mm), sin embargo presenta una evapotranspiración potencial (EP) promedio anual de 62.59 mm, siendo superior a la precipitación promedio anual, por lo tanto la humedad almacenada (HA) en el suelo en promedio anual solo alcanzó los 21.67 mm, mostrando una insuficiencia de agua en el suelo de la zona, por lo que no sería viable la siembra de cultivos, con tan poca agua retenida en el suelo.

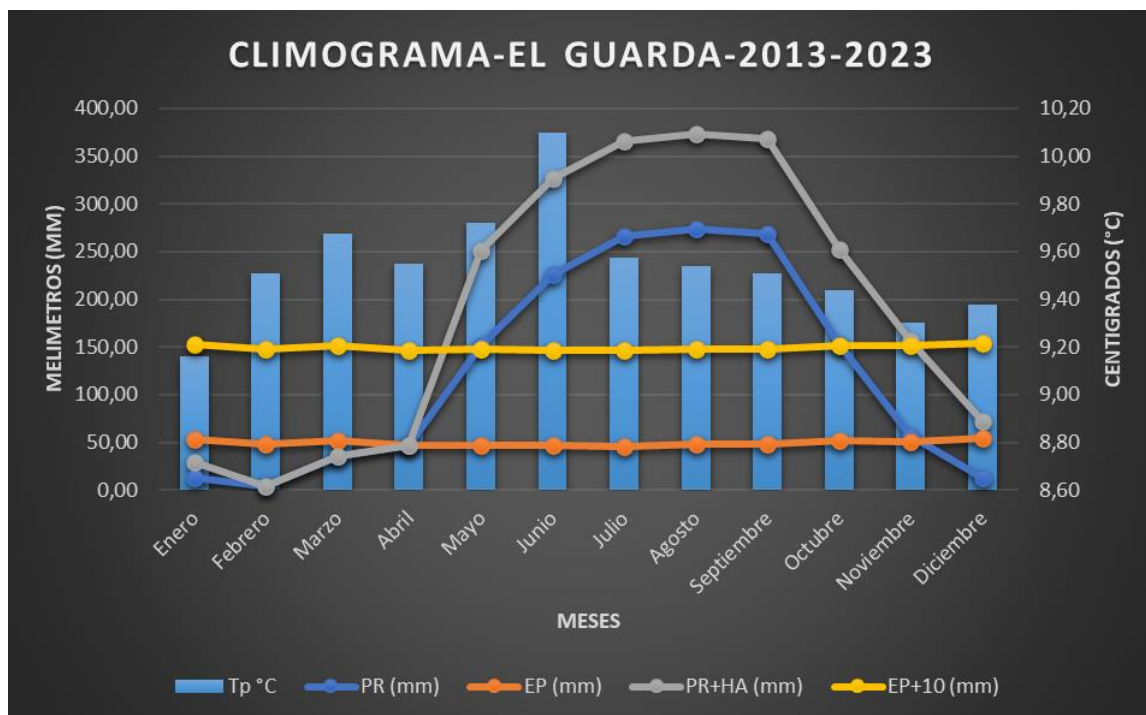


Figura 9. Climograma de la estación climatología “El Guarda” en el periodo de tiempo 2013-2023.

Por otro lado, la estación climatología **“El Guarda”** (9022), se encuentra ubicada en la alcaldía Tlalpan (19.13444444 °, -99.17305556 °), colindando con la alcaldía Milpa alta, a 2,990 msnm, en donde la temperatura (Tp °C) promedio es de 9.54 °C, con una precipitación (PR) promedio anual de 125.71 mm, donde a partir del mes de agosto, se presenta la mayor precipitación del año (273.36 mm). Cabe mencionar que la evapotranspiración potencial (EP) promedio anual es de 49.33 mm, siendo inferior a la precipitación promedio anual, por lo tanto, la humedad almacenada (HA) en el suelo en promedio anual alcanza los 190.38 mm, mostrando una suficiencia de agua en el suelo de la zona, superando el máximo de retención de agua en el suelo (10 cm), por lo que es viable empezar la siembra de cultivos a finales del mes de septiembre.

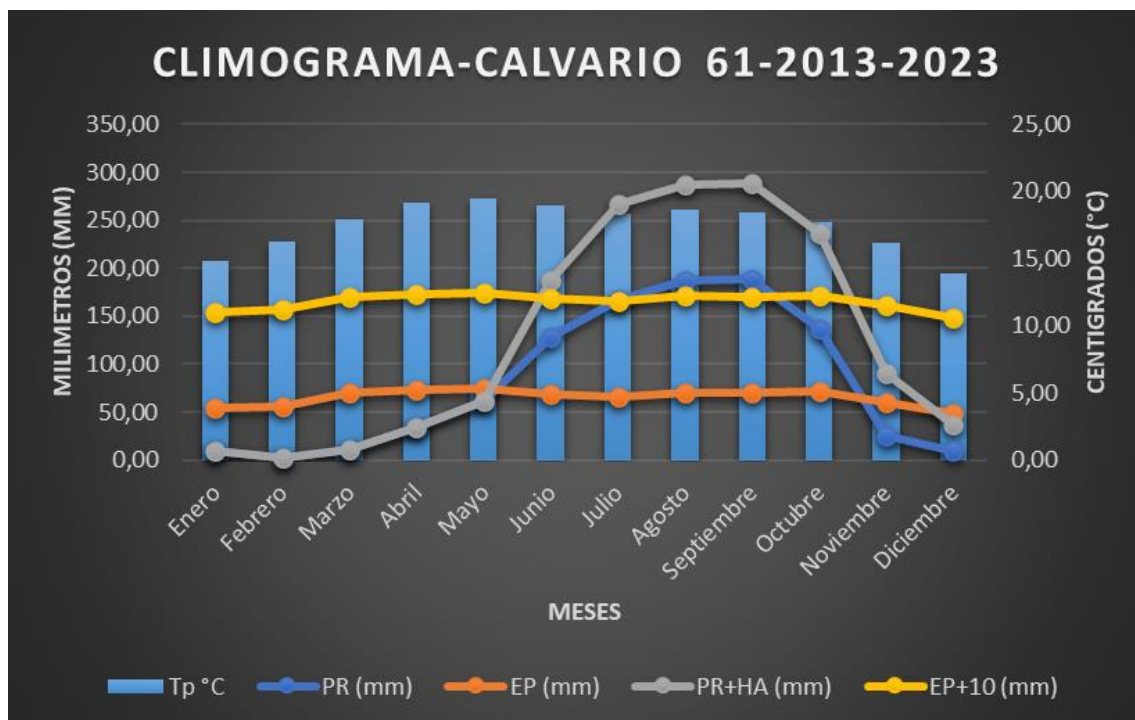


Figura 10. Climograma de la estación climatología “Calvario 61” en el periodo de tiempo 2013-2023.

En cuanto, a la estación climatología “**Calvario 61**” (9004), esta se encuentra ubicada en la alcaldía Tlalpan (19.20305556 °, -99.14916667 °), colindando con la alcaldía Xochimilco, a 2,726 msnm, en donde la temperatura (Tp °C) promedio es de 17.48 °C, con una precipitación (PR) promedio anual de 80.13 mm, donde a partir del mes de septiembre, se presenta la mayor precipitación del año de 188.24 mm. Presentando una evapotranspiración potencial (EP) promedio anual de 65.49 mm, siendo inferior a la precipitación promedio anual, por lo tanto, la humedad almacenada (HA) en el suelo en promedio anual alcanzo los 126.03 mm, mostrando una suficiencia de agua en el suelo de la zona, superando el máximo de retención de agua en el suelo (10 cm), por lo que es viable la siembra de cultivos a lo largo del año.

Considerando los datos anteriores, el establecimiento del sistema agroforestal, tomo en cuenta los requerimientos óptimos de los cultivos asociados (**Tabla 10**) y las densidades de siembra óptimas para cada cultivo (**Tabla 11**) (SEDEMA, 2016).

Tabla 10. Requerimientos óptimos para el establecimiento de los cultivos asociados (SAGARPA, 2017).

Cultivo	Altitud (msm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	pH	Suelo
Avena (<i>Avena sativa L.</i>)	Mas de 1500	350 a 600	De 5 a 30, con una óptima de 17.5	6.0 a 8.5.	Suelos profundos arcillosos, arenosos, ricos en cal, que retengan humedad.
Maíz (<i>Zea mays</i>)	0 a 3400	700 a 1300	De 18 a 24	5.5 a 7.5.	Suelos franco-limosos y franco-arcillosos-limosos, con una profundidad igual a 1m.
Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	500 a 2400	200 a 1800	De 6 a 36, y la óptima es de 15 a 16.	6.5 a 8.5.	Suelos calcáreos profundos con buen drenaje, textura arenosa a franca.

Elaboración propia.

Tabla 11. Establecimiento optimo de los cultivos asociados (SAGARPA, 2017).

