



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICA NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

ITM

TESIS

**Técnicas de Agricultura Sintrópica en Tres Áreas Verdes
Públicas del Fraccionamiento Las Américas, Mérida, Desde la
Perspectiva de la Sustentabilidad**

Para Optar al Grado de:

Maestro en Planificación de
Empresas y Desarrollo Regional

Presenta:

Ing. Jesús Enrique Escobedo Vázquez

Asesor:

Dr. Gustavo Adolfo Monforte Méndez.

Mérida, Yucatán, México

13 de diciembre de 2024



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Instituto Tecnológico de Mérida
Departamento de Posgrado e Investigación

DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.
No. DE OFICIO: X-285/24
Mérida, Yucatán, **24/octubre/2024**

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**C. JESÚS ENRIQUE ESCOBEDO VARGUEZ
PASANTE DE LA MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN
DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL
PRESENTE.**

De acuerdo con el fallo emitido por su director **Gustavo Adolfo Monforte Méndez**, y la comisión revisora integrada por Mayanin Asunción Sosa Alcaraz, Raúl Alberto Santos Valencia y Fabian Rusell Ceballos Hernández, considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la TESIS:

"TÉCNICAS DE AGRICULTURA SINTRÓPICA EN TRES ÁREAS VERDES PÚBLICAS DEL FRACCIONAMIENTO LAS AMÉRICAS, MÉRIDA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD."

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®



**DR. GABRIEL LIZAMA UC
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

C.C.p. Archivo
GLU/AMPC/zac



DEDICATORIA

Esta tesis de maestría se la brindo a Dios quién supo guiarme por el buen camino, proveer fuerzas para continuar y no desfallecer en los problemas que se ostentaban, enseñándome y guiándome ante las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia, mi novia Silvia por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Igual mis padres por la formación y todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi fuerza para conseguir mis objetivos. Por brindarme su apoyo en todo el camino de la maestría, mi hijo Rashid es el motor de mi vida, siempre está presente en mi corazón. A ustedes por siempre mi agradecimiento.

Gracias asimismo a mis afectuosos compañeros, que me dejaron entrar en su vida durante estos 24 meses.

Gracias por que han estado conmigo a lo largo de este camino tan hermoso que no termina aquí, pero que hoy por hoy he alcanzado concretar uno de mis más grandes metas en la vida.

"Sin sintropia nos quedamos sin trópico."

AGRADECIMIENTOS

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme todo su apoyo.

Al Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán, por permitirme realizar mis estudios y formación profesional.

Al DR. Gustavo Monforte le doy gracias por haberme apoyado y haberme brindado la disposición de compartir sus conocimientos, la dedicación de tiempo y más que nada haber brindado la confianza y oportunidad para desarrollar mi investigación.

Al Dr. Francisco Sarmiento y Dr. Valencia por todo el apoyo y facilidades para aclarar cualquier duda, por darme la oportunidad de trabajar y aprender muchas cosas nuevas.

A todos los profesores por brindarme todos sus conocimientos durante la maestría.

A todos mis amigos y compañeros que ya son parte importante en mi vida, que confían y creen en mí, y que hicieron del tecnológico una etapa de mi vida de grandes vivencias y bonitos recuerdos. En especial David que fue un gran amigo y Saul, Yuli, Mary.

RESUMEN

Los cambios suscitados en el mundo plantean un nuevo desafío para la producción de alimentos, y consumo de agroquímicos y otros; los estudiantes que son considerados como receptores del saber, ahora requieren ser constructores de su propio conocimiento, en este planteamiento se dan a conocer técnicas sintropicas para la producción de alimentos, que impacten a favor en la salud humana, costos más bajos y sin olvidar la fuerza de hermandad entre ser humano y naturaleza.

El objetivo de esta investigación fue Contribuir al incremento de la sustentabilidad socioambiental en tres áreas verdes del fraccionamiento las américas, Mérida, Yucatán a través de la difusión de prácticas de agricultura Sintrópica. Razón para aplicar el estudio con mayor profundidad y que se describe en este proyecto de investigación que nos permite dar a conocer técnicas amigables de producción sin dañar el medio que nos rodea, el campo de estudios es en tres áreas verdes del fraccionamiento las Américas, Mérida de igual manera saber de manera directa cuáles son las principales inquietudes o problemáticas que hoy por hoy impactan los sectores económicos, sociales y ambientales a nivel local, regional y mundial.

Se utilizaron 19 ejemplares de encuestas para la obtención de información sobre la importancia de conocer nuevas sintrotecnias. Se aplicaron técnicas amigables con el medio ambiente con la colaboración de vecinos y voluntariado de alumnos de la carrera en ingeniería industrial de cuarto semestres de la universidad mesoamericana de san Agustín, Los resultados obtenidos se encuentran impresos en el apartado de resultados más adelante en este documento.

Palabras claves: sintrotecnias, Agricultura sintropica, sustentabilidad

ABSTRACT

The changes that have taken place in the world pose a new challenge for food production, services, dependence on agrochemicals and others; Students who were previously considered as receivers of knowledge, now need to be builders of their own knowledge with syntropic techniques for the production of healthier food that does not impact their health and at lower costs, without forgetting the strength of brotherhood between human beings and nature.

The objective of this research was to contribute to the increase of socio-environmental sustainability in three green areas of the Las Américas, Mérida, Yucatán subdivision through the dissemination of syntropic agriculture practices. For this reason, the most in-depth study written in this research project was carried out, which allows us to publicize friendly production techniques without harming the environment that surrounds us in three green areas of the Las Rurales subdivision. Americas, Merida In the same way, to know what are the main concerns that today impact the economic, social and environmental actors.

Nineteen survey copies were used to obtain information on the importance of learning about new syntrotechnics. Environmentally friendly techniques were applied with the collaboration of neighbors and volunteer students of the four-semester industrial engineering career of the Mesoamerican University of San Agustín. The results obtained are printed in the results section later in this document.

Keywords: syntechnics, syntropic agriculture, sustainabil

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Planteamiento del Problema de Investigación.....	17
1.3 Pregunta General y objetivo general y específicos.....	18
-Pregunta Específica.....	18
-Objetivos general y específicos.....	19
Objetivos específicos y actividades.....	19
1.4 Justificación	22
1.5 Contenido de los Capítulos Siguietes.....	23
Capítulo 2. Marco Teórico	23
2.1 Relación Ser Humano – Naturaleza	23
2.2 Perjuicios Antrópicos al Medio Ambiente	26
2.3 Disminución de la Diversidad Biológica.....	31
2.4 EL Desarrollo Sustentable.....	36
2.4 Prácticas y Técnicas de Agricultura Sintrópica	48
2.4.4 Concentrar Energía y Generar Biomasa de Forma Eficiente.....	58
2.5 Desarrollo Urbano.....	60
2.5.4 Ordenamiento Territorial y Aspectos Socioambientales enEspacios Verdes Públicos. 61	
2.5.5 Desarrollo Urbano sustentable	62

Capítulo 3. Marco Contextual	65
3.1 Agricultura regenerativa en el mundo.....	65
3.2 Aplicación de Técnicas de Agricultura Regenerativa en Yucatán	71
3.3 Técnicas de Agricultura Regenerativa en el Municipio de Mérida.....	74
3.4 Normas planes y programas relacionados	77
Capítulo 4. Metodología.....	83
4.1. Revisión e Integración de Opciones Metodológicas	84
4.2. Tipo de investigación	86
4.3 Diseño de Investigación	90
4.4. Unidad de Análisis Población y Muestra	91
4.5 Definición conceptual y operacional de las variables e indicadores	95
4.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Investigación.....	97
4.7 Procedimientos de Análisis de la Información	98
Capítulo 5. Análisis Y Discusión de Resultados.....	98
5.1 Vinculo de Actores clave	98
5.2 Análisis y Características de los Espacios Verdes públicos de Estudio.....	101
5.3 Seguimiento del plan de intervención y Aplicación de Sintrotecnias	111
en los Tres Espacios Verdes Públicos.....	111
5.4 Evaluación de resultados.....	117
5.5 Discusión de resultados.....	122
Capítulo 6. Conclusiones Y Recomendaciones.....	126
6.1 recomendaciones	128
REFERENCIAS.....	129

INDICE FIGURAS

Figura 2.1.....	40
Dimensiones del desarrollo sustentable.....	40
Figura 4.1	83
Espacios verdes público, se aplicará el proyecto de Agricultura Sintrópica.....	83
Figura 4.2	94
Área de estudio general, fraccionamiento las Américas	94
Figura 5.1	102
Área de estudio y sus espacios que lo conforman:	102
Figura 5.2	103
Mapeo geomorfológico área de estudio: huerto comunitario urbano código (AV112x47C).....	103
Figura 5.3	105
Área de estudio y sus áreas que lo conforman:	105
Figura 5.4	106
Perfil del suelo, pertenecientes al área de estudio uno y dos: huerto Ancestral de la madre tierra,Mérida, Yucatán.	106
Figura 5.5	107
Mapeo geomorfológico área código AV112x55B	107
Figura 5.6	108
Mapeo geomorfológico área de estudio: parque de las luces código AV100_1	108
Tabla 5.1	110
Inventario de árboles presentes de las áreas verdes de estudio	110
Figura 5.7	111
Actividades del plan de intervención	111
Figura 5.8	112
Observación y análisis de escases de materia orgánica en el perfil del suelo	112

Figura 5.9	113
Actividad poda de árboles seleccionados	113
Figura 5.10	114
Fragmentación de las diferentes partes de la planta	114
Figura 5.11	115
Recubrimiento de suelos con el reciclado de la fragmentación de biomasa	115
Figura 5.12	116
Suelo cubierto con una capa de espesor promedio de 20 cm arriba del horizonte 0.	116
Figura 5.13	119
Distribución de sexo de los encuetados.....	119
Figura 5.14	119
Importancia de conocer nuevas técnicas de producción agrícola.....	119
Figura 5.15	120
Porcentaje de encuestados que conocen técnicas de agricultura sintropica	120
Figura 5.16	121
Principales problemáticas del medio ambiente	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	95
Definición conceptual y operacional de variables e indicadores	95
Tabla 5.2	111
Actividades del plan de intervención del fraccionamiento las Américas	111
Tabla 5.3	124
Recursos requeridos y presupuestación.....	124
Tabla 5.4	125
Cronograma de actividades	125

Capítulo 1. Introducción

1.1 Antecedentes

Los espacios verdes públicos cumplen funciones clave en el bienestar y la calidad de vida en áreas urbanas. Desde una perspectiva ambiental, estos espacios son componentes cruciales para la sostenibilidad, mientras que, desde un enfoque social, influyen de manera directa en el entorno urbano (Nutto, 2004).

Según Spathelf y Nutto (2004), la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas recomienda que las ciudades tengan al menos 12 metros cuadrados de áreas verdes por habitante. Además, se espera que cada ciudad tenga al menos el 20% de árboles en su área. Tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, la situación de las áreas verdes urbanas es muy diferente.

En México, la conservación e implementación de técnicas que contribuyan para mejorar las áreas verdes en espacios urbanos constituyen una pieza clave en el impacto del medio ambiente nacional, estatal y municipal como mínimo por tres factores: el impacto en la generación de nuevas alternativas para contrarrestar la contaminación atmosférica en las ciudades, en la contribución de la preservación cultural de flora y fauna endémica, aumento del cambio climático, erosión del suelo y disminución en ecosistemas naturales forestales (Grupo Aduar, 2000).

El entorno urbano está compuesto por elementos fundamentales o categorías del entorno urbano. En primer lugar, se relaciona con las bases naturales del lugar de residencia o emplazamiento y, en segundo lugar, con las bases naturales y técnicas del lugar, situación o ubicación. Se refiere al lugar en el que se ubica la ciudad, dando lugar a las condiciones físico-naturales de su posición, mientras la situación o posición se refiere a la relación que la ciudad establece con su entorno, es decir, con otros núcleos de población, vías de comunicación y espacios económicos, que pueden influir

en su desarrollo e irradiación (Grupo Aduar, 2000).

Como resultado, existe una simbiosis entre sitio y situación en un ecosistema urbano. Esto significa que, además de las condiciones físicas o bases naturales específicas de un sitio o emplazamiento, un ecosistema urbano puede contener relaciones con su entorno inmediato, que generalmente son de naturaleza técnica o socioeconómica. Como resultado, se pueden distinguir varias combinaciones de ecosistemas urbanos según su ubicación en asentamientos portuarios, valles, conos, terrazas o ensenadas, o su ubicación en vías naturales, en contacto con diferentes regiones geoeconómicas, o en encrucijadas o nodos de vías de comunicación, naturales o artificiales (Chaves, 1992).

No obstante, estudios como los de Ahrend, Farchy, Kaplanis y Lembcke (2017), Angel y Blei (2016), y West (2017) indican que la productividad en las ciudades se incrementa entre un 3 y 15% al duplicarse su tamaño. Este fenómeno es uno de los incentivos más significativos para la expansión urbana y evidencia que el crecimiento de las ciudades está estrechamente vinculado con el modelo económico expansionista actual, en contraste con el enfoque de decrecimiento económico.

A pesar de la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en 2016 (DOF, 2021), las ciudades mexicanas han crecido bajo un modelo 4D (distantes, dispersas, desconectadas y desordenadas), sin una adecuada planificación ni ordenamiento territorial que promueva un crecimiento armónico y sustentable tanto dentro de las ciudades como en su relación con otras, obstaculizando así un desarrollo regional equilibrado.