Cultivo	Densidad de siembra
Avena (<i>Avena sativa L.</i>)	La cantidad de semilla empleada suele ser variable, considerando una dosis de 100 a 120 kg/ha. La siembra se realiza al voleo de forma mecánica con voleadora o cyclone y se tapa ligeramente con un paso de rastra. En siembra manual la semilla se esparce de manera uniforme con la mano y se tapa ligeramente. La profundidad de siembra debe ser de 2 a 6 cm. Debe respetar una distancia entre hileras de 15 cm.
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Se recomienda hacer surcos a través de la pendiente o en curvas a nivel, distanciados a 90 cm, y colocar a chorrillo 3 semillas por sitio, cada 45 cm para dejar después del raleo solo 2 plantas por sitio. Con esta densidad se obtiene 49,000 plantas por ha, para la cual se utilizan 15 kg de semilla por ha.
Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	El trazo de las camas de cultivo donde se plantará el nopal, se realizará colocando estacas en los extremos del terreno marcando los espacios de las camas. El ancho de las camas será de 1.8 metros, con una longitud no mayor a 100 metros, para facilitar el manejo del sistema de riego. Se tendrán cuatro hileras de nopal. Distante 30 centímetros de separación entre plantas (medidos de centro a centro de penca) e hileras; Con una separación entre camas, de 3.4 metros. Se tendrá una densidad de 24,000 plantas por hectárea. Dos líneas de riego por cama.

Elaboración propia.

8.4. Arreglo topológico del sistema agroforestal

De acuerdo con la “**Convocatoria Regional para la Solicitud y Asignación de Apoyos**” del **Componente II. Plantaciones Forestales Comerciales y Agroforestales (PFCA) de las Reglas de Operación del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar 2024, para Árboles de Navidad**” de la Comisión Nacional Forestal en CDMX. Se estipula que, para poder llevar a cabo una plantación agroforestal, se debe contar con una superficie mínima de 1 ha y una máxima de 50 ha, con una densidad mínima de 1,100 árboles de especies forestales comerciales proporcionada por la CONAFOR (*Abies religiosa* (Oyamel), *Pinus ayacahuite* (Pino vikingo) o *Pseudotsuga mensiezzii* (Abeto)). Con un arreglo topológico a tres bolillos y a una distancia de 2 m entre árbol, a 3 m entre hileras laterales, con una hilera media a 1.5 m.

Considerando estos datos, se desarrolló el sistema agroforestal (arreglo topológico), en donde el establecimiento se proyectará en la superficie mínima requerida, que es de una hectárea, con una cantidad de 1,100 árboles de

especies forestales comerciales, en la zona templada del suelo de conservación en CDMX.

Para el establecimiento de la propuesta del sistema agroforestal se consideró diseñarlo en la alcaldía de Tlalpan, ya que los productores de la zona contaban con experiencia en plantaciones forestales y cultivos agrícolas (**Anexo 2**).

El sistema agroforestal está diseñado en una hectárea (80 m por 125 m), con un arreglo topológico dividido en tres principales áreas (A, B y C): la primera área, A, está destinada al cultivo de barrera viva, en donde, se pueden usar distintas especies como es el caso de *Opuntia*, el cual funge como barrera viva y cultivo agrícola, al mismo tiempo, en alcaldías como Milpa alta, sin embargo se puede optar por usar las mismas especies forestales (árboles de navidad), la segunda área, B, está destinada a la plantación de árboles de *Pinus ayacahuite*, estando intercalada, con el área C, destinada al cultivo de *Zea mays* y *Avena sativa*, ya que se busca que sean cultivos rotativos, ocupando el mismo espacio en diferentes estaciones del año (**Fig. 11 y 12**).

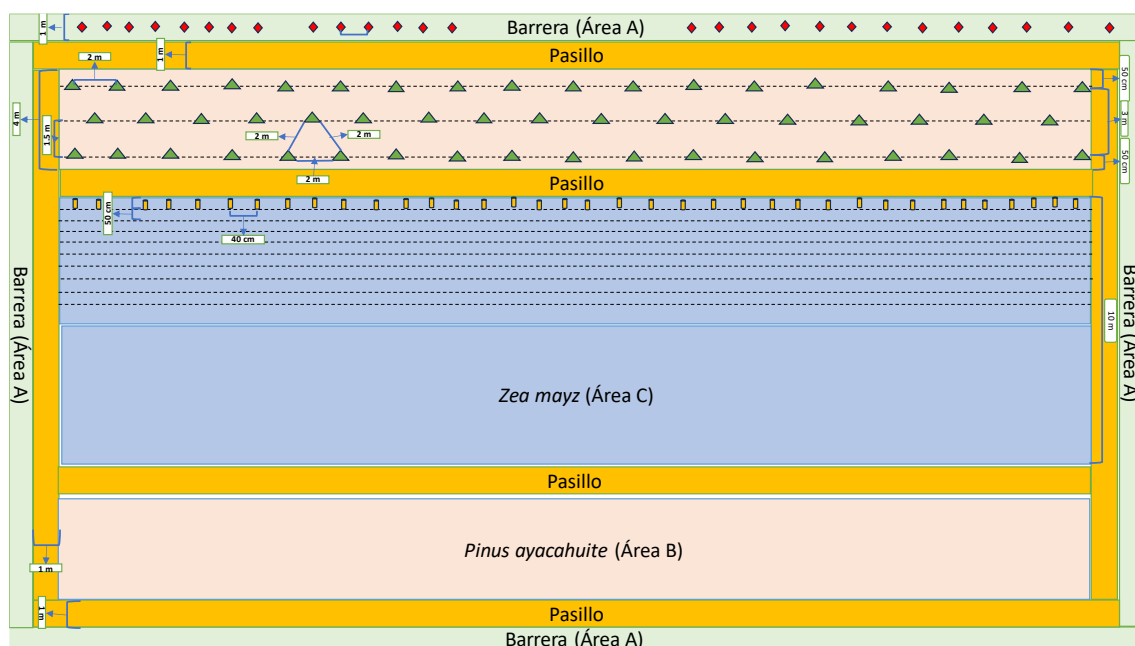


Figura 11. Arreglo topológico de la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan, con *Pinus ayacahuite*, *Zea mays* y *Barrera*.

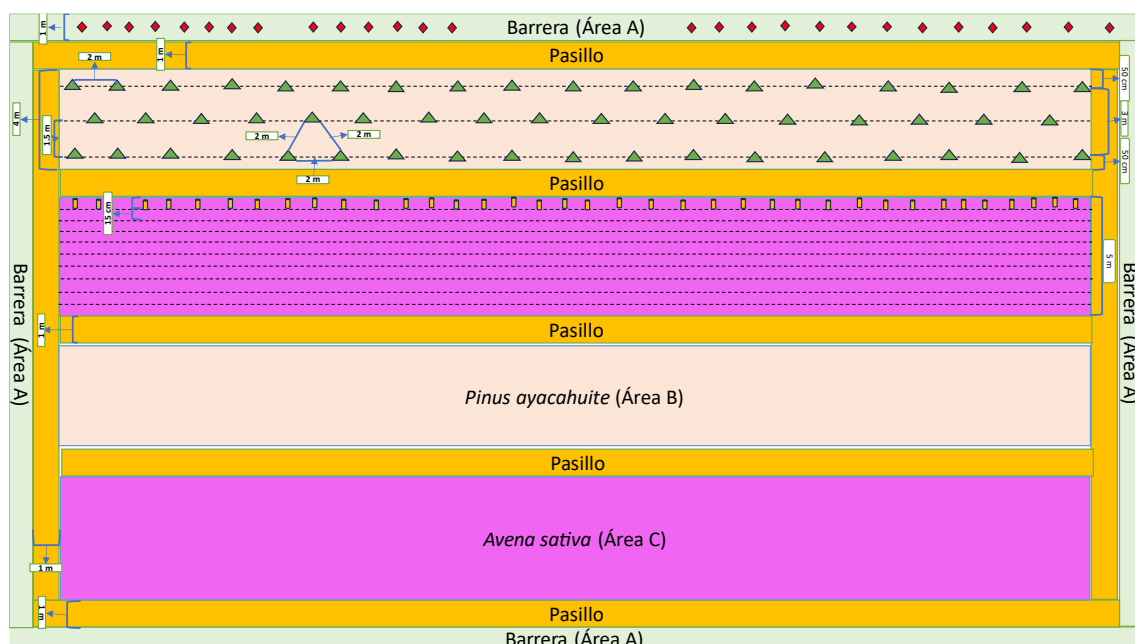


Figura 12. Arreglo topológico de la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan, con *Pinus ayacahuite*, *Avena sativa* y *Barrera*.

Como se puede observar en la figura 11 y 12 el arreglo topológico del cultivo de *Zea mays* y *Avena sativa* tendrán franjas con una distancia de largo de 121 m, sin embargo, en ambos arreglos utilizan diferentes medidas de ancho en las franjas, en el caso del *Zea mays* presentan un ancho de 10 m y para la *Avena sativa* un ancho de franja de 5 m, ya que existe la posibilidad de utilizar una de las dos medidas para optimizar el trabajo, esto sin cambiar el área destinada al cultivo agrícola de 4,961 m², considerando los pasillos de 1 m.

Además de optimizar los trabajos, se consideró otro factor que es el efecto orilla (efecto borde), “Castro, A., et., al.” (2013), mencionan que este efecto es muy común en cultivos sembrados homogéneamente, en donde se presenta pérdidas en los primeros surcos cercanos a los bordes de la parcela, ya que estos surcos se encuentran vulnerables a otros factores externos, como el clima, el flujo del riego o incluso la transición en caminos cercanos. Por ello se optó en tener franjas más anchas para el cultivo de maíz y poder reducir la pérdida de cultivo.

En ambos casos la barrera viva tendrá un área destinada de 406 m², dividida en dos hileras horizontales y dos verticales. Las hileras horizontales tendrán 1 m de ancho por 125 m de largo, por el contrario, las hileras verticales tendrán 1 m de ancho por 80 m de largo. En donde se tendrá un arreglo topológico, dependiendo de las especies que los productores asocien, algunas de las posibles especies a utilizar, son los árboles frutales o los mismos pinos, pero estos sirviendo como delimitante y barrera viva (**Fig. 11 y 12**).

En el caso de Milpa alta, el establecimiento se podría hacer usando el *Opuntia*, tanto como cultivo como barrera (**Fig. 13**).

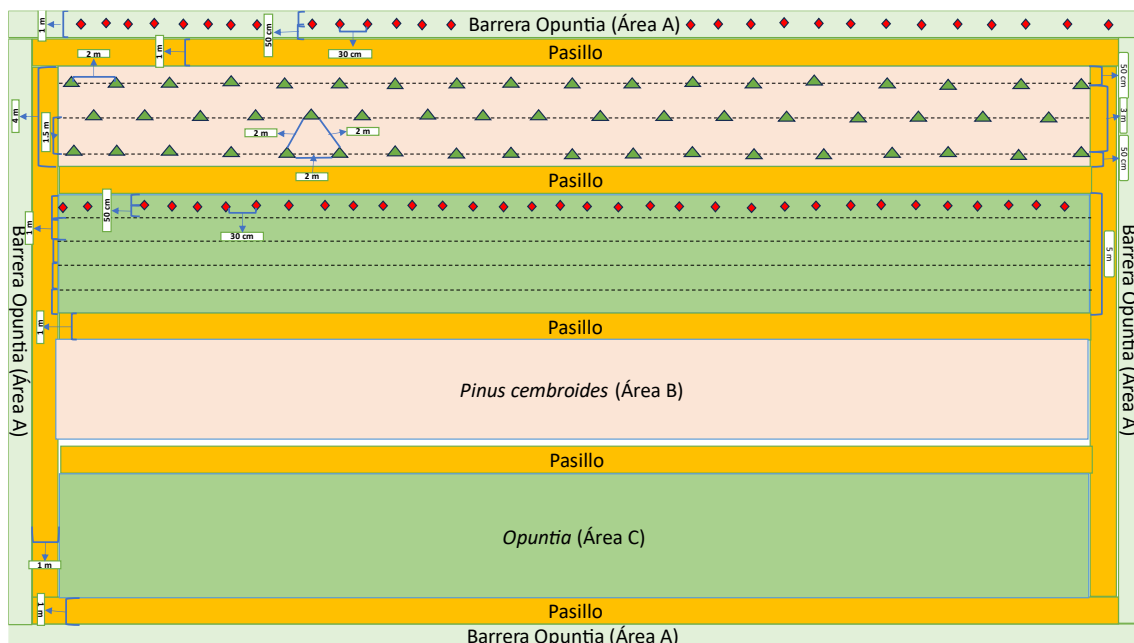


Figura 13. Arreglo topológico de la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Milpa alta, con *Pinus ayacahuite*, *Avena sativa* y *Opuntia*.

Teniendo el siguiente arreglo topológico:

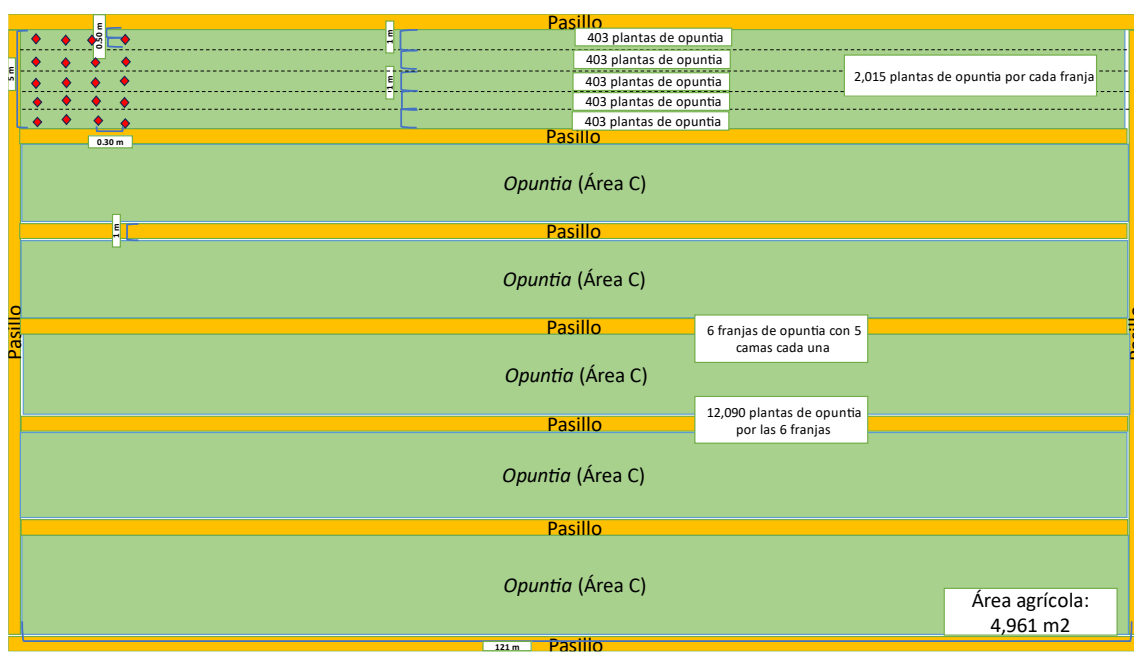


Figura 14. Arreglo topológico del cultivo de *Opuntia*, en la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Milpa alta.

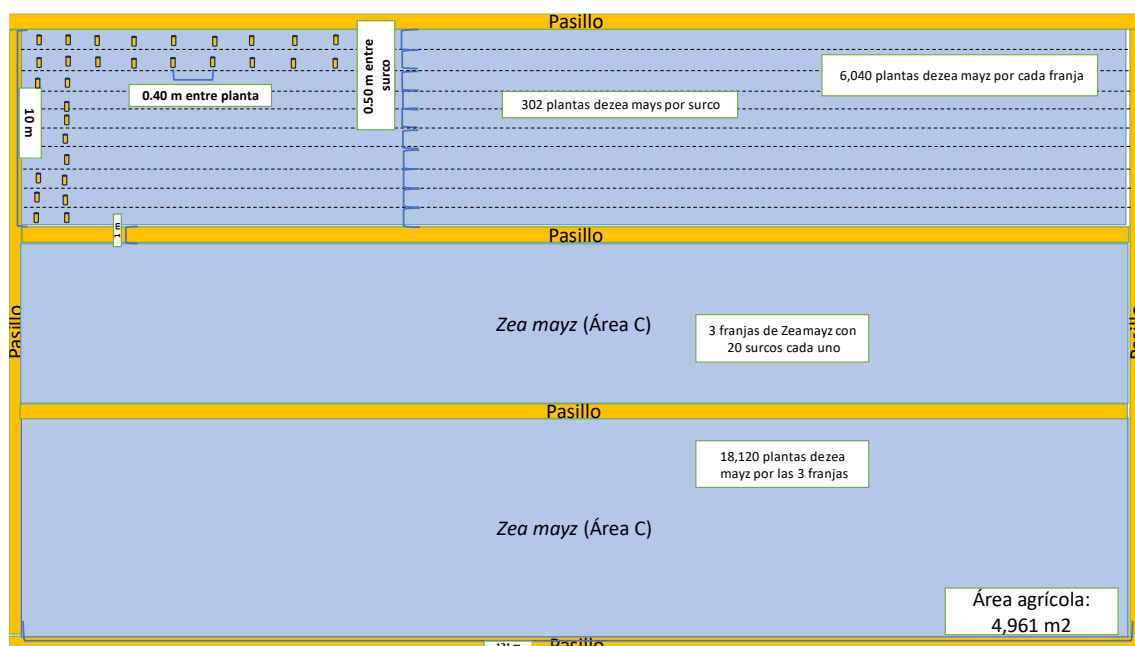


Figura 15. Arreglo topológico del cultivo de *Zea mays*, en la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan.

En el caso del cultivo de *Zea mays*, tendrá un arreglo topológico de tres franjas de 10 m de ancho por 121 m de largo, cada una, en cada franja habrá 20 surcos con un espacio entre planta de 0.40 m y 0.50 m entre surco. Por surco se obtendrán 302 plantas, dando un total de 6,040 plantas por franja. Por las tres franjas en la superficie se obtendrá un total de 18,120 plantas (**Fig. 15**).