Las investigaciones en ecología social, desde sus inicios en la década de los 60 hasta principios de los 70, se ha centrado en las interacciones que se producen entre las personas y su entorno en contextos sociales, institucionales y culturales (Stokols, 1996). Esta perspectiva ecológica social busca comprender cómo los individuos interactúan con sus entornos físicos y socioculturales (Catalano, 1979).

Los fenómenos pueden estudiarse como unidades holísticas que incluyen personas, procesos, ambiente físico, cualidades temporales, una orientación contextual es necesaria para explicar cómo el entorno sociofísico afecta a las personas. (Moos, 1976). No cabe duda, si se adhiere el impacto adverso que las actividades humanas están ejerciendo sobre el entorno natural (Burdett y Sudjic, 2007).

Se considera que los entornos pueden ser, por un lado, estresantes, restrictivos, limitantes o inhibidores de fuerzas, y por otro lado, promotores de capacidades humanas y de fuerzas activas y positivas que pueden favorecer el crecimiento personal y social. La perspectiva ecológica social describe los entornos como espacios con características multidimensionales, abarcando aspectos físicos, sociales y culturales, cuyas influencias pueden impactar en distintas áreas de la salud humana (Stokols, 1996).

Se presenta el caso de la región que rodea a la Ciudad de México. En particular, la Ciudad de México, con una población de 8,700,000 habitantes, cuenta con una superficie de áreas verdes promedio de 5.3 m² por persona (Rivas, 2005). En la actualidad, ha cobrado relevancia el impacto del entorno físico en la salud y el bienestar humano. Por ello, hay un creciente interés en investigar los aspectos de los entornos físicos y sociales que favorecen la salud, utilizando la perspectiva ecológica social para promover la preservación de hábitos saludables (Stokols, et al., 1996).

Las abejas nativas en México, y particularmente en la Península de Yucatán, poseen un abundante inventario de especies, que fueron perfectamente identificadas por los pobladores mesoamericanos y han representado, como se ha mencionado anteriormente, un valioso recurso aprovechable.

La agroforestería se utiliza desde una perspectiva sintrópica como una forma

de agricultura regenerativa impulsada por el poder de la sucesión natural, que supera lo orgánico y produce en abundancia. (Gietzen, 2016). Este tipo de agricultura se clasificaría como Sistema Agroforestal Simultáneo, que se basa en tecnologías de procesos y no en insumos.

Se expone una serie de principios desarrollados por el investigador suizo Ernst Götsch (2015), quien ha trabajado en la teoría y práctica de estos conceptos en diversas regiones del mundo, con un enfoque particular en la Fazenda Olhos D'Água, ubicada en Piraí do Norte, en el sur de Bahía, Brasil, desde 1984 (Figura 2). Tras treinta años de dedicarse a este tipo de agricultura, Götsch logró transformar un paisaje de 480 hectáreas de pastizales, previamente devastado por la tala indiscriminada y el sobrepastoreo, cuyo antiguo propietario operaba un aserradero y criaba ganado mayor, en una selva altamente productiva y diversa, donde reaparecieron 17 arroyos que habían estado secos durante años.

En aproximadamente 7 hectáreas, se lleva a cabo una producción diversificada con un enfoque principal en el cultivo de cacao, mientras que las restantes 480 hectáreas están reforestadas y dedicadas a una Reserva Especial de Patrimonio Natural. El cacao producido en esta área, reconocido por sus excepcionales propiedades organolépticas, se comercializa tanto en el mercado interno como en el externo, donde se posiciona entre los mejores. En la Fazenda Olhos D'Água, la producción de cacao no se vio afectada por la enfermedad de la escoba de bruja, que afectó a la región en esos años, evitando así pérdidas económicas (Götsch, 2015).

De acuerdo al investigador suizo Götsch (2015), los Sistemas Agroforestales Sintrópicos se destacan por su capacidad para maximizar la productividad del territorio (unidad predial) mediante una producción diversificada. En estos sistemas, los árboles desempeñan un papel fundamental al proporcionar productos como maderas de distintas calidades. Inicialmente, se cosechan especies de rápido crecimiento, seguidas por aquellas de crecimiento más lento, como muchas de las maderas nativas de los diversos biomas del país.

En función del diseño y de los objetivos perseguidos, también ofrece leña, frutas, medicina, forraje, miel, entre otros. Estos sistemas estratifican el componente vegetal para aprovechar mejor la luz y utilizan el recurso hídrico creando microclimas que reducen las temperaturas extremas y las velocidades del viento, reduciendo la evapotranspiración. Además, protegen el suelo de la erosión por viento y agua. Por otro lado, la diversidad de producciones reduce significativamente los riesgos económicos que enfrentan las y los productores (Milz, 1997) Existen también casos en los cuales se produce la producción de animales en las áreas agroforestales, así como el cultivo de granos.

De igual manera, las prácticas de manejo inadecuadas tienen un impacto negativo en la salud de los terrenos, ya que comprometen su capacidad para funcionar y alteran sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Luján Soto et al., 2021). La degradación ecológica de la tierra se produce como resultado de la combinación y pérdida de las propiedades del perfil del suelo, lo que provoca la interrupción de las funciones y servicios fundamentales de los ecosistemas, lo que resulta en una disminución de la productividad del agroecosistema (Lal, 2015).

La producción agrícola atraviesa una crisis en la que los suelos están bajo presión constante debido a la intensificación de su uso, lo que resulta en degradación, desertificación, salinización, compactación y pérdida de materia orgánica, llevando a la disminución de la capa superior del suelo cultivable (Edici & Kossmann, 2019). El principal problema de los enfoques agrícolas tradicionales radica en su falta de consideración hacia las diversas interacciones humanas con el entorno, así como las necesidades y potencialidades locales.

El sistema alimentario industrial capitalista se basa en prácticas agrícolas convencionales que ejercen un impacto significativo en los agroecosistemas. Estas prácticas suelen implicar la incorporación de insumos externos al sistema, como en el

caso de los monocultivos, donde se cultivan grandes extensiones de una única especie siguiendo patrones de manejo uniformes y con poca diversidad genética. La productividad en estos sistemas depende en gran medida del uso de maquinaria pesada y fertilizantes químicos (LaCanne & Lundgren, 2018; Vrska, 2019).

La industria alimentaria deja una huella aún mayor: se deforestan áreas para producir forrajes destinados a la alimentación animal, y se generan residuos a lo largo de la cadena alimentaria debido al exceso de empaques, procesamiento, refrigeración y transporte de alimentos a grandes distancias. Además, hay un considerable desperdicio y pérdida de alimentos que podrían destinarse al consumo humano, mientras millones de personas continúan sin acceso a una alimentación adecuada (Grain, 2011). Se abordan todos los aspectos de la agricultura, desde la producción hasta la distribución y el consumo de alimentos, así como las estrategias para satisfacer las necesidades de una población en constante crecimiento.

Según la FAO (2015), se proyecta que la demanda de suelo aumentará en un 60% para el año 2050 debido al crecimiento poblacional. Las estimaciones más optimistas indican que la población mundial podría alcanzar los 9.800 millones para 2060 (Vollset et al., 2020). La mayoría de los ecosistemas en el país están sufriendo un deterioro considerable debido al uso excesivo y la explotación de los recursos naturales por una población en expansión.

El crecimiento de la población demandará la adopción de estrategias agroalimentarias alternativas que sean beneficiosas tanto para las comunidades como para el medio ambiente. En consecuencia, el principal desafío para la humanidad es asegurar una producción alimentaria suficiente, garantizar el acceso a estos alimentos y desarrollar un modelo agrícola que sea ecológicamente sostenible, socialmente inclusivo, económicamente viable y culturalmente adaptado a su contexto FAO (2015). Este modelo debe fortalecer la capacidad de autosostento y promover el acceso a la tierra, agua, semillas, biodiversidad y recursos productivos dentro de un enfoque de integral.

Finalmente, el término "sintropía" sería un antónimo de entropía. Considerando ciertos principios fundamentales que operan en la naturaleza, el sistema, en lugar de resistir el caos, simplificar y liberar energía, tiende a complejizarse y ordenarse, absorbiendo energía proveniente del sol en el proceso Götsch (2015). Debemos darnos cuenta de la importancia que tiene la naturaleza y el daño que le causamos al contaminarla y eliminar la flora y fauna endémica. Debemos darnos cuenta de que la naturaleza es hermosa y que nosotros somos parte de ella. También se identifica como nuestro medio ambiente y está constituida por seres vivos y por seres inertes.

Debido a esto, nuestro proyecto se caracteriza: Que lo más importante es que entendamos los docentes, investigadores, gobernantes y la comunidad; que los seres vivos, nos necesitamos, unos a otros para subsistir, pero si contaminamos el medio, degradamos los suelos, deforestamos plantas endémicas rompemos el equilibrio ecológico del cuál dependemos. Afectaría a todos los seres vivos, para poder evitarla requiere de la colaboración de todos los que vivimos en el entorno, en este caso contribuir y fomentar prácticas de agricultura sintrópica en las tres áreas verdes públicas del fraccionamiento las Américas Mérida Yucatán; les brindará la oportunidad de respetar, amar, concientizar, valorar la biodiversidad, conocer el ecosistema, preservar la naturaleza y establecer una conexión entre factores bióticos y abióticos.

1.2 Planteamiento del Problema de Investigación

En el fraccionamiento Las Américas, ubicado en la zona conurbada de Mérida, Yucatán, se ha implementado un proyecto de huertos urbanos comunitarios en las áreas verdes. Sin embargo, es importante destacar que aún no se ha evaluado la viabilidad ni sistematizado el uso de técnicas de Agricultura Sintrópica en una zona urbana del país, y menos en Mérida. Integrar estas prácticas en el ciclo productivo de las áreas verdes del fraccionamiento podría ser altamente beneficioso, al contribuir a la relación entre sociedad urbana, economía y naturaleza, y fomentar el desarrollo mediante técnicas sostenibles.

Este enfoque también responde a desafíos clave, como la planificación urbana, la pérdida de biodiversidad en áreas periurbanas debido al crecimiento urbano, el aumento de la temperatura y las emisiones de gases de efecto invernadero, como monóxido y dióxido de carbono, que impactan tanto la salud humana como el ecosistema, entre otros problemas antropogénicos.

1.3 Pregunta General y objetivo general y específicos

¿Hasta qué medida la implementación y difusión de prácticas de agricultura Sintrópica pueden contribuir al aumento de la sustentabilidad socioambiental en las áreas verdes públicas del fraccionamiento Las Américas, en Mérida?

-Pregunta Específica

1. ¿Cómo se caracterizan las áreas verdes en términos del tipo y condiciones del suelo, diversidad de micro y macro organismos presentes, diversidad de plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas, nativas y exóticas, infraestructura existente, conocimientos, actitudes y experiencias de los vecinos involucrados?
2. ¿Qué acciones para la aplicación de prácticas y técnicas de agricultura sintrópica pueden plantearse en conjunto con los vecinos participantes, y cuáles de ellas pueden integrarlas en un plan de intervención a corto plazo?
3. ¿Qué medios y recursos pueden emplearse para contribuir a la implementación de las acciones del plan de intervención y qué obstáculos se presentan y de qué manera pueden ser superados?
4. ¿Cuál es el alcance de los resultados en términos del aumento de la fertilidad de del perfil del suelo y la satisfacción de los actores participantes que se derivan a partir de las acciones implementadas?

-Objetivos general y específicos

Objetivo general

Contribuir al incremento de la sustentabilidad socioambiental en tres áreas verdes del fraccionamiento las américas, Mérida, Yucatán a través de la difusión de prácticas de agricultura Sintrópica.

-Objetivos específicos y actividades

1. Caracterizar las áreas verdes en términos de tipo y condiciones del suelo, diversidad de micro y macro organismos presentes, diversidad de plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas, nativas y exóticas, infraestructura existente, conocimientos, actitudes y experiencias de los vecinos involucrados.

- a. Toma de muestras y análisis del suelo en laboratorio
- b. Mapeo y medición de individuos presentes por especie
- c. Georreferenciación de árboles de mayor porte
- d. Realización de entrevistas con los vecinos participantes
- e. Consulta a expertos para clasificación de especies

2. En conjunto con los vecinos participantes, plantear acciones para la aplicación de prácticas y técnicas de agricultura Sintrópica e integrarlas en un plan de intervención.

- a. Organización de sesiones para dar a conocer la idea y enriquecer la generación de ideas para contribuir en las estrategias, para analizar y enfrentar las causas raíz de los factores que intervienen en el ciclo productivo.
- b. Definición y plasmar la selección de las ideas generadas con base a los criterios definidos para realizar acciones integrales de intervención.
- c. Elaboración de tablas, gráficas y diagramas a partir de la información recolectada.
- d. Elaborar un diagrama causa -efecto
- e. Generar y sistematizar un plan de acción con las ideas generadas

3. Facilitar y dar seguimiento a la implementación de las acciones contempladas en el plan de intervención, registrar y analizar los obstáculos que se presenten.

- a. Programación detallada de las actividades y funciones para la implementación
- b. Realización de sesiones respecto a las prácticas derivados de las soluciones por implantar.
- c. Registro del avance de las acciones implementadas
- d. Registro de los resultados obtenidos por cada acción implementada.

4. Evaluar los resultados del conjunto de acciones implementadas del plan de intervención en función de la satisfacción de los vecinos, la producción de alimentos y plantas medicinales obtenidos y los cambios químicos y biológicos en las condiciones del suelo.