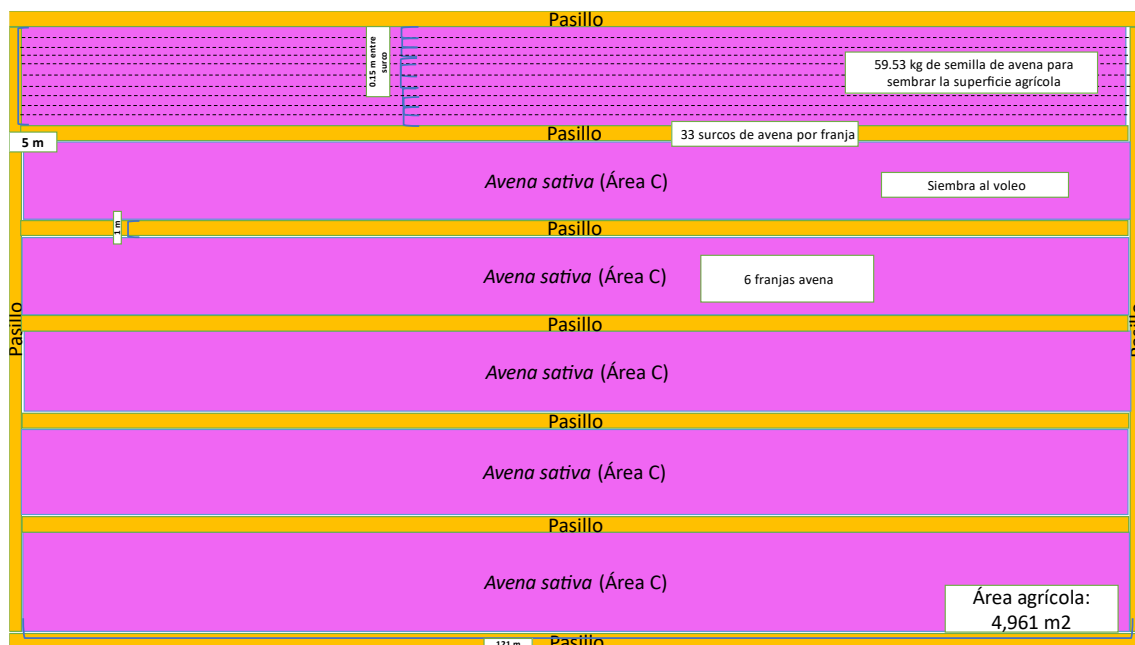


Figura 16. Arreglo topológico del cultivo de *Avena sativa*, en la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan.

Por otro lado, en el caso del cultivo de *Avena sativa*, tendrá un arreglo topológico de seis franjas de 5 m de ancho por 121 m de largo, cada una, en cada franja habrá 33 surcos, con un espacio de 0.15 m entre surco. Al ser un cultivo que se

siembra al voleo, la cantidad estimada de semillas requeridas para la superficie a cubrir (4,961 m²) es de 59.53 kg (**Fig. 16**).

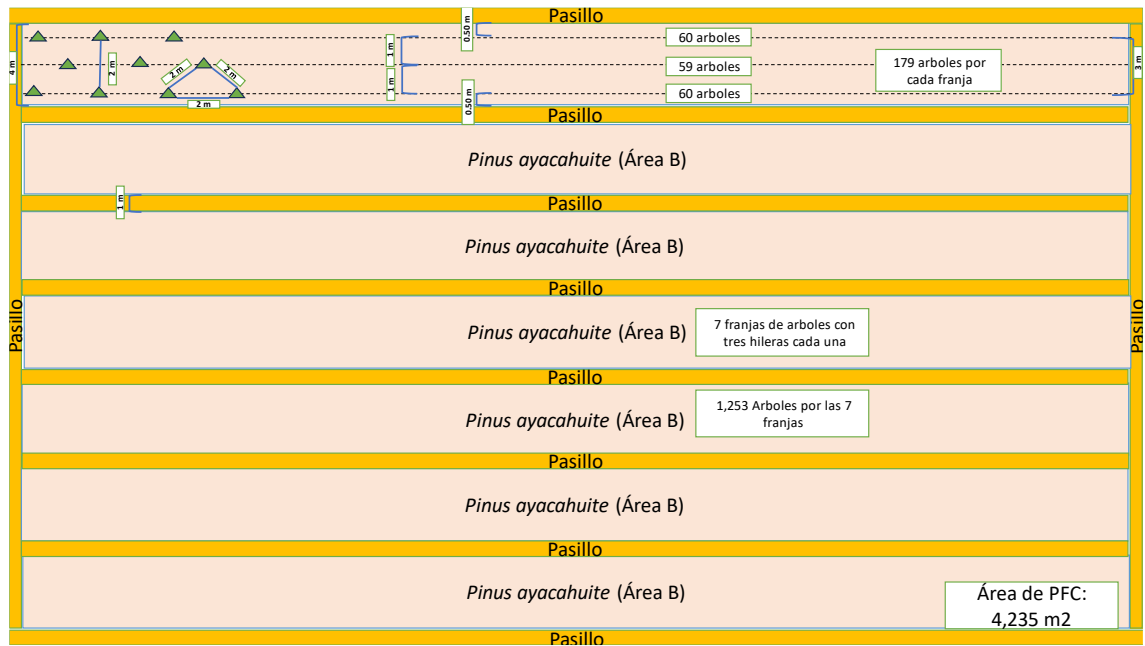


Figura 17. Arreglo topológico de la plantación de *Pinus ayacahuite*, en la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan.

Para ambos casos el arreglo topológico de la plantación de *Pinus ayacahuite* es la misma. El área destinada para la plantación forestal es de 4,235 m², considerando pasillos de 1 m dentro del área. El arreglo topológico es a tres bolillos, con un espacio entre árbol de 2 m y a 3 m entre hileras laterales, con una hilera intermedia a 1.5 m. Cada franja tendrá medidas de 4 m de ancho por 121 m de largo (7 franjas totales en el área), en cada franja habrá un arreglo a tres bolillos, en cada línea lateral se obtendrán 60 árboles (x2) y en la línea intermedia se obtendrá 59 árboles, dando un total de 179 árboles por franja. Por las siete franjas en la superficie se obtendrán un total de 1,253 árboles (**Fig. 17**). Con estos datos, se estaría cumpliendo con la densidad mínima destinada al cultivo de las especies forestales, requeridas para los apoyos de CONAFOR.

De manera más sintetizada podemos observar estos datos generales de los arreglos topológicos de las tres áreas en las figuras 18 y 19.

Sistema Agroforestal Tlalpan		Propuesta de sistema agroforestal <i>Pinus ayacahuite</i> – Cultivo anual (<i>Zea mays</i>) - Barrera Plantación a tres bolillos – Intercalado - Barrera				10,000 m ² = 1 ha (80 m x 125 m)	
Cultivo/Plantación	Distancia entre hilera	Distancia entre planta	Superficie total ocupada (Área)	Plantas por hilera	Numero de hileras	Semillas (Kg) necesarias para sembrar la superficie (Área)	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

Simbología	
Barrera (A)	
<i>Pinus ayacahuite</i> (B)	
<i>Zea mays</i> (C)	

Figura 18. Datos generales de la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan, con *Pinus ayacahuite*, *Zea mays* y Barrera.

Sistema Agroforestal Tlalpan		Propuesta de sistema agroforestal <i>Pinus ayacahuite</i> – Cultivo anual (<i>Avena sativa</i>) - Barrera Plantación a tres bolillos – Intercalado - Barrera				10,000 m ² = 1 ha (80 m x 125 m)	
Cultivo/Plantación	Distancia entre hilera	Distancia entre planta	Superficie total ocupada (Área)	Plantas por hilera	Numero de hileras	Semillas (Kg) necesarias para sembrar la superficie (Área)	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

Simbología	
Barrera (A)	
<i>Pinus ayacahuite</i> (B)	
<i>Avena sativa</i> (C)	

Figura 19. Datos generales de la propuesta del sistema agroforestal, en la alcaldía Tlalpan, con *Pinus ayacahuite*, *Avena sativa* y Barrera.

8.5. Cotización de productos e insumos para el establecimiento de los cultivos agrícolas

Para el establecimiento de los cultivos agrícolas, es fundamental el uso de maquinaria e insumos, requeridos para las diferentes etapas de desarrollo de la producción. Por lo tanto, la cotización de precios en el mercado es vital, para conocer la inversión que se estará haciendo en la producción y sobre ponerlo con los ingresos que se obtendrán al final de la misma. A continuación, se proporcionan cotizaciones:

Tabla 12. Maquinaria e insumos requeridos para la siembra de cultivos agrícolas.

Producto	Precio unitario	Cantidad requerida	Total	Proveedor
Renta de Tractor (ha)	\$ 3,000	2 veces al año	\$ 6,000	Datos de productores locales (Anexo 2)
Abono de borrego (1 ton)	\$ 12,000	1000 kg	\$ 12,000	Productores locales
1 Kg de Semillas de Maíz	\$ 20	7.44 Kg	\$ 148.8	Productores locales
1 Kg de Semillas de Avena	\$ 25	59.53 Kg	\$ 1,488.25	Productores locales

Datos obtenidos de encuestas realizadas a productores de la zona del SC (Anexo 2).

La maquinaria más importante para el establecimiento de los cultivos, es el tractor, ya que con este se busca optimizar los trabajos de preparación del terreno. De acuerdo con datos de las encuestas realizadas a productores de las alcaldías Milpa alta y Tlalpan (**Anexo 2**), varios de los productores no contaban con tractores propios, estos los rentaban para realizar distintos trabajos, en promedio la renta de un tractor con implementos para trabajar una hectárea, rondaba los \$3,000 (**Tabla 12**).

Por otro lado, para la obtención de la materia prima, se buscó que fueran variedades de especies cultivadas en la zona, en donde, los productores locales comentaban, que los precios de las semillas de avena y maíz eran más variables, ya que las presentaciones en que las se venden en la zona van desde los cuartillos hasta los kilogramos, con precios que rondan desde los \$20 hasta los \$30. En promedio el kilogramo de semilla de maíz rondaba los \$20 y el kilogramo de semilla de avena los \$25.

Una ventaja con la que se cuenta en la zona, es que algunos productores de la zona cuentan con el apoyo de otras dependencias para la obtención de abono orgánico, sin embargo, no todos cuentan con este apoyo, por lo que se consideró este insumo dentro de la cotización.

Tabla 13. Costos de actividades para el establecimiento del cultivo agrícola

Actividad	Jornaleros requeridos	Sueldo por día	Veces requeridas al año	Total
Arado del terreno	2	\$300	2	\$ 1,200
Fertilización	3	\$300	2	\$ 1,800
Siembra	3	\$300	2	\$ 1,800
Mantenimiento	4	\$300	2	\$ 2,400
Cosecha	3	\$300	2	\$ 1,800

Datos obtenidos de encuestas realizadas a productores de la zona del SC (Anexo 1).

Considerando las distintas actividades a desarrollar a lo largo del periodo de producción de los cultivos agrícolas, se buscó el sueldo mínimo que se les estaría pagando a los trabajadores por labor desarrollada. En la tabla 13 se muestra que en promedio a los trabajadores se les paga \$300 por día, dependiendo la actividad realizada. Para la preparación del terreno (arado del terreno), se requerirá de dos personas, una para operar el tractor y el otro de apoyo. Para la fertilización del terreno se requerirá de tres personas, esto para aplicar el abono y el fertilizante sintético, dos veces al año. Para la siembra se

requiere de tres personas para cubrir toda la superficie. Para el mantenimiento se requerirá de cuatro personas y para la cosecha tres personas

Tabla 14. Costos de fertilizantes sintéticos que cubren la demanda de nutrientes de los cultivos agrícolas.

Cultivos	Nitrógeno (N) (Kg/ha)	Fosforo (P) (Kg/ha)	Potasio (K) (Kg/ha)	Fertilizantes sintéticos	Cantidad requerida	Precio unitario
Maíz	72	36	16	Urea Bulto 50 kg 46-0-0	1	\$ 1,260
Avena	23	7.5	6.2	Triple 17 Bulto 50 kg 17-17-17	3	\$ 1,229
Total	95	43.5	22.2		4	\$ 2,489

Recuperado de: Infoagro, 2024.

Para la cotización de costos de fertilizantes sintéticos que cubren la demanda de nutrientes de los cultivos agrícolas (**Tabla 14**), se buscaron los productos en tiendas en línea y establecimientos cercanos a la zona, considerando los requerimientos de NPK (Nitrógeno, Fosforo y Potasio), para cada cultivo. Cabe mencionar que antes de realizar cualquier aplicación, se debe hacer un análisis de suelo.

“Ciampitti, I. A. *et. al.* (2010)”, mencionan que, en lo que respecta al diagnóstico de fertilidad para cultivo, va depender de los nutrientes disponibles en el suelo y del rendimiento del cultivo. Es bien conocido que pueden obtenerse respuestas variables a la aplicación de algún fertilizante, debido a diferencias en las condiciones climáticas (temperatura, precipitación), de suelo (temperatura, materia orgánica, textura), y prácticas de manejo (irrigación, densidad, arreglo topológico, fertilización), así como también por el uso de diferentes genotipos (interacción-Genotipo-Ambiente-Manejo).

Los costos de los bultos de 50 Kg los fertilizantes (Urea y Triple 17) rondaban entre los \$1,500 hasta los \$2,500. Dependía mucho de la marca y del sitio de venta.

8.6. Elementos Financieros

Para el establecimiento de los cultivos agrícolas se requieren de una inversión inicial de \$33,584, considerando los costos de producción (materia prima, insumos, mano de obra y maquinaria) que se requerirán en un año (**Tabla 15**).

Tabla 15. Costos de producción para el establecimiento de los cultivos agrícolas.

Conceptos	Cantidad requerida	Precio unitario (\$)	Total (\$)	Veces requeridas al año	Total, Anual (\$)
Semillas de maíz (Kg)	7.44	20	148.8	1	148.8
Semillas de avena (Kg)	59.53	25	1488.25	1	1488.25
Abono de borrego (ton)	1	12000	12000	1	12000

Jornalero para preparación de terreno	2	300	600	2	1200
Jornalero para fertilización	3	300	900	2	1800
Jornalero para siembra	3	300	900	2	1800
Jornalero para mantenimiento	4	300	1200	2	2400
Jornalero para cosecha	3	300	900	2	1800
Renta de tractor (ha)	1	3000	3000	2	6000
Urea Bulto 50 Kg	1	1260	1260	1	1260
Triple 17 Bulto 50 kg	3	1229	3687	1	3687
Total	33,584.05				

Elaboración propia.

Para la estimación de los ingresos, se consideraron los precios del mercado de los productos agrícolas y a los mencionados por los productores en el suelo de conservación (**Tabla 16**) (**Anexo**).

De acuerdo con datos del “**Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados** (2024)”, estos precios estimados variaban dependiendo del mercado de origen y destino, ya que varios de los productos que vienen de otros estados a la CDMX, tienen como destino la central de abastos, alejándose de la zona de producción del suelo de conservación.

Tabla 16. Estimación de producción de los productos de cultivos agrícolas en temporal

Productos	Cantidad obtenida/ha	Precio unitario
Elote de Maíz	10000	7
Pacas de avena	250	100

Elaboración propia.

Como se mencionó en el arreglo topológico, la superficie destinada a la siembra de cultivos agrícolas (Avena y Maíz) es de 4,961 m², por lo tanto, realizando una conversión (regla de tres) con las cantidades estimadas de elotes y pacas de avena en una hectárea (**Tabla 16**), se obtiene la cantidad de elotes y pacas en la superficie a sembrar. En el caso de elotes se obtendría 4,961 elotes, con un precio unitario de \$7, dando un total de \$34,727 de ingresos. Por otro lado, en el caso de las pacas de avena se obtendrían 124 pacas, con un precio unitario de \$100, dando un total de \$12,400 de ingresos. Con estos dos productos obtenidos en diferentes estaciones del año, se obtendría un ingreso total de \$47,127 anuales.

Tabla 17. Ingresos estimados de acuerdo a la superficie sembrada.

Productos a vender	Superficie sembrada (m2)	Cantidad obtenida	Precio unitario de venta	Total
Elote de maíz	4961	4961	7	34727
Pacas de avena	4961	124	100	12400
Total				47,127

Elaboración propia.

8.7. Proyección Financiera

La proyección de la inversión se presenta a 7 años, considerando el año de aprovechamiento de los árboles de especies forestales comerciales (*Pinus ayacahuite*). De acuerdo con datos del **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)** (2023), a partir de la primera cosecha, entre siete y ocho años de iniciada la plantación de árboles de Navidad, el aprovechamiento del recurso es constante.

Esta durabilidad es esencial al calcular el retorno de la inversión a largo plazo. Por lo tanto, contemplar un horizonte de 7 años es esencial para conocer la rentabilidad del proyecto, así como llevar a cabo una planificación financiera, tomar decisiones estratégicas y gestionar riesgos que se presenten (Muñoz *et.al.*,2020).

De acuerdo con los datos obtenidos en la **Tabla 18**, la utilidad marginal obtenida a lo largo del tiempo es constante (7 años), con un flujo de efectivo positivo de \$13,543.

Tabla 18. Estado de resultados (Utilidad Neta)

Concepto	1	2	3	4	5	6	7
Ingreso	47127	47127	47127	47127	47127	47127	47127
Costo de producción	33584	33584	33584	33584	33584	33584	33584
Utilidad neta	13543	13543	13543	13543	13543	13543	13543

Elaboración propia.

Sin embargo, con estas utilidades, no se presenta un retorno de la inversión inicial, esto se muestra mejor en la **Figura 20**, en donde tanto los ingresos, como los costos de producción reflejan líneas constantes, donde la utilidad se encuentra por debajo de estas dos. Representado un ingreso de subsistencia.

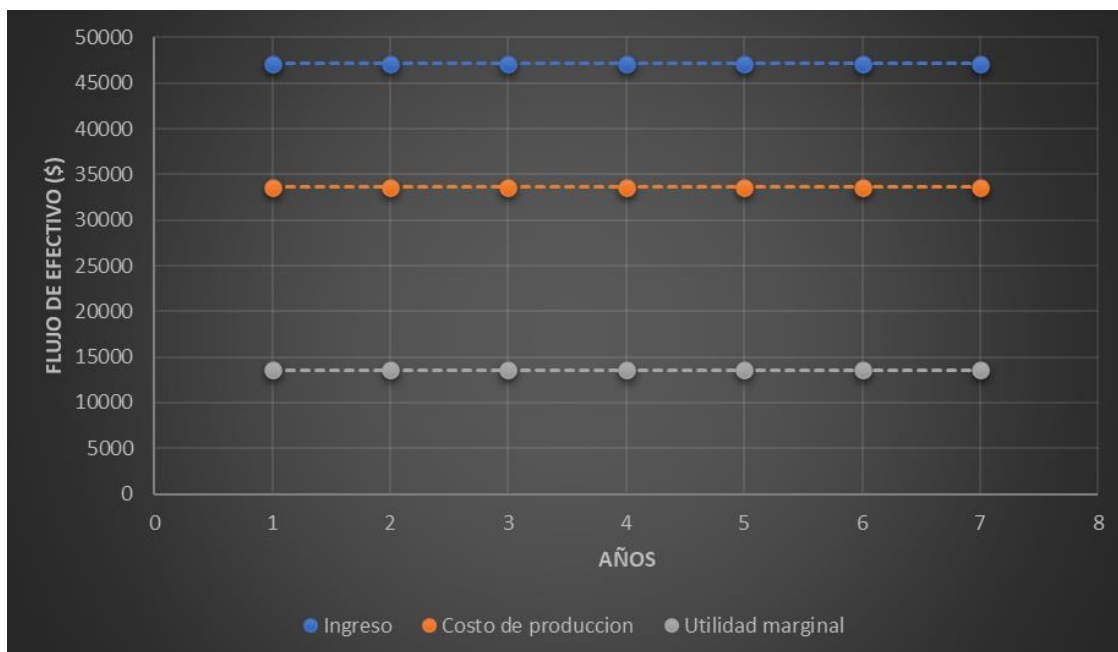


Figura 20. Proyección de la rentabilidad del establecimiento de cultivos agrícolas en un sistema agroforestal.