- a. Elaboración de gráficas comparativas entre la situación final, la situación planeada y la situación inicial en cada ámbito de desempeño.
- b. Presentación de la información de los resultados obtenidos a las integrantes de la cooperativa para corroboración y retroalimentación.
- c. Realización de análisis de los resultados complementarios o indirectos de las acciones implementadas.
- d. Realización de entrevistas a dirigentes e integrantes de la cooperativa para evaluar el grado de satisfacción con los resultados obtenidos.
- e. Realización de análisis de la relevancia de las acciones del plan de intervención que no pudieron ser implementadas.

5. Formular una propuesta de política pública municipal para el aprovechamiento sostenible de las áreas verdes públicas basado en las prácticas de la agricultura Sintrópica.

- a. Contribución y fomento del desarrollo integral, regional y sectorial en la entidad para condiciones de beneficio entre medioambiente y sociedad.
- b. Capacitación técnica a hombres y mujeres para el establecimiento de nuevas ideas y prácticas para el desarrollo de parques y áreas verdes en zonas conurbadas.
- c. Sistematizaciones nuevas del ciclo biológico en un ecosistema urbano.

Con lo anterior se impulsará el desarrollo económico, social, político y ambiental de hombres y mujeres para beneficio integral.

1.4 Justificación

El ecosistema urbano modifica el hábitat natural para satisfacer las necesidades técnicas, económicas y culturales del entorno. Esta transformación ha alterado el entorno natural, afectando negativamente a muchas especies mientras beneficia a algunas pocas (Gómez, 2005; Grajales, 2009). Las zonas verdes cumplen roles ornamentales, recreativos y paisajísticos; actúan como soporte para la biodiversidad urbana, albergando flora y fauna y facilitando su acceso desde otros espacios verdes circundantes (Gómez, 2005; Ministerio del Ambiente, 2011).

Este estudio se justifica en la posibilidad de ofrecer directrices y facilitar estrategias para el manejo y conservación de áreas verdes a través de técnicas de agricultura sintrópica. Estas prácticas pueden ser incorporadas en los ciclos biológicos y reproductivos de los espacios urbanos. Para lograrlo, es imprescindible establecer bases técnicas que permitan diseñar e implementar un plan de acción que integre el paisaje urbano.

Los resultados obtenidos deben contribuir a involucrar a la sociedad en la creación de un fraccionamiento urbano sostenible, optimizando los recursos para reducir la presión sobre los entornos naturales circundantes. Fomentar y promover una comunidad con identidad y sentido de pertenencia, que amplíe su concepto de hogar al reconocer los aportes naturales de las áreas verdes, como su integridad, estabilidad, belleza, biodiversidad, biomasa y capacidad de regeneración. Asimismo, se deben valorar los beneficios sociales que estas áreas brindan, como espacios de recreación, relajación y convivencia. La conservación y expansión de las áreas verdes son fundamentales para mantener la vida y mejorar la calidad de vida de los residentes del fraccionamiento Las Américas.

Se espera que los resultados de esta investigación contribuyan significativamente en la sistematización y datos nuevos en los ámbitos social, ambiental, económico y sustentable, mediante la integración saludable de técnicas de agricultura sintrópica en las áreas verdes seleccionadas del fraccionamiento Las Américas, Yucatán.

1.5 Contenido de los Capítulos Siguientes

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Relación Ser Humano – Naturaleza

Para abordar el tema, me remito al libro *La memoria biocultural* (Toledo y Barrera-Bassols, 2008), en el cual se introdujo el concepto de diversidad o legado biocultural, fundamentado en tres criterios: biodiversidad (variedad de flora y fauna), etnodiversidad (normalmente medida por el número de lenguas) y agrodiversidad (zonas de domesticación y diversificación de plantas y animales domesticados). Esta clasificación permite identificar regiones del mundo con riquezas bioculturales excepcionales. En el caso de México, este análisis detallado fue llevado a cabo por E. Boege (2008).

La comprensión de la naturaleza es esencial para entender la base de estos dos ejes éticos. Según Foladori, la naturaleza se define como el conjunto de elementos que existen de manera espontánea y sin intervención humana. En esta visión, lo natural se caracteriza por su existencia independiente de la acción humana, mientras que lo artificial se define como lo creado por la intervención humana. Esta definición de los términos natural y artificial es ampliamente aceptada (Foladori, 2000).

Sin embargo, este enfoque tiende a inclinarse hacia la perspectiva en la que dichos valores se consideran en parte una construcción humana. Aunque el biocentrismo es un sistema de valores antropogénicos creado por individuos, no debe confundirse con el antropocentrismo (McGowen, 1999). Desde esta perspectiva, los valores naturales deben ser considerados externos al ser humano, sin haber sido creados para él ni para sus propios fines, y carecen de valor instrumental. Por lo tanto, el biocentrismo no debe confundirse con el antropocentrismo. Ejemplos de biocentrismo incluyen la Ecología Profunda y la filosofía verde.

Como consecuencia, la conceptualización de la naturaleza se enfoca en el equilibrio, la armonía y la evolución sostenible. En contraste, la sociedad, particularmente aquella afectada por la industrialización y el crecimiento ilimitado, se caracteriza por la insostenibilidad y mantiene una relación conflictiva entre los intereses económicos y el ecosistema global (Foladori, 2000).

Por ende, el antropocentrismo coloca los intereses humanos en el centro de su perspectiva. En esta visión, la dominación de la naturaleza es primordial, y se considera que la naturaleza carece de valores intrínsecos propios, siendo únicamente los valores humanos los que se reconocen. En consecuencia, el antropocentrismo se basa en la ciencia y la tecnología para justificar, intervenir y mitigar su influencia y control sobre la naturaleza (Foladori, 2000).

La naturaleza, cuando se considera como una esfera autónoma respecto a la sociedad humana, donde el ser humano ejerce dominación y confía en el progreso tecnológico, da lugar a posturas tecnocentristas. En esta perspectiva, el comportamiento hacia el entorno está guiado por las necesidades e intereses humanos, por lo que también se clasifica como antropocéntrica (Foladori, 2000).

En la península de Yucatán se observa un fenómeno similar, con la presencia de entre 2,200 y 2,400 especies de plantas vasculares, de las cuales aproximadamente el 80% cuenta con un nombre y uso asignado (Barrera-Bassols y Toledo, 2005). Esto es comprensible considerando que los mayas han habitado la región durante tres mil años. En promedio, cada comunidad maya yucateca utiliza entre 300 y 500 especies de plantas y animales (Toledo et al., 2008).

Entonces, ¿es posible separar la cultura local de su entorno natural? En estas áreas, la naturaleza ha sido influenciada, conceptualizada y apropiada por las actividades y pensamientos humanos. Los estudios etnoecológicos están recuperando este conocimiento ancestral, demostrando que no existe una naturaleza independiente de la acción humana. Este hecho es particularmente relevante en regiones donde la relación entre cultura y naturaleza es milenaria, como en Oaxaca, Chiapas, Veracruz, la península de Yucatán, Puebla, Hidalgo y Michoacán (Toledo 2008).

Tanto los ecocentristas como los antropocentristas emergen del conflicto entre la sociedad y la naturaleza. Los tecnocentristas sostienen que los humanos pueden controlar y gestionar la naturaleza a través de la ciencia analítica convencional. En contraste, los ecocentristas defienden que debe existir una armonía con la naturaleza, apoyándose en principios de ecología y leyes termodinámicas (Pepper, 1986, citado por Foladori, 2000).

Por lo tanto, la explicación anterior sobre el significado ético de la relación entre humanos y naturaleza permite comprender una parte de la propuesta de sustentabilidad para producir sin dañar a las siguientes generaciones y fomentar la sustentabilidad fuerte y súper fuerte en la relación humano y naturaleza hacia el desarrollo sustentable realice la articulación medio ambiente, humano y desarrollo.

2.2 Perjuicios Antrópicos al Medio Ambiente

2.2.1 Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural en el que la atmósfera captura la radiación térmica emitida por el sol, la tierra y los océanos. Esta radiación se redistribuye hacia la superficie terrestre, elevando la temperatura de la misma y favoreciendo así las condiciones necesarias para la vida en la Tierra (Mendoza de Armas y Jiménez-Narváez, 2017).

Los gases de efecto invernadero (GEI) son un grupo reducido de gases atmosféricos que contribuyen al efecto invernadero. Los principales GEI incluyen el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Las emisiones de estos gases provienen principalmente del sector energético, que representa el 26% de las emisiones totales, seguido por el sector industrial (19%), el sector forestal (17%), la agricultura (14%), el sector residencial y comercial (8%) y el manejo de desechos (3%) (IPCC, 2013).

A diferencia de otros sectores como la energía y el uso del suelo, el sector agropecuario en México se caracteriza principalmente por la emisión de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) como gases de efecto invernadero (GEI). En contraste, la silvicultura y el uso del suelo tienen al dióxido de carbono (CO_2) como el principal gas emitido. Las emisiones de CO_2 en el sector agropecuario constituyen solo entre el 3% y el 4.5% del total, por lo que no se consideran significativas en comparación con otros GEI (Sauerbeck, 2001). Sin embargo, Paustian (2000) indica que las emisiones de CO_2 derivadas de las actividades agrícolas pueden tener efectos indirectos significativos al reducir la fertilidad y la productividad del suelo. La disminución del carbono orgánico en el suelo (COS), que se libera a la atmósfera como CO_2 , afecta negativamente la fertilidad del suelo (Lal, 2004).

Desde el inicio de la revolución industrial hasta mediados del siglo XVIII, las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera han mostrado un aumento constante. Este incremento está provocando cambios en el clima y contribuye de manera significativa al cambio climático. Según el IPCC (2007), las concentraciones de GEI en la atmósfera se elevan cuando las emisiones superan los procesos de absorción. Entre las consecuencias del aumento de los GEI se incluyen el incremento de inundaciones y sequías, la reducción de la productividad agrícola en algunas regiones y las alteraciones en los sistemas naturales (Maqueda et al., 2005).

2.2.2 Cambio Climático

Los sistemas socioeconómicos y sus fuerzas motrices fijan de manera conjunta los niveles de gases emitidos a la atmósfera como resultado del desarrollo y que tienen la capacidad de aumentar el calentamiento global a través del efecto invernadero (Álvarez, 2014).

El cambio climático es impulsado principalmente por el aumento progresivo de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) (Andrade-Castañeda et al., 2017). Este fenómeno representa una grave amenaza para la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible. Myers et al. (2014) indican que, en comparación con los rendimientos esperados en un escenario sin cambio climático, las concentraciones elevadas de CO₂ para 2050 podrían provocar una reducción del 9% en el zinc, del 5% en el hierro y del 8% en las proteínas del grano de trigo. Además, los mismos autores señalan que el maíz experimentará una pérdida similar de nutrientes, mientras que la soja no perderá proteínas, pero sí más zinc y hierro.

De acuerdo con Márquez-Ramos (2015), es crucial disponer de series temporales comparables y analizarlas a nivel regional, nacional e internacional para evaluar el comportamiento de las emisiones. Además, se pueden introducir nuevas

variables para optimizar los indicadores de toma de decisiones y clasificar a los países según su desempeño ambiental. También es imperativo implementar políticas ambientales más estrictas tanto a nivel nacional como internacional, como un compromiso genuino con la mejora ambiental global.

2.2.3 Contaminación Atmosférica

La contaminación atmosférica se define como la presencia de sustancias perjudiciales en la atmósfera en concentraciones que pueden dañar la salud humana o afectar negativamente a diversos ecosistemas (Ubilla & Yohannessen, 2017).

Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera, como el monóxido de carbono (CO). Por otro lado, los contaminantes secundarios se forman en la atmósfera a través de reacciones químicas entre los contaminantes primarios, tales como el ozono (O₃), que resulta de las reacciones entre compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NO_x) (Ubilla & Yohannessen, 2017).

El asma, la irritación ocular, los dolores de cabeza, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer de pulmón son problemas de salud pública que afectan predominantemente a niños y personas mayores, de acuerdo con Palacios & Espinoza (2014).

Las variaciones demográficas en las ciudades amenazan el medio ambiente, la salud y la calidad de vida de sus residentes. El incremento en las actividades industriales, el aumento en el uso de vehículos y el consumo de combustibles contribuyen al aumento de las emisiones de contaminantes atmosféricos (Franco, 2012).

Los niveles de alerta, alarma y emergencia indican la concentración de contaminantes atmosféricos. Estos niveles reflejan la calidad del aire y dictan las medidas a adoptar según el grado de contaminación. Para salvaguardar la salud pública, es necesario restringir las actividades en las áreas afectadas por altos niveles de contaminación.

2.2.4 Escasez Hídrica

El valor de ciertos recursos naturales ha trascendido del ámbito filosófico, donde se creía incorrectamente que los seres humanos podían utilizarlos exclusivamente para su propio beneficio sin enfrentar repercusiones, a un tema de principios económicos, sociales y ambientales. Esto ocurre cuando se integran en un marco de gestión debido a la escasez de ciertos recursos o cuando se vislumbra su agotamiento como un escenario predecible (Chang, 2001).

Es esencial que las medidas políticas incluyan enfoques que inicialmente comprendan la multidimensionalidad que representa el hecho de la falta o escasez de un recurso, si se desea que dichos recursos aumenten en el plazo estimado debido a factores como el cambio climático. La comprensión de esta multidimensionalidad constituye la base que conduce al desarrollo sustentable.

Aunque existen varias definiciones de la escasez hídrica, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la describe como "la diferencia entre el suministro disponible y la demanda de agua dulce en una región específica, considerando las disposiciones institucionales (incluyendo la 'fijación de precios' del recurso y los costos acordados para el consumidor) y las condiciones de infraestructura vigentes" (FAO, 2013:5).