Pero con la asociación de estos cultivos agrícolas con plantaciones forestales comerciales, se pueden complementar y aumentar los ingresos.

Con informaciones del **Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF)**, del INIFAP, el aprovechamiento del recurso forestales es constante; generando un agronegocio competitivo y generando empleos. Además, con esta actividad los productores, tienen la posibilidad de obtener beneficios secundarios, como la producción de hongos ectomicorrizógenos comestibles, que favorecen la absorción de nutrientes en los árboles-, lo que le aportaría ingresos a corto plazo, a la mitad de la producción de los árboles de Navidad.

8.8. Evaluación del Impacto Ambiental

La “Matriz de Leopold” es una herramienta muy útil para la valoración de los impactos ambientales y con amplio campo de implementación. En este caso se utiliza para establecer un sistema agroforestal con cultivos agrícolas de la zona del suelo de conservación. El ámbito de análisis permite establecer diversos parámetros en los que se analizan las acciones humanas que repercute durante desarrollo del proyecto, así como los factores ambientales a los que puede afectar (Verd, 2000).

Para la evaluación con la matriz de Leopold, se consideraron tanto la magnitud (positiva o negativa), como la importancia (positiva) de los efectos, estos valores se ponderan considerando la relevancia que tiene la actividad humana en el factor ambiental, en donde la importancia se multiplica por la magnitud, dando un resultado que se sumara con todas las actividades, además de realizar una valoración del impacto del proyecto en el medio ambiente (**Fig. 21**), siguiendo la

“Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold de Martínez Vega (2018)”, se consideró la escala de impactos negativos y positivos.

Impacto	Impacto Negativo
Irrelevante	0 a -25
Moderada	-26 a -50
Severo	-51 a -75
Crítico	-75 a > -75
	Impacto Positivo
Poco importante	0 a 25
Importante	26 a 50
Muy Importante	>50

Figura 21. Tabla de rangos de impactos en sistema de acuerdo a la “Matriz de Leopold”.

Los resultados obtenidos de la evaluación del proyecto se presentan en la **Tabla 19**, en la cual destacan las actividades que causan efectos tanto negativos como positivos en la realización del proyecto. Estas actividades son: Arado del suelo, uso de tractor, fertilización orgánica, siembra de cultivos agrícolas, fertilización sintética, cosechas, modificación del clima e incorporación de rastrojo.

Cabe mencionar que los cultivos agrícolas, han jugado un papel importante a través de las últimas décadas, en zonas naturales, ya que estos modifican significativamente el hábitat natural y esto propicia diversos impactos ecológicos, como la alteración de los ciclos naturales, la modificación en el microclima, o la reducción de la biodiversidad (FAO, 2017).

De acuerdo con los datos obtenidos de la matriz, las actividades con mayor afectación negativa, son la fertilización sintética con un impacto “Severo” y la realización de cosechas con un impacto “Irrelevante”. En el caso de la fertilización sintética se puede reducir si se hace realiza de manera moderada, con poca frecuencia.

Por el contrario, entre las actividades que generan un mayor impacto positivo, destacan, el uso de fertilización orgánica y la incorporación de rastrojo, ambas con un impacto “Muy importante” para el medio ambiente. Además de considerar que la producción es a pequeña escala, de manera general el establecimiento de los cultivos agrícolas en un sistema agroforestal, representa un impacto positivo en la zona, con un impacto promedio de 37, significando un impacto positivo “Importante”.

Tabla 19. Matriz de Leopold del establecimiento de los cultivos agrícolas.

Actividades	Arado del suelo		Uso de tractor		Fertilización orgánica		Siembra de cultivos agrícolas		Fertilización sintética		Cosechas		Modificación del clima		Incorporación de rastrojo		Afectaciones		Impacto del agregado
Factores																	+	-	
Estructura del suelo	-1	1	-1	1	7	1	8	1	-1	1	-1	1	7	3	9	3	4	4	59
Erosión del suelo	-1	1	-1	1	7	3	2	1	-1	1	-1	1	7	3	9	3	4	4	67
Lavado de nutrientes en el suelo	-1	1	-1	1	7	3	2	1	-1	1	-1	1			9	3	3	4	46
Calidad del agua					8	3			-5	3					9	3	2	1	36
Infiltración del agua	2	1	-1	1	8	3			-5	3			7	3	9	3	4	2	58
Flora nativa	-1	1	-1	1	2	3	-1	1	-5	3							1	4	-12
Micro climas						1		1					9	3	9	3	3	0	55
Fauna nativa	-1	1	-1	1	1	3	-1	1	-5	3							1	4	-15
Afectaciones +		1		0		7		4		0		0		4		6	22	23	294
Afectaciones -		5		6		0		2		7		3		0		0	23		
Impacto del agregado		-3		-6		106		11		-63		-3		90		162	294		294
																Promedio	37		37

8.9. Responsabilidades en el servicio social:

Dentro de las responsabilidades asignadas en el Departamento de Manejo Forestal Comunitario en el área de “Apoyo Técnico en Seguimiento al Programa de Manejo Forestal Comunitario en la Promotoría de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal en la Ciudad de México”, se encuentran las siguientes:

- Apoyo en el seguimiento, orden e integración de expedientes.
- Apoyo técnico en la participación de actividades de integración con ejidatarios, comuneros y campañas de concientización forestal.
- Apoyo técnico en la organización de eventos y talleres de capacitación a ejidatarios.
- Apoyo técnico en el seguimiento de apoyos a ejidatarios y comuneros, con visitas a las zonas de aprovechamiento.
- Apoyo técnico en el desarrollo de una propuesta, en conjunto, de un sistema agroforestal para la producción de árboles de navidad con especies óptimas que permitan generar ingresos a los productores.

8.10. Actividades realizadas como apoyo en el servicio social:

- Participación en la “Jornada Comunitaria por el Derecho a la Tierra y el Territorio para Mujeres Rurales de la Ciudad de México”, en alcaldías del suelo de conservación, el 6 de septiembre del 2024.
- Participación en la “5ta Jornada de Reforestación, en San Mateo Tlaltenango, Alcaldía Cuajimalpa, el 8 de septiembre del 2024.
- Participación, como ponente y logística del curso-taller “Usos del Pino como Alternativa para el Desarrollo Económico de los Núcleos Agrarios de la Ciudad de México”, en la sala pino, de la Promotoría de Desarrollo Forestal en CDMX, el 26 de septiembre del 2024.
- Participación en la actividad “Chispa Segura: Taller de Aventuras Antincendios Forestales para Pequeños Héroes”, en Comisión Nacional de Agua, Av. Insurgentes Sur 2416, Coyoacán, CDMX, el 27 de septiembre del 2024.
- Participación en el curso de “Primeros Auxilios”, con duración de 40 hrs, en la Promotoría de Desarrollo Forestal de la CONAFOR en CDMX, el 3 de octubre del 2024.
- Participación en el taller “Guardianes de los Bosques”, en la Casa de Cultura Raúl Anguiano, Huayamilpas, Coyoacán, CDMX, el 12 de octubre del 2024.

9. Conclusiones

- Las principales zonas con actividades agrícolas en la superficie del suelo de conservación de la CDMX, son las alcaldías Milpa alta, Xochimilco, Tláhuac, Tlalpan y La Magdalena Contreras.
- En donde, los principales cultivos agrícolas con mayor potencial económico, en las zonas templadas del SC, son los producidos a cielo abierto, en temporal. En donde destaca el cultivo de nopal verdura, avena forrajera y maíz grano.
- Los beneficios de los cultivos agrícolas asociados en el sistema agroforestal, en el caso de las gramíneas (avena y maíz), es que al tener raíces profundas contribuyen a mantener la estructura del suelo, previniendo la erosión, además de fijar carbono al suelo, como cultivos de cobertura. Aumentado la materia orgánica en el suelo con la incorporación de rastrojo. En el caso del nopal, este contribuye como barrera viva y delimitante de la parcela, además de retener suelo en zonas con pendientes. La incorporación de su materia orgánica después de las podas aumenta la humedad del suelo y suprime malezas.
- Las condiciones climatológicas de la zona del SC, fueron óptimas para el establecimiento de los cultivos asociados en el sistema agroforestal. El diseño consta de un sistema intercalado, de cultivos agrícolas (avena y maíz) (rotación de cultivos) con especies forestales comerciales (*Pinus ayacahuite*), (a tres bolillos), delimitados por una barrera viva, en una hectárea.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, la proyección financiera a 7 años de la asociación de cultivos agrícolas en un sistema agroforestal, considerando solo los ingresos de los productos agrícolas, mostro utilidades positivas y constantes a lo largo del tiempo, sin embargo, estas no cubren los gastos de la inversión inicial, teniendo utilidades menores a los costos de producción. Representando solo un ingreso de subsistencia. Pero con la asociación de plantaciones forestales comerciales, se pueden complementar y aumentar los ingresos.
- En cuanto al impacto ambiental de los cultivos agrícolas, de manera general representan un impacto positivo "Importante", esto por las actividades realizadas, que generan un impacto importante, en donde destaca, el uso de fertilización orgánica y la incorporación de rastrojo al suelo.

10. Referencias

- Agrozapiens, 2023. Las Gramíneas en la Agricultura: Una Guía Completa. Recuperado de: <https://agrozapiens.com/las-gramineas-en-la-agricultura-una-guia-completa/> Consultado el 20 de noviembre del 2024.
- Amundaray. 2024. Rotación de cultivos: que es, en que consiste y ejemplos. Agrotendencia. Recuperado de: <https://agrotendencia.tv/agropedia/agricultura/cultivos/rotacion-de-cultivos-que-es-en-que-consiste-y-ejemplos/> Consultado el 23 de noviembre del 2024.
- Arrázate, A. J. 2022. Retos de la producción hortícola en las zonas de riego de Tláhuac. La Jornada. CORENADER. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2022/09/17/delcampo/articulos/produccion-horticola-tlahuac.html#:~:text=Donde%2C%20Tl%3%A1huac%20es%20la%20principal,de%20br%C3%B3coli%2C%20romero%20y%20lechuga>. Consultado el 14 de julio del 2024.
- Baca Urbina. G. 2013. Evaluación de Proyectos Séptima edición. Recuperado de: https://ia800905.us.archive.org/35/items/EvaluacionDeProyectos7maEdGabrielBacaUrbina/Evaluacion_de_Proyectos_7ma_Ed_Gabriel_Baca_Urbina.pdf Consultado el 10 de octubre del 2024.
- Bernardino P. I. y Rodríguez O. G. 2007. Potencialidad para la producción y comercialización de árboles de navidad en Oaxaca. Revista Mexicana de Agroecosistemas Vol. II(i): 2022, 81-87. Recuperado de: DOI: <https://doi.org/10.60158/rma.v11i1.420> Consultado el 7 de julio de 2024.
- Casanova-Lugo, Fernando, Petit-Aldana, Judith, & Solorio-Sánche, Javier. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 133-143. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.047> Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v17n1/v17n1a13.pdf> Consultado el 24 de junio del 2024.
- Castro Álvarez, Rodolfo, Morejón Rivera, Rogelio, Díaz Solís, Sandra H, & Álvarez, Gloria E. 2013. Efecto de borde y la validez de los muestreos en el cultivo del arroz. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 70-75. Recuperado en 25 de noviembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000200011&lng=es&tlng=es.
- Ciampitti, I. A., Boxler, M., & García, F. O. (2010). Nutrición de maíz: requerimientos y absorción de nutrientes. *Informaciones agronómicas*, 48, 14-18. Recuperado de: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/\\$FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/$FILE/14.pdf) Consultado el 25 de noviembre del 2024.
- Collarejo Miguel. 2024. Guía definitiva: Cómo establecer un cultivo con éxito. Botánica y Salud. Recuperado de: <https://botanicaysalud.com/como-se-establece-un-cultivo/> Consultado el 4 de diciembre del 2024.
- 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.

CONABIO. 2023. Nopales. Biodiversidad Mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/nopales> Consultado el 1 de agosto del 2024.

CONAGUA. 2023. Estación climatológica “Calvario 61”. Servicio Metrológico Nacional. Recuperado de: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Mensuales/df/mes09004.txt Consultado el 4 de octubre del 2024.

CONAGUA. 2023. Estación Climatológica “Desviación Alta al Pedregal”. Servicio Metrológico Nacional. Recuperado de: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Mensuales/df/mes09020.txt Consultado el 4 de octubre del 2024.

CONAGUA. 2023. Estación Climatológica “El Guarda”. Servicio Metrológico Nacional. Recuperado de: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Mensuales/df/mes09022.txt Consultado el 4 de octubre del 2024.

CONAFOR. 2014. Sistemas Agroforestales Maderables en México. Biblioteca Virtual. Comisión Nacional Forestal. Recuperado de: https://framework-gb.cdn.gob.mx/files/conafor/Estudio-Sistemas_Agroforestales_Maderables_en_Mexico.pdf Consultado el 10 de Junio del 2024.

CONAFOR. 2020. Manual de “SISTEMAS AGROFORESTALES MADERABLES EN MÉXICO”. Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Producción y Productividad Gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/557057/Sistemas_Agroforestales_Maderables_en_Mexico_1.pdf Consultado el 1 de noviembre del 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.

Del Amo S. R. y Del Carmen V. M. 2019. La Restauración Ecológica Productiva. El Camino para Recuperar el Patrimonio Biocultural de los Pueblos Mesoamericanos. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver, México. ISSN: 978-607-502-761-6 Recuperado de: <https://www.uv.mx/personal/ehipolito/files/2022/06/44.-Cap.-Libro-REP-Mayo-2019.pdf> Consultado el 25 de junio del 2024.

DOF. 2023. REGLAS de Operación 2024 del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5713386&fecha=30/12/2023#gsc.tab=0 Consultado el 23 de junio del 2024.

DOF, 2024. REGLAS DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA SOCIAL “APOYO AL DESARROLLO AGROPECUARIO. ALCALDÍA DE TLALPAN. Recuperado de: <https://www.tlalpan.cdmx.gob.mx/programas-sociales-2020/reglas-apoyo-al-desarrollo-agropecuario.pdf> Consultado el 11 de julio del 2024.

FAO. 2017. Sistema agrícola de Chinampas en Ciudad de México, México. Recuperado de: <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/latin-america-and-the-caribbean/chinampa-system-mexico/es/> Consultado el 13 de noviembre del 2024.

FAO. 2018. Ecología del Cultivo, Manejo y Usos del Nopal. ICARDA. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/73ea486f-87b1-4a97-ba94-ebfc89ed528a/content> Consultado el 21 de noviembre del 2024.

Gonzales, C. E., y Torres V. C. 2014. La Sustentabilidad Agrícola De Las Chinampas En El Valle De México: Caso Xochimilco. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. 34. pp. 699-709. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Torreón, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/141/14131514005.pdf> Consultado el 12 de julio del 2024.

GOB CDMX. 2021. Alcaldía Álvaro Obregón. Bol-0453 Con Los Huertos Comunitarios E Invernaderos De La Alcaldía, Se Favorece La Economía De Grupos Vulnerables: Lía Limón. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: <https://aao.cdmx.gob.mx/bol-0453-con-los-huertos-comunitarios-e-invernaderos-de-la-alcaldia-se-favorece-la-economia-de-grupos-vulnerables-lia-limon/> Consultado el 15 de julio del 2024.

GOB CDMX. 2021. Alcaldía Cuajimalpa Morelos. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: <https://alcaldiacuajimalpademo.elementor.cloud/acerca-de/> Consultado el 12 de julio del 2024.

GOB CDMX. 2021. Lineamientos De Operación Línea De Acción Institucional. Alcaldía Magdalena Contreras. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: [https://mcontreras.gob.mx/lineamientos-buenas-practicas-productivas-semillas/#:~:text=Algunos%20de%20los%20cultivos%20realizados,jitomate%2C%20z,arzamora%20\(Sistema%20de%20Informaci%C3%B3n](https://mcontreras.gob.mx/lineamientos-buenas-practicas-productivas-semillas/#:~:text=Algunos%20de%20los%20cultivos%20realizados,jitomate%2C%20z,arzamora%20(Sistema%20de%20Informaci%C3%B3n) Consultado el 15 de julio del 2024.

Herrera, A. 2023. Milpa Alta, el territorio campesino de CDMX que resiste en solidaridad y comercio justo. Recuperado de: <https://gatoencerrado.news/2023/02/01/milpa-alta-el-territorio-campesino-de-cdmx-que-resiste-en-solidaridad-y-comercio-justo/> Consultado el 9 de julio del 2024.

IBERO. 2023. Conservar los pulmones de la CDMX, el desafío en zonas boscosas de zona sur. Universidad IBERO de Ciudad de México. Recuperado de: <https://ibero.mx/prensa/conservar-los-pulmones-de-la-cdmx-el-desafio-en-zonas-boscosas-de-zona-sur#:~:text=La%20extracci%C3%B3n%20y%20explotaci%C3%B3n%20ilegal,la%20salud%20planetaria%20en%20general>. Consultado el 6 de julio del 2024.

INEGI. 2023. Distribución territorial CDMX. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <https://inegi.org.mx/> Consultado el 12 de junio de 2024.

INEGI. 2023. RESULTADOS DEFINITIVOS DEL CENSO AGROPECUARIO 2022, CIUDAD DE MÉXICO. Recuperado

de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_De_f2022_CDMX.pdf Consultado el 10 de julio del 2024.

INEGI. 2023. Resultados del Censo Agropecuario 2022 para la Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: <https://ipdp.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/65c/a3d/b98/65ca3db9803a6888795924.pdf> Consultado el 17 de julio del 2024.