La ONU, en su Informe sobre el desarrollo de recursos hídricos en el mundo, define la escasez hídrica como "el punto en el que el impacto acumulado de todos los usuarios afecta al suministro o a la calidad del agua bajo las disposiciones institucionales existentes, hasta tal grado que la demanda de todos los sectores,

incluyendo el ambiental, no puede satisfacerse completamente [...], un concepto relativo que puede ocurrir a cualquier nivel de suministro o demanda. La escasez puede ser una construcción social (resultado de la afluencia, expectativas y costumbres) o la consecuencia de patrones de suministro alterados por el cambio climático. La escasez tiene diversas causas, la mayoría de las cuales pueden ser remediadas o mitigadas" (ONU-Agua, 2006a, citado en FAO, 2013:5).

Dada la importancia del agua para todas las actividades económicas y su vínculo directo con la salud y el bienestar humano, los problemas de escasez hídrica provocan tensiones entre los usuarios. Los efectos adversos de la sobreexplotación del recurso hídrico son evidentes en muchas regiones debido a las sequías y al aumento de las necesidades humanas. Esto ha llevado a que el agua se convierta en un recurso limitado y estratégico, disminuyendo su disponibilidad para el uso y consumo humano (Soares, Vargas y Nuño, 2008).

En el sector agrícola, la escasez de recursos hídricos ha sido un factor limitante cada vez más significativo, especialmente en regiones donde los cuerpos de agua han sido sobreexplotados, restringiendo así el suministro de agua necesario para la producción de alimentos. En este contexto, la falta de agua, más que la disponibilidad de suelos, se convertirá en la principal limitante para el desarrollo agrícola (FAO, 2011). La respuesta a esta escasez variará según el país, pero siempre existirá la posibilidad de que las estrategias de mitigación fracasen debido a factores externos como el cambio climático, cuyo impacto sobre los recursos hídricos aún es incierto (FAO, 2013).

Según la FAO (2013), en las primeras etapas de la escasez de agua, la infraestructura hidráulica, como presas, tanques, pozos o la derivación de ríos, puede mitigar sus efectos. En el sector agrícola, la siguiente medida es mejorar la gestión del agua y modernizar los sistemas de riego. A medida que aumenta la demanda de agua, se recurrirá a estrategias políticas que puedan incluir la importación de alimentos para

satisfacer las necesidades hídricas del sector agrícola (FAO, 2013). La manera de abordar la escasez de agua dependerá de la etapa en que se encuentre el sector afectado; sin embargo, el problema de la escasez es multisectorial, lo que requiere la participación de toda la sociedad en la búsqueda de soluciones viables. Dado el impacto negativo en múltiples sectores, es fundamental la comunicación entre usuarios y administradores para evaluar el riesgo que supone la escasez de agua (Velasco, s.a.).

Incluso en regiones áridas, es posible implementar medidas administrativas para mitigar la escasez de agua, como la importación de alimentos, la redistribución de recursos hídricos tanto entre sectores como dentro de ellos, el aumento del almacenamiento de agua (tanto subterráneo como superficial), la reutilización del agua, el control de la contaminación, la desalinización y la reducción de pérdidas (FAO, 2013). Según proyecciones de modelos de cambio climático, se anticipa que para el año 2050 en algunas zonas de México aumentará la evapotranspiración, disminuirán los escurrimientos y se reducirá la infiltración para recargar los acuíferos, lo que resultará en una menor disponibilidad de agua para la agricultura y otros usos, agravando los problemas actuales de escasez (FAO y SAGARPA, 2012).

Aunque se tienen en cuenta situaciones difíciles, los encargados de las políticas públicas siguen ignorando la importancia de llevar a cabo y fomentar prácticas sostenibles en el ámbito agrícola. Las políticas agrícolas enfocadas en la sustentabilidad son relativamente nuevas y no se han considerado aún en los programas de desarrollo (Morales y Bernardo, 2011).

2.3 Disminución de la Diversidad Biológica

2.3.1 *Pérdida de Suelo, Flora y Fauna Endémica*

El deterioro del suelo en México afecta diversos aspectos del entorno social y natural, por lo que su gestión requiere la colaboración de varias etapas y actores: SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, así como organizaciones internacionales como la FAO, junto con instituciones civiles y académicas. Según el PNUMA-Earthscan

(2002), la extensa experiencia adquirida en los esfuerzos globales por proteger los suelos ha llevado a una evolución en los enfoques de conservación de los suelos.

La vida se sustenta en el suelo, una estructura dinámica compuesta por materiales orgánicos y minerales, que es frágil y cuya recuperación es lenta y complicada. Aunque el suelo se considera un recurso natural renovable, su actual deterioro sugiere que podría no serlo (García y Dorronsoro, 2005).

La degradación del suelo es consecuencia directa del cambio en el uso del suelo por parte del ser humano para satisfacer necesidades sociales y económicas, así como de la falta de conocimientos adecuados sobre su manejo. Según la SEMARNAT (2008), más de la mitad del territorio mexicano ha sido erosionado por el agua y el viento, siendo la erosión hídrica la principal causa de degradación del suelo en el país.

A nivel global, la erosión del suelo ha experimentado un incremento considerable, provocando una degradación irreversible que impacta negativamente en la agricultura, los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y en la humanidad en general. Esta erosión es principalmente atribuible a una gestión inadecuada del suelo, la deforestación excesiva, el sobrepastoreo y prácticas de riego inapropiadas. Los efectos de estos problemas en los recursos naturales, de los cuales dependen los seres humanos, son evidentes, como lo destaca Rojas (2010).

El cambio climático se prevé que tendrá efectos directos en organismos individuales, poblaciones y ecosistemas. Este fenómeno puede influir en el desarrollo, la fisiología y el comportamiento de los organismos durante sus fases de crecimiento, reproducción y migración. Además, las alteraciones en los patrones de precipitación y el incremento de la temperatura podrían modificar la distribución, el tamaño, la estructura y la abundancia de las poblaciones de ciertas especies (Böhning-Gaese, Jetz, & Schaefer, 2008). Los cambios en el ciclo hidrológico, derivados del cambio

climático, también podrían afectar las interacciones entre especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución de los ecosistemas. Como consecuencia, se producirían modificaciones en los flujos y la calidad de los servicios ecosistémicos (IPCC, 2007).

Los efectos más significativos en la biodiversidad de México y el Caribe comprenden:

- La alteración de los ecosistemas de bosques nublados, bosques tropicales y hábitats costeros como arrecifes coralinos, manglares y humedales (IPCC, 2007).
- El aumento del nivel del mar podría resultar en la pérdida de ecosistemas de manglares a una tasa anual de entre 1% y 2%. Este fenómeno impactaría negativamente en las poblaciones de ballenas, así como en peces, moluscos y mamíferos acuáticos (IPCC, 2007).
- Alteraciones en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora, cuyas fases de vida dependen del funcionamiento estable de los cuerpos de agua. Estas dinámicas podrían verse alteradas por aumentos en la variabilidad climática y cambios en la disponibilidad de agua. Dichos efectos serían especialmente pronunciados en las regiones áridas y semiáridas. Sin embargo, algunos de estos efectos podrían no ser necesariamente negativos, y algunas especies podrían experimentar un incremento en sus poblaciones (IPCC, 2007).

2.3.2 Disminución de Biomasa

La biomasa se define como la cantidad de materia orgánica vegetal, viva o muerta, presente por unidad de área. Se divide en biomasa subterránea y biomasa aérea para formar la biomasa forestal. La biomasa subterránea incluye todas las raíces vivas, excluyendo las raíces finas de menos de 2 mm de diámetro. Por su parte, la biomasa aérea comprende toda la materia orgánica viva que se encuentra por encima del suelo, como troncos, tocones, ramas, corteza, semillas y hojas (FAO, 2010).

Según Ordóñez (1999), el carbono de la vegetación está constituido tanto por la biomasa de las raíces como por la biomasa aérea. Desde una perspectiva energética, la biomasa forestal se describe como la cantidad total de materia perenne de madera en una unidad de área, abarcando raíces, frutos, flores, ramas, corteza y follaje (Ordóñez y Masera, 2001).

La biomasa vegetal representa la cantidad total de materia orgánica viva de las plantas fotosintéticas en una unidad de área. En los ecosistemas forestales, esta biomasa se compone principalmente de troncos de árboles, ramas, corteza y follaje, y se mide en términos de peso verde o seco. Dado que el peso es más sensible a las variaciones en la calidad del árbol que el volumen, las unidades de medición más precisas para expresar el rendimiento de biomasa de un árbol o de un conjunto de árboles son gramos por árbol, kilogramos por árbol o toneladas por hectárea (González, 2008).

Para determinar el contenido energético de la biomasa, es esencial considerar los parámetros y condiciones que la definen. Los factores clave incluyen la composición de la especie, las características del árbol, su altura, forma y el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP), que es la variable más frecuentemente utilizada para calcular la biomasa aérea (Acosta, 2003; González, 2008; Ordóñez y Masera, 2001). Se recomienda utilizar estos parámetros de referencia en estudios futuros (Foody et al., 2003).

La cuantificación de la naturaleza es un proceso complejo que comienza con la medición directa en el campo. Posteriormente, se emplean diversos métodos para obtener una estimación global del sistema analizado (Acosta, 2003).

Los bosques brindan una variedad de beneficios y servicios ambientales, sociales y económicos, jugando un papel crucial en el desarrollo de la sociedad. Mantener la cobertura forestal en México, como en otros países, representa un

desafío significativo considerando las necesidades actuales y futuras de la población. En México, aproximadamente el 70% de su territorio continental está cubierto por vegetación forestal, lo que equivale a 138 millones de hectáreas, albergando alrededor de 30,000 especies de plantas (INEGI, 2010). Los ecosistemas terrestres desempeñan un papel vital en el ciclo global del carbono, ya que almacenan aproximadamente 638 GT de carbono atmosférico en su biomasa (Brown, 1993). No obstante, la biomasa forestal ha experimentado una disminución debido a la pérdida de bosques (FAO, 2011).

Las evaluaciones de biomasa forestal y su contenido de carbono en México se han centrado principalmente en las zonas tropicales y templadas (Brown, 1997; Masera et al., 1997; Vigil, 2010). En contraste, para las regiones áridas del país, que abarcan más de 62 millones de hectáreas (Masera et al., 1997), se reporta que, en 2007, existían 20,127,705 hectáreas de matorrales boscosos (FAO, 2010). Sin embargo, se ha documentado que el principal reservorio de carbono en México se encuentra en la vegetación semiárida, con un almacenamiento de aproximadamente 5 GT de CO₂ (Masera et al., 1997).

En México, el consumo general de energía, particularmente el uso de combustibles fósiles, los cambios en el uso del suelo en áreas forestales y las actividades de la industria del cemento son los principales factores que contribuyen a las emisiones de carbono (Gay y Martínez, 2000). Los incendios forestales también desempeñan un papel significativo en la emisión de carbono. En 2013, se registraron 10,391 incendios forestales en el país, que devastaron 41,359,399 hectáreas. No obstante, los incendios forestales detectados por sensores satelitales revelan una cantidad considerablemente mayor de puntos de calor en comparación con el número de incendios forestales oficialmente documentados (Bautista, 2015).

Los incendios forestales y su propagación no controlada tienen un impacto en bosques, selvas y vegetación secundaria. Los incendios pueden ser causados por

factores naturales o humanos. Los incendios se deben a la disponibilidad de combustible en lugares específicos. Los incendios de copa, corona y aéreos son los tres incendios forestales más conocidos. Los incendios forestales destruyen los hábitats de la fauna silvestre y causan la pérdida de bosques. De enero a mayo son los meses en los que hay más incendios, ya que es la temporada de heladas y sequía, cuando hay una cantidad relativamente alta de material combustible (Alcantara, 2001, CENAPRED, 2001).

Las principales causas de los incendios forestales son las actividades humanas, como las prácticas agropecuarias, la tala y quema de vegetación. Además, se ha observado un aumento en los incendios provocados intencionalmente y otras causas como fogatas, rayos, descargas eléctricas y cultivos ilegales en los últimos años. En ciertas regiones, fenómenos climáticos específicos pueden elevar significativamente la temperatura, lo que favorece el secado de la vegetación y la acumulación de material inflamable. Factores como el clima, el tipo de combustible disponible y, en ocasiones, la topografía del área influye en el punto de ignición del material combustible (Alcántara, 2001; CENAPRED, 2001).

2.4 EL Desarrollo Sustentable

2.4.1 El Concepto de Desarrollo y sus Matices

El desarrollo emergió como una estrategia para combatir la pobreza tras los efectos de la Segunda Guerra Mundial. Según Gudynas (2011), “Para abordar temas teóricos propios de la economía, como la distribución de la riqueza o la pobreza, la vertiente económica del desarrollo surgió inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial” (p.110). Desde entonces, el concepto de desarrollo ha sido objeto de extensas discusiones. Aunque inicialmente se percibió como una solución para mejorar el bienestar social y económico, en la práctica ha llevado a resultados más destructivos.

Las bases del desarrollo han sido el principal desafío. El crecimiento económico y el desarrollo se han equiparado, dando la impresión de que el desarrollo es beneficioso y viable. No obstante, este enfoque ha enfatizado principalmente el crecimiento económico, como se indica en el informe de SEMARNAT (1999,), que menciona que “el concepto de desarrollo solo otorgó relevancia al crecimiento económico”. El desarrollo económico, orientado hacia la permanencia y la estabilidad, ha tendido a beneficiar a ciertos grupos dominantes, generando subdesarrollo e inequidad. En este contexto, Morin y Kern (2005,) argumentan que “el propio sentido de la palabra desarrollo, tal como se ha admitido, comporta en sí mismo y provoca subdesarrollo”.

El progreso es otro concepto estrechamente vinculado al desarrollo. Se puede afirmar que el concepto de progreso en Occidente está fundamentalmente arraigado en la noción de desarrollo. Como indican Morin y Kern (2005,), "El desarrollo debe asegurar el progreso, y el progreso debe asegurar el desarrollo". Esta interrelación entre ambos conceptos sugiere una sinonimia en su uso, de modo que, al referirse a uno, el otro también se menciona. El problema de considerar el desarrollo a través del lente del progreso radica en que este último ha estado predominantemente enfocado en aspectos tecnológicos, poder adquisitivo y capacidad productiva. Los modelos basados en el avance tecnológico y el crecimiento económico buscan mejorar la capacidad productiva, pero han descuidado la dimensión ambiental en la planificación del desarrollo, como se menciona en SEMARNAT (1999).

El desarrollo también está estrechamente vinculado al fenómeno de la globalización. Según Meira (2008), la globalización se caracteriza por flujos de capital que son despiadados, anómicos y amorales, controlados por un número reducido de propietarios con el objetivo de maximizar sus ganancias. En este contexto, no se imponen restricciones al capital o a las mercancías, sino que prevalece la ley del más fuerte y el impulso hacia el beneficio. Los paraísos fiscales representan una

consecuencia inevitable de este sistema. Los factores que impulsan el progreso, como la producción intensiva, el crecimiento económico, la desigualdad, la abundancia y el consumismo, han dominado la vida en las últimas décadas, también se asocian con el desarrollo.

El consumismo también emerge como un resultado del modelo de desarrollo neoliberal. Este enfoque promueve estrategias de mercado que generan muchas de las necesidades que enfrenta la sociedad. En este contexto, la sociedad puede ser vista como parte de una modernidad fluida, según Bauman (2007). El consumismo se sostiene en la percepción de que los bienes son desechables; las personas tienden a desechar objetos simplemente para adquirir nuevos productos o porque los antiguos ya no funcionan, reflejando una falta de permanencia. Bauman (2007) argumenta que la satisfacción derivada de deshacerse de las cosas, de tirarlas a la basura, es una característica central de nuestra era.

La ciencia y la tecnología han actuado como motores tanto del desarrollo como del consumismo. Si bien estos avances han mejorado la vida de ciertos individuos, su impacto positivo en la calidad de vida no ha sido universal. La visión tecnocrática ha promovido una mentalidad lineal y restrictivo que prioriza la racionalidad tecnológica y económica. Según Morin y Kern (2005), la tecnociencia no es la única fuerza que impulsa la era global; la lógica de la máquina artificial ha permeado todas las áreas de las sociedades avanzadas, desplazando la participación democrática de los ciudadanos en favor de expertos y especialistas. En este contexto, la ciencia y la tecnología favorecen la razón y la lógica, aspectos centrales de la visión modernista, y el conocimiento producido por especialistas, mientras que minimizan el valor del diálogo de saberes, incluyendo los conocimientos indígenas, comunitarios e interdisciplinarios. Este enfoque tiende a monopolizar El conocimiento ha sido abordado mediante un enfoque que simplifica el pensamiento de manera reduccionista.

Por ende, su ideología permea toda la estructura social, afectando no solo la política, la economía, la ciencia, las comunicaciones y la producción, sino también a la sociedad en su totalidad. La base que debe enfrentarse y que sustenta su éxito reside en esto, especialmente debido a los problemas ocasionados por la difusión engañosa de bienestar: 'Así, la noción de desarrollo se vinculó al crecimiento económico, subordinando las cuestiones de bienestar humano, bajo la premisa de que la desigualdad y la pobreza se resolverían principalmente mediante soluciones económicas (Gudynas, 2011).

El desarrollo ha dado lugar a problemas como la desigualdad, la pobreza, la escasez de recursos, el hambre y problemas de salud. Entre las consecuencias más notables del modelo de desarrollo se encuentra el deterioro ambiental. Este incluye el agotamiento de recursos naturales, la producción de residuos tóxicos y peligrosos, la devastación de ecosistemas y la extinción de especies están vinculados a los problemas del cambio global, incluyendo el efecto invernadero, el crecimiento demográfico descontrolado, la disminución de la biodiversidad y la contaminación de los océanos (SEMARNAT, 1997).

Las consecuencias ambientales del desarrollo deben ser comprendidas no solo desde una perspectiva naturalista, sino como parte integral de todos los aspectos sociales. Por lo tanto, el discurso del desarrollo debería ser reemplazado para superar la visión atractiva que ha sido promovida a la sociedad. Surge la interrogante de cómo el concepto de desarrollo ha conseguido proyectar una imagen de bienestar social, a pesar de haber provocado una considerable degradación ambiental. Este cuestionamiento resalta que los problemas ambientales no han sido abordados adecuadamente como cuestiones sociales, ni se han considerado en su dimensión pluridimensional.

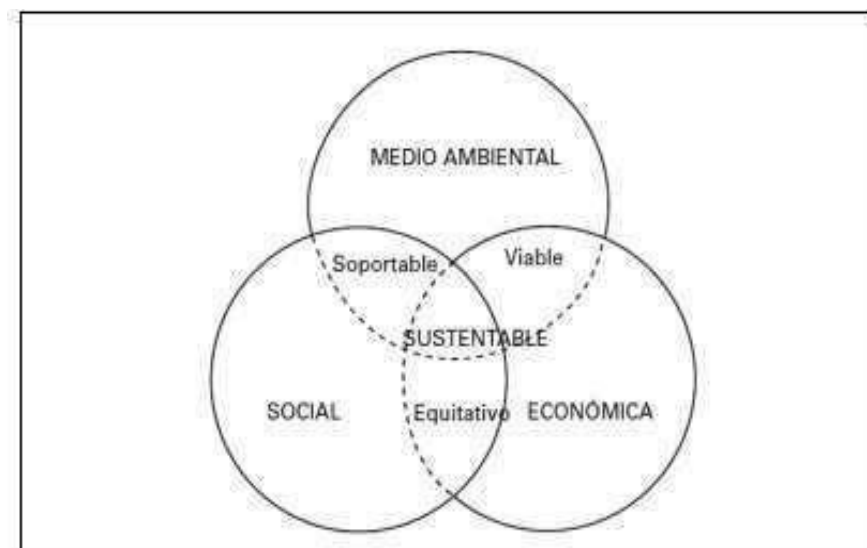
2.4.2 Dimensiones del Desarrollo Sustentable

El desarrollo sustentable se analiza principalmente a través de tres

dimensiones interrelacionadas: la social, la ambiental y la económica (fig. 2.1).

Figura 2.1

Dimensiones del desarrollo sustentable.



Carlos Miguel Barber y Marcela Zapata (2009), citado en Salcedo, Reboloso y Barber, 2010, p.26.

Las dimensiones fundamentales del desarrollo sustentable se pueden observar en el esquema anterior, el cual se emplea con frecuencia, al menos de manera oficial. Se requieren las tres dimensiones para que un desarrollo sea sustentable; en otras palabras, este desarrollo solo puede entenderse plenamente en la intersección y la interacción de las tres dimensiones: económica, ambiental y social. Será un progreso equitativo si se limita a la esfera social y económica; sin embargo, no será sostenible, ni sostenible ni viable. Se producirá un desarrollo que no será sostenible, equitativo o sustentable si se combina la dimensión social con el medio ambiente. Sin embargo, si se centra en la economía y el medio ambiente, se refiere hacia un desarrollo que podría ser viable, pero ni equitativo ni soportable; por lo tanto, no puede considerarse sostenible. (Salcedo, Reboloso y Barber, 2010).

Como si los tres aspectos sociales, ambientales y económicos estuvieran en la misma área de oportunidad, estas dimensiones del desarrollo sustentable diseñan estos planteamientos. Sin embargo, esta situación no refleja con precisión el modelo de desarrollo: en el desarrollo sostenible, la dimensión económica prevalece sobre las otras dos dimensiones. Por esta razón, el marco conceptual del desarrollo sostenible, frecuentemente representado como tres esferas interconectadas (economía, sociedad y medio ambiente), define cómo las sociedades se relacionan con el entorno (Sauvé, 2007). Las críticas, especialmente a nivel conceptual, se han centrado en la conexión establecida entre lo económico y lo ambiental.

Por consiguiente, a continuación, se revisan las dimensiones que se analizan:

a) Dimensión política: Necesita actores críticos que actúen colectivamente en lugar de individualmente, y que adopten posturas definidas y claras dentro de procesos participativos y democráticos. Actores que fomenten el diálogo, el respeto y la participación a través de sus prácticas y que amplíen sus espacios de gestión social. Como resultado, es esencial tener la capacidad de eliminar valores relacionados con la democracia formal, como los procesos de individualización y consumo. La democracia contemporánea ha restringido las oportunidades para la participación y la formulación de alternativas al modelo de desarrollo vigente.

b) Dimensión ecológica: La interdependencia entre la sociedad y el medio ambiente debe ser central en cualquier propuesta de sostenibilidad. Un desafío crucial son los problemas ambientales derivados del modelo actual de progreso y fabricación. Es imperativo implementar el principio de precaución, junto con otras medidas relacionadas con la cultura, la naturaleza y la acción ciudadana, conforme al conocimiento de región propuesto por Escobar (2000). En consecuencia, la colaboración mueve a los pueblos en los métodos gubernamentales para desarrollar soluciones que aborden problemas ecosistémicos, constituye un aspecto fundamental de esta dimensión.

c) Dimensión epistemológica y científica: La ciencia y la tecnología no aseguran la resolución de los problemas ambientales; de hecho, han contribuido a la creación de muchos de ellos. En la Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México (2006), se cita a Prigogine (1989), quien indica que, en los últimos 150 años, la ciencia ha evolucionado de ser una fuente de inspiración a convertirse en una amenaza para la destrucción de conocimientos, tradiciones y esperanzas profundamente arraigadas en la tradición pedagógica.

No es únicamente alguna consecuencia tecnológica o resultado científico lo que está en cuestión, sino el propio espíritu científico. No obstante, no se trata de menospreciar los éxitos tecnológicos y científicos que han contribuido a la resolución de problemas y a la generación de conocimientos, sino de mantener una actitud crítica hacia ellos. Por lo tanto, reformar los métodos de producción de conocimientos es uno de los objetivos de la educación ambiental para la sustentabilidad (Toledo 2000, citado por Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, 2006), y, sobre todo, penetrar en los núcleos de los paradigmas para integrar las dimensiones ambientales en las disciplinas y el currículo.

d) Dimensión pedagógica: Es crucial desarrollar entornos de aprendizaje, diseñar estrategias didácticas, implementar sistemas de evaluación y establecer procesos de comunicación que promuevan la generación de conocimientos colectivos. Se debe priorizar el aprendizaje sobre la enseñanza, fomentando la comprensión de la transformación de la realidad a nivel individual y comunitario. En consecuencia, es esencial crear comunidades de aprendizaje y asegurar la calidad de los servicios educativos.

e) Dimensión ética. Se trata de valorar y de la política de los

conocimientos. La premisa fundamental de la EAS es que no se puede realizar una reflexión profunda sobre la posición de los seres humanos en el mundo sin considerar la ética, que es el aspecto más crucial. La visión predominante, que percibe a la naturaleza como un adversario a ser conquistado y dominado, es la causa principal de la grave devastación ecológica (Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, 2006). Además, es esencial reconocer que el problema no radica en la cantidad de conocimientos producidos, sino en la ética con la que estos conocimientos son aplicados.

f) Dimensión económica: En el contexto del desarrollo, esta dimensión es la que predomina. El desarrollo económico y el papel regulador del mercado sobre la naturaleza y la cultura se priorizan. Aunque se ha intentado adoptar una postura crítica frente a la crisis ambiental en las ciencias naturales y sociales, disciplinas como la Economía continúan enfocándose en los principios del beneficio monetario, ignorando las advertencias respecto a la dimensión ambiental.

Según Bravo (2005), uno de los desafíos de la educación ambiental es enfocar sus esfuerzos en garantizar que sus servicios educativos promuevan la creación de marcos que permitan a individuos y grupos sociales reflexionar críticamente sobre el impacto ecológico del modelo económico actual. Esto, a su vez, debería motivar a las personas a participar en movimientos sociales orientados hacia la construcción de la sustentabilidad (Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, 2006).

g) Dimensión cultural: Esta dimensión se centra en la transformación y adaptación del entorno. Su propósito es respetar los conocimientos propios y locales, y fomentar procesos de identificación con el territorio para generar una expresión cultural local específica. De este modo, las colectividades podrán establecer una cultura ambiental propia al reconocer la pluralidad, respetar las

diferentes cosmovisiones y recuperar los sistemas tradicionales de organización comunitaria para el manejo de los recursos naturales (Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, 2006).

De forma indirecta, estas dimensiones de la sustentabilidad están implícitas y, específicamente, proporcionan elementos que permiten comprender más a fondo el enfoque de las perspectivas de sustentabilidad. Por ello, estas dimensiones se integran en el cuerpo del trabajo y ayudan a ampliar la perspectiva sobre el desarrollo sostenible.