INIFAP. 2023. Plantaciones de Árboles de Navidad, aprovechamiento constante. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Recuperado de: <https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/plantaciones-de-arboles-de-navidad-aprovechamiento-constante> Consultado el 24 de noviembre del 2023.

INFOAGRO. 2024. NPK: Dosis recomendadas según necesidades hídricas y disponibilidad de suelos. Infoagro, Systems, S.L. Recuperado de: https://infoagro.com/documentos/npk_dosis_recomendadas_segun_necesidades_hidricas_y_disponibilidad_suelos.asp Consultado el 25 de noviembre del 2024.

INFOBAE. 2022. Por qué aumentaron de forma exponencial los huertos urbanos en Iztapalapa. Recuperado de: <https://www.infobae.com/america/mexico/2022/09/06/por-que-aumentaron-de-forma-exponencial-los-huertos-urbanos-en-iztapalapa/#:~:text=%E2%80%9CIztapalapa%20empieza%20hoy%20con%20la,entre%20otros%20alimentos%E2%80%9D%2C%20resalt%C3%B3>. Consultado el 16 de julio del 2024.

Mancera E. A., Muller G. T. y Miranda N. P. 2016. Suelo de Conservación. Dirección de Comunicación e Información de la Secretaría del Medio Ambiente. Recuperado de: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Libro_Suelo_de_Conservacion.pdf Consultado 10 de junio de 2024.

Martínez Vega, A. 2018. Guía para la Elaboración e Interpretación de la Matriz de Leopold. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/slideshow/306861361-guiaparalaelaboracioneinterpretaciondelamatrizdeleopold/92507304> Consultado el 26 de noviembre del 2024.

Muñoz P., Antón A. y Montero J.I. 2020. Tendencias en la construcción de invernaderos: normas CEN y UNE. Sistemas de Control Ambiental y posibilidades de mecanización de operaciones de cultivo y riego. Departament de Tecnologia Hortícola Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Recuperado de: <https://estaticos.qdq.com/swdata/files/897/897785019/hivernacles.pdf> Consultado el 23 de noviembre del 2024.

Olson V. 2020. La Fauna de México. Los Bosques Tropicales. Recuperado de: <https://cronicasdefauna.blogspot.com/2020/04/la-fauna-de-mexico-y-iii-los-bosques.html> Consultado el 25 de junio del 2024.

PAOT. 2019. El Suelo de Conservación del Distrito Federal. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México. Recuperado de: <https://paot.org.mx/centro/programas/suelo-corena.pdf> Consultado el 12 de junio de 2024.

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.

Prado J. A. 2019. Plantaciones forestales, más allá de los árboles. Ingenieros Forestales, Chile. Recuperado en: <https://cifag.cl/wp-content/uploads/2019/04/Libro-plantaciones.pdf> Consultado el 7 de julio de 2024.

Representación Agricultura CDMX. 2020. Maíz Grano en la Ciudad de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/maiz-grano-en-la-ciudad-de-mexico?idiom=es> Consultado el 23 de noviembre del 2024.

Rzedowski, J., & Calderón de Rzedowski, G. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta botánica mexicana*, (102), 1-23. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512013000100001&script=sci_arttext Consultado el 22 de julio del 2024.

SAGARPA. 2017. Avena Forrajera Mexicana. Planeación Agrícola Nacional. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256424/B_sico-Avena.pdf Consultado el 25 de julio del 2024.

SAGARPA. 2023. Sistemas Agroforestales. Secretaría 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.

Sánchez Ortega, I. 2014. Maíz (*Zea mays*). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2): 151-171, 2014. ISS: 1989-3620. Recuperado de: <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content> Consultado el 30 de julio del 2024.

SEDEMA. 2016. Suelo de Conservación. Secretaría 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-medio-ambiente#:~: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. Secretaría 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.

SEMARNAT. 2014. Capítulo 3. Resultados 3.1. Caracterización de las zonas forestales. Inventario Estatal Forestal y de Suelos. Distrito Federal 2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. Pag 61. Primera edición 2015. ISBN. 978-607-8383-00-9. Consultado el 14 de junio del 2024.

SEMARNAT. 2020. La riqueza del nopal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-riqueza-del-nopal?idiom=es> Consultado el 22 de noviembre del 2024.

SIAP. 2024. Anuario Estadístico de la Producción agrícola, 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consultado el 23 de julio del 2024.

Sharry, S. E., Stevani, R. A., & Galarco, S. P. 2022. Sistemas agroforestales en Argentina. *Libros de Cátedra*. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/132087/Documento_completo.pdf?sequence=1 Consultado el 15 de junio del 2024.

SNIM. 2024. Resumen mensual de precios al mayoreo de granos básicos, pesos (\$) por kilogramo comercializado en bulto de 50 kg. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Recuperado de: <http://www.economia-snim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agricolas/ConsultaGranos.aspx?SubOpcion=6|0> Consultado el 25 de noviembre del 2024.

SNMF. 2022. Deforestación. Sistema Nacional de Monitoreo Forestal. Recuperado de: <https://snmf.cnf.gob.mx/deforestacion/> consultado el 6 de julio 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.

Verd, J. 2000. RECURSOS PARA LAS CTMA: LA MATRIZ DE LEOPOLD, UN INSTRUMENTO PARA ANALIZAR NOTICIAS DE PRENSA DE TEMATICA AMBIENTAL. Recuperado de: 88684-Text de l'article-133040-1-10-20080703 (2).pdf Consultado el 22 de noviembre del 2024.

11. Anexo 1



Figura 22. Asistentes al curso-taller, “Usos del Pino como Alternativa de Desarrollo Económico de los Núcleos Agrarios de la CDMX, en la Promotoría de Desarrollo Forestal en CDMX.



Figura 23. Ponencia de los usos del cono de pino como alternativa de desarrollo económico de los núcleos agrarios de la CDMX, en la Promotoría de Desarrollo Forestal en CDMX.



Figura 24. Participación en la actividad “Chispa Segura: Taller de Aventuras Antincendios Forestales para Pequeños Héroes”, con el juego BYSA, en CONAGUA, CDMX.



Figura 25. Asistentes a la actividad “Chispa Segura: Taller de Aventuras Antincendios Forestales para Pequeños Héroes”, en Comisión Nacional de Agua, CDMX.



Figura 26. Participación de CONAFOR, en la “5ta Jornada de Reforestación, en San Mateo Tlaltenango, Alcaldía Cuajimalpa, CDMX.



Figura 27. Participación de CONAFOR, en la “5ta Jornada de Reforestación, en San Mateo Tlaltenango, Alcaldía Cuajimalpa, CDMX. En el desarrollo del juego “Llamas en el Bosque” con participantes.



Figura 28. Visita al paraje “El cofre”, para aplicación de encuestas sobre sistemas agroforestales, en Ajusco, Alcaldía Tlalpan, CDMX.



Figura 29. Plantación de árboles de navidad, paraje “El cofre”, de la familia García en Ajusco, Alcaldía Tlalpan, CDMX.



Figura 30. Recorrido de reconocimiento, para la solicitud de apoyos a CONAFOR, en Ejido San Jerónimo Miacatlán, Alcaldía Milpa alta, CDMX.



Figura 31. Encuestas realizadas a productores, sobre sistemas agroforestales y plantaciones de árboles de navidad, en el Ejido San Jerónimo Miacatlán, Alcaldía Milpa alta, CDMX.



Figura 32. Visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Esencias, Los volcanes”, en el uso de los recursos de pino (extractos), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.



Figura 33. Visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Cihuame Ixtlauatl”, en el uso de los recursos de pino (acículas o ocochal), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.



Figura 34. Explicación de las etapas de elaboración de esencias, en la visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Esencias, Los volcanes”, en el uso de los recursos de pino (extractos), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.



Figura 35. Lavado del ocochal para la elaboración de artesanías, en la visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Cihuame Ixtlauatl”, en el uso de los recursos de pino (acículas o ocochal), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.



Figura 36. Canasto elaborado con ocochal, mostrado en la visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Cihuame Ixtlauatl”, en el uso de los recursos de pino (acículas o ocochal), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.



Figura 37. Elaboración de llaveros de ocochal, como taller muestra en la visita realizada de CONAFOR, al grupo de mujeres “Cihuame Ixtlauatl”, en el uso de los recursos de pino (acículas o ocochal), como alternativa económica, en San Juan Cuauhtémoc, Puebla.

12. Anexo 2

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 que 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 sequias o heladas? a) Si b) No De existir la presencia ¿en qué temporadas?

Implementación de sistema Agroforestal

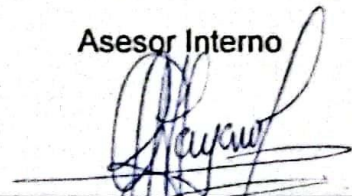
¿Sabes lo que es un sistema agroforestal? a) Si b) No
¿Te interesa saber más sobre este sistema? a) Si b) No
¿Te gustaría implementar un sistema agroforestal en tu área de producción? a) Si b) No ¿Por qué?
¿Qué tipo de cultivos o productos agrícolas se siembran en la localidad?
¿Hay áreas específicas 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
Martin Payan Zelaya

Asesor Externo



Ing. Rodrigo Alcantar Morales

Alumno


Marcos Manuel Miñon Macias