2.4.3 Debate en torno al desarrollo sustentable e Informe Brundtland

La relación entre el desarrollo y el medio ambiente se remonta a la década de 1970, cuando se comenzaron a reconocer los efectos adversos del modelo capitalista en el entorno natural. En consecuencia, las críticas a este modelo no tardaron en surgir, y estudios como el informe encargado por el Club de Roma sobre los límites del crecimiento (1972) son una clara evidencia de la necesidad de vincular el desarrollo con el medio ambiente. Este tema fue retomado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo en el mismo año. Con el tiempo, la conexión entre el medio ambiente y el desarrollo se ha vuelto cada vez más evidente.

Desde esta perspectiva, la preocupación por los problemas ambientales ha aumentado significativamente. La educación ambiental comenzó a desarrollarse a nivel global en los años 70 y a nivel nacional en los años 80, con el objetivo de mejorar y armonizar la relación entre los seres humanos y el entorno natural. Aunque algunos critican la educación ambiental por su enfoque conservacionista, ha fomentado movimientos y perspectivas más inclusivos y participativos. González-Gaudiano (2008) señala que se trata de una postura profundamente política que cuestiona los

enfoques simplistas e intencionados que tienden a reducir el medio ambiente a meras representaciones parciales. Especialmente crítica aquellas perspectivas que ven el entorno natural simplemente como un depósito de materias primas para sustentar los procesos de desarrollo, lo cual subraya la necesidad de protegerlo como la base material de dichos procesos.

Durante las décadas de 1970 y 1980, se llevaron a cabo diversos eventos y se produjeron documentos internacionales clave, como la Carta de Belgrado (1975), la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental (1977), y la Carta Mundial de la Naturaleza (1982). En 1987, la educación sobre el medio ambiente y el desarrollo sufrió un cambio significativo con la publicación del informe "Nuestro Futuro Común" (también conocido como el Informe Brundtland) por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). A partir de entonces, el discurso sobre el desarrollo sostenible se expandió, basándose en un nuevo enfoque conceptual introducido en el informe. Así, el Informe Brundtland propuso una visión tradicional del desarrollo sostenible:

La responsabilidad de asegurar la sostenibilidad del desarrollo recae en la humanidad, lo que significa garantizar que las necesidades presentes se satisfagan sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. El concepto de desarrollo sostenible implica limitaciones vinculadas a los recursos ambientales, considerando el estado actual de la tecnología, la organización social y la capacidad de la biósfera para absorber los impactos de las actividades humanas. Sin embargo, tanto la tecnología como la organización social pueden ser reorganizadas y mejoradas para promover una nueva etapa de desarrollo económico (CMMAD, 1988, citado por Gudynas, 2011).

No obstante, las críticas a este concepto no se han anticipado. Se debe considerar primero qué se está entendiendo por necesidades y necesidades de quiénes. En cuanto al tema intergeneracional, sería más persuasivo especificar

cuando y hasta dónde se entiende la generación actual y la futura (temporalidad). Con respecto a este concepto, se ha señalado que es propenso a mantener el modelo de desarrollo neoliberal y tiene más que ver con la dimensión económica que con la ambiental. Para mantener o incrementar la producción, conservar es crucial bajo esta perspectiva. Se trata, por tanto, de actuar a partir de un pensamiento a largo plazo en el que la noción de desarrollo se reafirma, sino que se promueve.

Una de las críticas al Informe de Brundtland es que no aborda los diversos obstáculos que podrían surgir al intentar alcanzar las metas propuestas, lo que impide la traducción efectiva de estas metas en acciones concretas. Enkerlin, del Amo y Cano (1997) apuntan que:

El Reporte Brundtland no confronta las múltiples dificultades que existen para lograr esas metas, sino que establece una agenda amplia para el cambio. Aunque se mencionan una serie de argumentos que no se pueden refutar, también es verdad que muchas de esas afirmaciones son difíciles de convertir en acciones concretas.

Sin embargo, la integración del desarrollo sostenible ha sido gradual, afectando a diversas áreas sociales, aunque el ámbito educativo ha avanzado más lentamente en este aspecto. La Conferencia de Río de Janeiro de la ONU en 1992 marcó un hito importante, al establecer las bases para la implementación del concepto de desarrollo sostenible y concretar la idea de sostenibilidad. Este evento dio lugar a la Agenda 21, un documento que propone un enfoque para fomentar el desarrollo sustentable, estructurado en cuatro secciones que abordan las dimensiones sociales y ambientales, los recursos, los grupos involucrados y los mecanismos de ejecución (Enkerlin, del Amo y Cano, 1997).

El binomio desarrollo y medio ambiente avanza de manera más convincente hacia el desarrollo sustentable, sin tener en cuenta los inconvenientes de la Agenda 21. Se argumenta que la ausencia de la globalización, los refugiados, la energía

nuclear y otros temas (González Gaudiano, 2010, citado en Garza y Medina). Es relevante destacar que la Agenda haya incorporado un capítulo, el treinta y seis, dedicado a la educación en relación con la capacitación y la sensibilización.

La educación recibe oficialmente el impulso del desarrollo sustentable durante la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable, que tuvo lugar entre el 2005 y el 2014. Al considerar que la educación ambiental se ha desplazado y que no se reconocen los logros de la misma, los expertos y especialistas en el tema han aceptado y criticado: da la impresión de que en el interés declarado por la EDS hay esqueletos escondidos en el armario (González-Gaudiano, 2007). En otras palabras, se está avanzando hacia una educación enfocada en el desarrollo sostenible con este enfoque renovado. No obstante, es crucial discutir el concepto de desarrollo sustentable, ya que, si se pretende que la educación se oriente a través de este enfoque, es fundamental entender las críticas y darle claridad.

El concepto de desarrollo sustentable ha sido sujeto de críticas y aceptaciones. A pesar de las numerosas críticas que ha recibido, no puede ser ignorado, ya que es una noción emergente que debe ser examinada debido a su impacto significativo en los discursos ambientales, sociales y económicos. Algunos desconfían de esta idea, pero otros la consideran la única manera de cambiar profundamente la sociedad y cambiar el timón. El origen del concepto de desarrollo sustentable es una de las críticas más frecuentes que se le hace. Por lo tanto, la sustentabilidad y el desarrollo se contraponen. En el contexto de nuestro sistema de producción neoliberal actual, el desarrollo se ha conceptualizado predominantemente como un sinónimo de progreso, consumismo, tecnocracia y productivismo. Esta falta de una definición teórica claramente establecida y científicamente rigurosa del concepto ha llevado a su uso indebido e ineficaz, generando incluso la percepción de una contradicción intrínseca: los términos "desarrollo" y "sostenible" se considerarían mutuamente excluyentes por definición (Solís González, 2009).

Es decir, dada la contradicción inherente al concepto, autores como Meira (2005) lo consideran incluso un oxímoron. Se observa una tendencia a mantener válidos el progreso, el desarrollo, el crecimiento y los sistemas de producción actuales, pero justificando su existencia a través de su relación con la conservación del medio ambiente. Esto implica implementar estrategias para preservar el medio ambiente sin afectar los procesos económicos, y viceversa. Lo anterior refleja la postura falaz del desarrollo sustentable frente a la crisis social y ambiental actual. En este enfoque, la sustentabilidad se presenta como la aplicación de proyecciones a largo plazo para el uso y conservación de recursos, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras. Estas metas deben alcanzarse sin comprometer el ritmo creciente de la prosperidad económica (Irwin, 2008).

La educación ambiental ha optado por recuperar el concepto de sustentabilidad en lugar de adoptar el desarrollo sustentable, debido a sus inclinaciones hacia una ética antropocéntrica, deficiencias conceptuales, falta de profundidad y otras críticas previas. En México, la educación ambiental se ha reorientado hacia la sustentabilidad para integrar este enfoque en el discurso ambiental. En consecuencia, los expertos en educación ambiental sugieren la educación ambiental para la sustentabilidad como una opción frente a la educación para el desarrollo sustentable. Este enfoque no se considera simplemente una versión extendida y corregida de la educación ambiental (González-Gaudiano, 2008), sino un esfuerzo por reformular el discurso educativo, centrando la atención en la sustentabilidad sin perder de vista el desarrollo.

2.4 Prácticas y Técnicas de Agricultura Sintrópica

En este apartado discutiremos una variedad de experiencias y métodos de agricultura sintrópica. La sintropía es el opuesto complementario de la entropía y se basa en procesos acumulativos de vida (tendencia sintrópica) para restaurar la fertilidad de los agroecosistemas. La sintropía controla la vida, mientras que la entropía

controla las transformaciones termodinámicas que liberan energía a expensas de la complejidad.

2.4.1 Agroforestería

Desde una perspectiva sintrópica, la agroforestería se considera una forma de agricultura regenerativa que aprovecha el poder de la sucesión natural, lo que la hace sostenible y capaz de producir en abundancia (Gietzen, 2016). Este enfoque agroforestal se conoce como Sistema Agroforestal Simultáneo y se fundamenta en tecnologías de procesos más que en insumos. Se basa en una serie de principios desarrollados por Ernst Götsch, quien ha trabajado en su teoría y práctica en diversos lugares del mundo, con un enfoque particular en la Fazenda Olhos D'Água, en el sur de Bahía, Brasil, desde 1984.

Los sistemas agroforestales convencionales, junto con sus prácticas, poseen una extensa historia de manejo en México, que se remonta incluso a la época precolombina (Krishnamurthy y Ávila, 1999). En estos sistemas se promueve la conservación selectiva de elementos forestales o silvestres, principalmente especies leñosas y perennes, las cuales pueden ser gestionadas de manera incipiente mediante técnicas como la tolerancia, el fomento, la protección y la siembra de grupos de plantas y especies específicas (Casas et al., 1997, 2007).

El manejo de elementos agrícolas abarca tanto plantas perennes como anuales, las cuales son cultivadas y han alcanzado altos niveles de domesticación; además, en ocasiones, también se gestionan animales silvestres, en proceso de domesticación o ya domesticados. A su vez, existen unidades sociales de producción que coordinan los distintos componentes del sistema para optimizar las interacciones ecológicas entre los elementos forestales y agrícolas, dentro de un contexto ecológico, cultural y económico específico (Nair, 1997).

La agroforestería se enfoca en los componentes del sistema (unidades forestales, agrícolas y sociales), prestando especial atención a las situaciones emergentes que resultan de la interacción entre estos elementos (Krishnamurthy y Ávila, 1999). El tlacolol de Guerrero y kool o milpa en la Península de Yucatán. Los sistemas agrícolas que incluyen el aclareo de la vegetación, seguido generalmente del uso del fuego, el cultivo por periodos cortos y su alternancia con un descanso forestal que excede el periodo agrícola, han sido una forma de colonización agrícola de las zonas boscosas de Mesoamérica (Thrupp et al., 1997). Los sistemas agroforestales mencionados en la literatura se han desarrollado a partir de estas técnicas:

La práctica de dejar la tierra en barbecho durante períodos más largos que los dedicados al cultivo, junto con la alternancia entre estos ciclos, es característica de los sistemas conocidos como agricultura itinerante o de cultivo migratorio. Estos sistemas, comúnmente referidos como "roza, tumba y quema" o "desmonte y quema", han sido documentados en la literatura (Rojas Rabiela, 1991; Thrupp et al., 1997; Whitmore y Turner II, 2001). Se estima que esta forma de agricultura podría tener una antigüedad de hasta 4,500 años (Rojas Rabiela, 1991).

En la actualidad, estos sistemas se encuentran principalmente en regiones montañosas con laderas empinadas, especialmente en el bosque tropical caducifolio de Morelos, Guerrero, Oaxaca y Michoacán, así como en áreas planas con pendientes suaves de bosques tropicales con suelos delgados y pobres, y en regiones con suelos calcáreos como la Península de Yucatán (Rojas Rabiela, 1991; Toledo et al., 2003). Se consideran sistemas agroforestales porque, al desbrozar la vegetación, se dejan árboles y arbustos silvestres o sus tocones, los cuales pueden rebrotar, facilitando la regeneración del bosque y permitiendo el uso de las especies conservadas (Rojas Rabiela, 1991).

Esta práctica puede haber sido una de las primeras y más significativas formas de agroforestería en Mesoamérica (Whitmore y Turner II, 2001), ya que alternan uno

o dos ciclos agrícolas con largos periodos de descanso que permiten la recuperación del bosque y la fertilidad del suelo, promoviendo ciertas especies durante la sucesión vegetal (Whitmore y Turner II, 2001).

La característica principal de los Sistemas Agroforestales Sintrópicos es su capacidad para maximizar la producción en la unidad predial a través de una producción diversificada, en la que los árboles desempeñan un papel clave. Este enfoque permite obtener productos como maderas de baja y alta calidad, comenzando con la cosecha de especies de rápido crecimiento y, posteriormente, las de crecimiento más lento, como muchas de las maderas nativas de los diversos biomas de nuestro país.

Además, estos sistemas proporcionan recursos como leña, frutas, medicinas, forraje, miel y otros productos. Aprovechan de manera más eficiente la luz disponible mediante la estratificación de los componentes vegetales y optimizan el uso del agua al crear microclimas que mitigan las temperaturas extremas y reducen la velocidad del viento, disminuyendo así la evapotranspiración. También ayudan a regenerar el suelo y previenen la erosión tanto eólica como hídrica. La diversidad de productos ofrecidos reduce considerablemente los riesgos económicos para los productores y las empresas (Milz, 1997). En última instancia, la sintropía es lo opuesto a la entropía; en lugar de dirigirse hacia el caos, simplificarse y liberar energía, el sistema tiende a volverse más complejo y ordenado, absorbiendo energía solar en el proceso.

2.4.2 Realizar Deshierbé Selectivo y Poda Severa

Götsch introdujo el concepto de "deshierbe selectivo", que consiste en eliminar las plantas que pertenecen a etapas previas de sucesión natural dentro de un sistema. Este principio subraya que no se debe desherbar sin motivo ni "limpiar el terreno" indiscriminadamente. La aparición espontánea de una planta sugiere que esa planta tiene un papel en la mejora del sistema al ocupar un espacio vacío. Para decidir cómo actuar, es fundamental evaluar si el sistema está en una fase de colonización,

acumulación o abundancia. Es crucial remover las especies asociadas a etapas sucesionales anteriores para permitir que el sistema avance hacia una fase de mayor abundancia. Por ejemplo, al manejar una parcela en fase de acumulación, es necesario eliminar las plantas anuales y los pastos propios de un sistema de colonización. En un sistema de abundancia, se deben retirar las especies correspondientes al sistema de acumulación. No obstante, si una especie aparece de manera espontánea en una línea agroforestal y pertenece al mismo sistema que se está gestionando (colonización, acumulación o abundancia), no es necesario eliminarla. Es preferible mantenerla, manejarla adecuadamente, y podarla para que aporte materia orgánica y contribuya al ciclo de nutrientes del sistema, hasta que sea necesario realizar un aclareo.

En cuanto a la poda, se mencionaron algunos beneficios en el inciso anterior. Otros se observaron en el primero: sirven como fuente de material para cubrir el suelo. En cuanto a podar árboles y agregar sus troncos y ramas al suelo, es importante mencionar que estos árboles ayudan significativamente a mejorar el suelo. Varios autores han investigado el uso de pedazos de madera "rameal" como cobertura, que deben tener una longitud de no más de 5 cm y provenir de ramas con un diámetro de no más de 7 cm. Sus ensayos han demostrado resultados positivos, como la eliminación de nematodos en cultivos hortícolas en Senegal; el aumento de la materia seca en papa y la casi total erradicación de la esclerosis (*Scleroderma sclerotinium*); un incremento del 400% en la materia seca del maíz en Costa de Marfil mediante el aporte de madera rameal de *Azadirachta indica* y *Gliricidia sepium*; así como un aumento del 400% en el rendimiento del tomate y del 1000% en el de berenjena, entre otros resultados (Guarachi Condori, 2021).

Al aplicar el material, es crucial no mezclarlo con el suelo, ya que esto podría llevar a la inmovilización de nutrientes. En cambio, al aplicarlo en la superficie, se favorecerá la fijación de nitrógeno en el suelo. Esto se debe a que los microorganismos encuentran un material a descomponer con una relación carbono-nitrógeno

relativamente alta, dependiendo del material. Esto promueve la aparición y el desarrollo de bacterias fijadoras de nitrógeno, esenciales para la degradación del material. Así, se obtienen todos los beneficios, como la retención de humedad; en climas subtropicales, se ha observado que la necesidad de riego suplementario se reduce hasta un 50%. Además, contribuye al flujo de nutrientes, entre otros beneficios (Guarachi Condori, 2021).

Este tipo de madera posee propiedades particulares, como una elevada proporción de corteza y polifenoles solubles de cadena corta, que funcionan como precursores de un humus de alta reactividad. También contiene el 70% de los nutrientes de los árboles y tiene una relación carbono-nitrógeno que varía entre 30:1 y 170:1, en comparación con los troncos, cuya relación oscila entre 400:1 y 750:1. También contiene aminoácidos libres y una alta carga hormonal, lo que acelera la descomposición del material y resulta en materia orgánica que se mantiene estable a lo largo del tiempo (Dos Santos Rebello, 2018).

La poda ofrece beneficios que van más allá de los mencionados. Como se indicó anteriormente, las plantas se comunican entre sí a través de micorrizas y otros microorganismos. Al podar una planta, se le informa de una amenaza y responde al mismo tiempo con mayor fuerza, velocidad y salud. Mientras tanto, liberan ácido giberélico y hormonas de crecimiento a través de los exudados de las raíces, los cuales llegan a las demás plantas, incluyendo nuestros cultivos objetivo, y las hacen crecer. A su vez, el aumento del crecimiento fortalece las conexiones simbióticas entre plantas, bacterias y hongos que disponibiliza nutrientes (Götsch, 2015). Por otro lado, la poda permite la entrada de luz y la sincronización de los cultivos si está bien planificada.

Para minimizar los daños provocados por la caída de ramas grandes, las cuales son amortiguadas por los árboles situados en niveles inferiores, es crucial realizar las podas empezando por los árboles más altos y descendiendo hacia los más bajos. Esto

permite que los árboles alcancen su altura máxima sin obstaculizar el manejo. Las podas apicales se llevan a cabo en este orden para facilitar el crecimiento vertical. Se deben podar primero las ramas enfermas, torcidas o entrelazadas, que afectan negativamente la estructura de la planta. La poda puede ser drástica, cortando directamente el tronco principal, o más conservadora, manteniendo la arquitectura de la planta, dependiendo del objetivo de la poda, la especie de planta y el contexto específico. Estas podas alteran los porcentajes de sombreamiento, contribuyendo al rejuvenecimiento del sistema y al mantenimiento de su vigor. Además, se realizan podas de estratificación y fructificación, así como raleos, como parte del manejo integral.

Las podas de estratificación tienen el propósito de prevenir la competencia entre plantas por recursos, particularmente por la luz, asegurando que cada planta ocupe el estrato óptimo para su desarrollo. Para lograr esto, es esencial organizar las plantas en diferentes estratos. Se recomienda que las copas de los árboles no se toquen durante la poda y que exista una separación vertical de uno a dos metros entre ellas, lo que mejorará la penetración de luz en los estratos inferiores. Por otro lado, las podas de fructificación se realizan para promover la producción de flores y frutos, y para mejorar la salud general de la planta. Es fundamental considerar las características específicas de cada especie al realizar estas podas para asegurar su efectividad. Los raleos buscan eliminar las plantas que compiten en el mismo estrato y cuyas copas se están superponiendo. Habitualmente, se seleccionan para su eliminación las plantas correspondientes a etapas de sucesión más avanzadas, preservando aquellas en etapas sucesionales anteriores.

2.4.3 Cobertura de Suelo

Este principio fundamental es la base sobre la cual se desarrollan todas las prácticas, por lo que merece especial atención. La flora del suelo puede compararse con la piel humana, ya que un suelo expuesto está sujeto a degradación continua a

través de los siguientes procesos:

- Mineralización de la materia orgánica, que conlleva una pérdida de nutrientes.
- Deterioro de la estructura del suelo.
- Reducción de la capacidad para almacenar y retener agua.
- Compactación del suelo, lo que favorece el aumento de procesos anaeróbicos, que son perjudiciales para el crecimiento vegetal.
- Disminución de la infiltración del agua.
- Erosión, que puede generar problemas irreversibles a corto, mediano y largo plazo, como la formación de cárcavas y el deslizamiento de laderas.

Por el contrario, cubrir el suelo con materia orgánica en descomposición, como hojarasca, troncos y ramas, no solo detiene la erosión, sino que también mejora la calidad del suelo y fomenta su complejidad. La cobertura del suelo es crucial para su estructuración, mantener alta la humedad relativa del aire y prevenir la erosión. Además, reduce la variación térmica y la evapotranspiración, manteniendo el suelo húmedo por más tiempo y creando las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida, incluyendo la microbiología, las plantas y la fauna del suelo.

La poda frecuente e intensa es la técnica principal utilizada en la agricultura sintrópica para lograr una cobertura permanente del suelo de manera efectiva. Esta práctica es fundamental para ampliar los nichos ecológicos de los organismos del suelo y liberar nutrientes que sostienen los sistemas agroforestales (Steenbock y Vezzani, 2013). Por ejemplo, en la finca "Olhos de Água" en Brasil, Ernst Götsch logra procesar entre 180 y 200 toneladas de materia verde por hectárea, equivalente a 15 a 20 toneladas de materia seca, en un sistema de producción diversificado, centrado en el cacao, en sistemas productivos maduros (Götsch, 2018). A continuación, se analizarán los beneficios de incorporar materia orgánica al sistema.

Primero, es importante destacar que no todas las materias orgánicas en descomposición son iguales ni se descomponen de la misma manera. Sin embargo,

es útil revisar su ciclo general: una parte de la materia orgánica se integra a la biomasa microbiana, otra se transforma en materia orgánica humificada y, durante el proceso, se libera dióxido de carbono a la atmósfera como subproducto de la descomposición. También se liberan nutrientes que pueden ser consumidos por microorganismos o absorbidos por las plantas (Steenbock y Vezzani, 2013). Así, se incrementa la materia orgánica en forma de carbono lábil, que se transforma rápidamente y, por lo tanto, está disponible para ser asimilado, así como carbono estable, que se conoce como humus, dependiendo del tipo de material de origen.

Esto mejora las propiedades físicas y químicas del suelo. La materia orgánica particulada, que se forma a partir de macroagregados de entre 0.053 mm y 2 mm de tamaño, aumenta la porosidad del suelo al crear más y mayores poros. Este aumento en la porosidad facilita la infiltración y el drenaje del agua, incrementando así la disponibilidad de agua y aire en el suelo, elementos esenciales para la vida de los organismos edáficos (Steenbock y Vezzani, 2013). Además, esta condición proporciona un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas y, en particular, para el desarrollo de sus raíces.

No solo se incrementa la actividad biológica de los microorganismos, sino también la de toda la red trófica, lo que resulta en un aumento tanto en la cantidad como en la variedad de la micro y meso fauna. Estas contribuyen a la formación de macroporos al crear galerías en el suelo durante su desplazamiento, mejorando así la estructura del suelo, la infiltración y el drenaje del agua. Además, cuando se combina con la capacidad de la materia orgánica para retener agua, esto optimiza el almacenamiento de agua en el perfil del suelo.

En relación con las propiedades químicas, la materia orgánica facilita que los nutrientes estén en una forma asimilable por las plantas al funcionar como un buffer y ajustar el pH del suelo. Esto ocurre porque el pH que permite la disponibilidad de todos los micro y macronutrientes coincide con el pH de la materia orgánica, el cual varía

entre 6.5 y 7.5.

Además, la materia orgánica estable posee una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que contribuye a retener los nutrientes en el suelo y a prevenir su pérdida continua. Según Steenbock (2013), al comparar los valores de CIC de ciertos minerales del suelo con los de la materia orgánica humificada, se observa una notable contribución de la materia orgánica a la CIC. Estos valores se detallan en la tabla de contenido, destacando el significativo aporte de la materia orgánica.

Como se mencionó antes, el suelo también puede cubrirse con capas vegetales. Contrario a lo que se suele afirmar, no son los cultivos ni las plantas las que agotan el suelo, sino las prácticas asociadas a su cultivo las que lo degradan. Las plantas tienen la capacidad de fijar carbono y materia orgánica en el suelo, así como en sus tallos, hojas y troncos. Según Jones (2008), mediante lo que denomina “La vía del carbono líquido,” entre el 30% y el 40% del carbono fijado en las hojas verdes se transfiere al suelo y se humifica rápidamente a través de las hifas de los hongos micorrízicos, siempre y cuando se den las condiciones adecuadas.

Este proceso ocurre cuando la planta libera azúcares simples que son transformados por la microbiología asociada, especialmente las micorrizas, en polímeros de carbono altamente complejos. Estos polímeros se componen de carbono y nitrógeno provenientes de la atmósfera, combinados con varios minerales del suelo.

Jones (2008) distingue entre el carbono humificado y la reserva de carbono orgánico lábil, ya que presentan diferencias significativas en términos físicos, químicos y biológicos. La reserva lábil de carbono orgánico se origina cerca de la superficie del suelo a partir de entradas de biomasa, como residuos de cosechas, podas y raleos, y se descompone rápidamente, salvo en el caso de la biomasa lignificada, como la madera, que tiende a formar humus estable y duradero (Dos Santos Rebello, 2017). En contraste, el carbono humificado constituye una parte

estable e integral del suelo, permaneciendo intacto durante cientos de años y fijando entre 5 y 20 toneladas de CO₂ por hectárea anualmente (Jones, 2008). Además, Jones resalta la importancia de una amplia diversidad de microorganismos del suelo, incluidos hongos micorrízicos, bacterias fijadoras de nitrógeno y bacterias solubilizadoras de fósforo, para la formación de humus y la estructuración del suelo.

Los microorganismos y las plantas colaboran en la obtención de energía a partir de los azúcares vegetales (carbono líquido), mientras que los microorganismos suministran agua y nutrientes esenciales, como zinc, fósforo y nitrógeno, a las plantas. Las micorrizas tienen la capacidad de conectarse a varias plantas en el suelo, facilitando el intercambio de nutrientes entre diferentes individuos e incluso entre distintas especies (Jones, 2008). Este proceso es especialmente relevante en los bosques, donde la regeneración de ciertas especies podría ser inviable debido a la falta de luz y, por ende, a la incapacidad de realizar la fotosíntesis, de no ser por el suministro de carbono y otros nutrientes que las plantas adultas proporcionan a las plantas jóvenes a través de las micorrizas.

Diversas investigaciones han evidenciado este fenómeno, mostrando que la comunicación a través de las micorrizas se da principalmente entre plantas de distintas especies, no entre plantas de la misma especie. Sin la presencia de microorganismos del suelo, las plantas no colaborarían de esta manera. Así, los microorganismos contribuyen a la mejora de la estructura del suelo al incrementar la complejidad de la estructura vegetal.

2.4.4 Concentrar Energía y Generar Biomasa de Forma Eficiente

Para incrementar los niveles de materia orgánica en el suelo y basándose en el principio de que "suelo sano equivale a plantas sanas", se utiliza esta estrategia para acelerar la regeneración del suelo, complejizar el sistema y reactivar la vida edáfica. En la práctica, esto implica cubrir el suelo con materia orgánica en descomposición,

manteniendo una capa de cobertura de al menos 10 cm de grosor, sin un límite máximo. Cuanta mayor sea la cobertura, mejor será la retención de humedad en el suelo, se acelerarán los procesos biogeoquímicos, y se reducirán los posibles estreses que puedan afectar a las plantas.

La disposición del material en el suelo es igualmente crucial. Se debe distribuirlo de manera que las partículas sean lo más pequeñas posible y que mantengan contacto directo con la superficie del suelo (Steenbock y Vezzani, 2013). Aunque no hay procedimientos universales y la técnica puede variar según los recursos locales disponibles, en general, se recomienda colocar los materiales de descomposición lenta, como la madera (en troncos, astillas o virutas), con la mayor área posible en contacto con el suelo, y añadir hojas, restos de cosecha o paja por encima. Esto ayuda a mantener la madera húmeda y facilita su descomposición por hongos. En contraste, si la madera no está en contacto directo con el suelo o queda expuesta al sol, se secará y tardará considerablemente más en descomponerse, reduciendo así su contribución al sistema.

Entender el papel de los árboles, así como de ciertos arbustos y pastos con raíces profundas, es fundamental para el ciclado de nutrientes. Estas plantas extraen nutrientes del subsuelo que luego se transfieren a la superficie a través de la poda, la caída de hojas o la muerte de raíces superficiales. Este proceso de translocación incrementa la cantidad de nutrientes disponibles en las capas superiores del suelo (Steenbock y Vezzani, 2013). Además, estas especies actúan como “bombas de agua”, aportando humedad al perfil del suelo desde las capas profundas cuando las capas superficiales están secas. Para ilustrar, aunque no es una regla estricta, Corrêa Neto et al. (2016) en Brasil sugieren una separación entre líneas de 3 a 4 veces el ancho de cobertura. Por ejemplo, si el ancho del cantero para la línea agroforestal es de un metro, la distancia recomendada entre filas sería de 3 a 4 metros.

2.5 Desarrollo Urbano

2.5.1 Alternativas del Desarrollo Urbano

La capital del estado de Yucatán, Mérida, se encuentra en la región sureste de México. Su clima favorable, potencial turístico, economía dinámica, servicios de alta calidad y percepción elevada de seguridad son factores que estimulan la creación de nuevas empresas que demandan trabajadores altamente capacitados (Bolio, 2001). Esta dinámica ha promovido un crecimiento acelerado en la ciudad, que anteriormente era considerado lento, pero que experimentó una transformación radical en los procesos de urbanización. Como resultado, se ha generado un patrón de expansión horizontal, desorganizado y disperso (Bolio, 2014).

A finales de la década de 1980, el mercado inmobiliario de Mérida experimentó un notable crecimiento tras la disminución de la actividad henequenera. Se estima que se expropiaron alrededor de 9 mil hectáreas, creando así una gran reserva de tierras para usos urbanos. Para el año 2001, casi la totalidad de estas tierras ya había sido utilizada, quedando menos de 100 hectáreas disponibles de las originalmente expropiadas (Ramírez, 2010). Los terrenos adicionales liberados por especuladores privados se transformaron en suelo urbano, alcanzando en 2006 un total de más de 33 mil hectáreas registradas en el catastro del municipio de Mérida (Iracheta y Bolio, 2012).

El crecimiento de la mancha urbana de Mérida se ha mantenido constante, acompañado de cambios en el uso del suelo y en la vegetación que disminuyen los servicios ambientales. Este desarrollo, junto con la especulación del suelo, ha convertido a los propietarios de terrenos en impulsores de la urbanización. Es crucial observar la transición de la vegetación selvática baja a la vegetación secundaria. De acuerdo con el Ayuntamiento de Mérida, el plan de infraestructura verde indica que la cobertura arbórea promedio en la ciudad era del 21.2% en 2019. No obstante, investigaciones previas realizadas por Pérez (2015) indican que en las áreas

residenciales con ingresos medios, la cobertura arbórea se reduce al 5%. Considerando que el crecimiento urbano y la oferta de viviendas están dirigidos a esta población, es probable que la cobertura arbórea disminuya aún más, por debajo de los estándares actuales.

Los servicios ambientales que reciben los habitantes de desarrollos residenciales están estrechamente vinculados a la calidad de las áreas verdes. Los desarrolladores de viviendas suelen priorizar la adaptación del espacio a sus proyectos, en lugar de diseñar conforme a las características naturales del área, lo que resulta en un proceso que no es inmediato. Por ello, esta investigación se centra en el análisis y la aplicación de técnicas de agricultura sintropica, en las que especialistas, vecinos y estudiantes universitarios trabajen juntos para reforzar y promover la importancia de las áreas verdes públicas dentro del fraccionamiento Las Américas, ubicado en la zona periurbana al norponiente de la ciudad de Mérida. Además, se busca conocer la percepción de los residentes sobre el entorno y los servicios ambientales, y cómo esta percepción ha influido en los procesos organizativos y en los servicios que proporcionan las áreas verdes urbanas dentro de su ciclo biológico intrínseco.

2.5.2 Ordenamiento Territorial y Aspectos Socioambientales en Espacios Verdes Públicos.

Los modelos de ciudad difusa o compacta, según Flores-Xolocotzi y González-Guillén (2010), han causado problemas como la pérdida de espacios verdes en las ciudades. La crisis social y ambiental ha sido en parte la causa de estos procesos. De esta manera, en situaciones en las que la necesidad no está cubierta y es urgente, generalmente se inicia un proceso de toma y intervención del espacio a través de un proceso social. Este proceso ocurre con frecuencia en lugares donde la gente vive, como calles, parques, áreas verdes e incluso áreas privadas de uso común.

Las áreas verdes urbanas representan una oportunidad para mejorar la vida social y ambiental en las ciudades, ya que en estos espacios se desarrolla la sociedad

mientras se mitigan los efectos negativos de la urbanización, como la contaminación del aire, visual y sonora. El uso de áreas verdes y otras estrategias de diseño puede reducir estos impactos. La ocupación y accesibilidad de estos espacios mejoran la vida social y ambiental de las comunidades. Basándonos en lo anterior, los espacios públicos en las ciudades se pueden definir como lugares donde las personas realizan actividades individuales o colectivas. Las intervenciones en estos espacios pueden surgir de la planificación urbana, proyectos habitacionales o la apropiación de espacios, y pueden ser promovidas por agentes internos o externos. A través de los espacios verdes urbanos, estas intervenciones ofrecen beneficios sociales mediante interacciones tanto sociales como ambientales.

Burke (2001) señala que la percepción es una construcción social que impacta el uso de los recursos. En este contexto, Rendón (2010) destaca que las áreas verdes urbanas juegan un papel fundamental en el desarrollo de la interacción entre la sociedad y el medio ambiente, contribuyendo a mejorar la calidad de vida en las ciudades.

2.5.3 Desarrollo Urbano sustentable

Desde 1950, la ciudad de Mérida ha experimentado un aumento en su tamaño en promedio de seis veces, alcanzando una superficie urbanizada de alrededor de 26,000 hectáreas en 2020. Según el Censo de 2020, había 303.783 viviendas en el municipio de Mérida, lo que representa el 46.2% del total de viviendas en Yucatán.

Desde el año 2000, el modelo de desarrollo urbano expansivo y disperso ha llevado a una notable reducción en la densidad de población y de viviendas en el Municipio de Mérida. En este municipio, hay un promedio de 3.3 personas por vivienda y 0.8 personas por habitación. Para 2020, la densidad poblacional promedio es de 33.5 habitantes por hectárea, lo cual está por debajo de las recomendaciones establecidas en el Código de Edificación de Vivienda de la CONAVI (2010).

La capacidad de carga urbana, ambiental e institucional asociada al desarrollo urbano se ve directamente afectada por los modelos de desarrollo expansivo y disperso. Estos modelos, caracterizados por una baja densidad, resultan en un aumento de los costos de infraestructura, equipamiento y servicios. Además, conllevan la pérdida de suelo natural y sus funciones ecológicas, así como la contaminación derivada del uso excesivo de vehículos y la segregación urbana. Estas problemáticas definen las zonas urbanas del siglo XXI (Hermida, M., Hermida, C., Cabrera y Calle, 2015).

En contraste con la expansión urbana, se está desarrollando en Mérida una zona de baja densidad con numerosos espacios vacíos. Según el Censo de 2020, había 359,459 viviendas ocupadas y 57,207 viviendas desocupadas. Los modelos de desarrollo urbano de baja densidad impactan directamente la capacidad de carga de las ciudades desde las perspectivas ambiental e institucional, debido a su asociación con el aumento de los costos de infraestructura, equipamiento y servicios.

El modelo de ciudad ideal debe priorizar la calidad de vida urbana y la sostenibilidad a través de una planificación, diseño y regulación que se ajuste a las capacidades administrativas, financieras y operativas disponibles. Es fundamental adaptar los sistemas de planificación, gestión y gobierno a las nuevas condiciones que favorecen la prosperidad, la resiliencia y la inclusión en las ciudades. La vivienda debe ser vista no solo como una estructura construida, sino como un elemento esencial junto con la movilidad urbana y los espacios públicos, todos cruciales para la habitabilidad y calidad de vida de los habitantes.

El IMPLAN-Mérida desarrolló en 2019 el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) para guiar a los municipios en sus responsabilidades de planificación en materia de movilidad urbana. Este plan no solo define líneas estratégicas y acciones necesarias para alcanzar los objetivos deseados para 2040,

sino que también establece metas claras, alcanzables y medibles. Además, reconoce que su implementación requiere no solo el compromiso político de los funcionarios públicos, sino también el consenso de los actores principales y de la sociedad civil en general.

Según el PIMUS (2019), cada día, cientos de miles de personas se desplazan por Mérida y sus áreas en transición urbana de diversas maneras, que se categorizan en: transporte público, vehículos particulares, vehículos no motorizados y desplazamientos a pie. En 2015, la distribución de los viajes era la siguiente: el 9 % se realizaba a pie, el 3 % en vehículos no motorizados, el 47 % en transporte público y el 31 % en vehículos privados. Además, el 10 % de los viajes no contaba con información específica.

La administración municipal reconoce que, para lograr un desarrollo sustentable en el municipio, es fundamental que la planificación urbana, la movilidad, la vivienda, los espacios públicos y la participación ciudadana estén integrados de manera coherente. El objetivo es reemplazar la actual tendencia de urbanización fragmentada y expansiva con un modelo urbano en el que la zonificación, el uso del suelo, la densidad de ocupación, y la provisión de servicios fomenten un enfoque transversal y participativo que pueda abordar eficazmente los problemas urbanos.

Se anticipa que un aumento descontrolado en el número de asentamientos humanos incrementará los riesgos y, por ende, la vulnerabilidad de la población en la región. Los instrumentos de gestión de riesgos, el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán y, proporcionan análisis detallados de las amenazas y vulnerabilidades del territorio. Estos documentos permiten identificar áreas de riesgo y peligro y ofrecen orientaciones sobre las medidas de mitigación aplicables tanto en entornos habitados como naturales. Dado su papel crucial en el ordenamiento territorial y la planificación urbana, es fundamental que las políticas públicas urbanas se alineen con estos instrumentos para promover el desarrollo de territorios resilientes y fortalecer las capacidades locales.

Capítulo 3. Marco Contextual

3.1 Agricultura regenerativa en el mundo

De acuerdo con la FAO (2019), el sistema agroindustrial global es el principal responsable de la eutrofización de las aguas superficiales a nivel mundial, contribuye en torno a un tercio de la acidificación terrestre y genera aproximadamente el 25% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano. Este modelo es una de las principales causas del cambio climático, en gran medida debido a las alteraciones en las prácticas de uso del suelo, las técnicas agrícolas tradicionales y los métodos extendidos que están modificando los agroecosistemas.

Los monocultivos, el uso extensivo de la tierra, la siembra de semillas transgénicas, y la aplicación intensiva de fertilizantes y plaguicidas químicos, junto con el empleo de maquinaria y sistemas de riego ineficientes, representan problemas significativos en la producción agrícola. La intensificación de estas prácticas está generando una crisis en la producción agrícola y ejerciendo una creciente presión sobre los suelos, lo que resulta en degradación, desertificación, salinización, compactación y pérdida de materia orgánica, reduciendo así la capa superficial cultivable del suelo (Edici & Kossmann, 2019). En contraste con la agricultura climáticamente inteligente, el enfoque de "agricultura regenerativa" busca restaurar sistemas agrícolas mediante procesos ecosistémicos funcionales y suelos saludables, promoviendo un cambio autosostenible y una gestión sustentable (Gosnell et al., 2019c).

Reevaluar los enfoques alternativos en agroalimentación implica examinar distintas metodologías para trabajar la tierra, entender la relación con la naturaleza y las interacciones humanas, así como las posturas políticas frente al modelo dominante en estos movimientos (Vrska, 2019). Desde una perspectiva de integridad funcional,

la sostenibilidad se define como una actividad que no compromete la capacidad de un sistema para autorregenerarse. El enfoque regenerativo pone énfasis en la recuperación y conservación de recursos para asegurar su disponibilidad para futuras generaciones, destacando prácticas productivas eficaces que promuevan la fertilidad del suelo como su principal objetivo (Pressler et al., 2020; Vrska, 2019).

3.1.1 Brasil

Los riesgos asociados al cambio climático están en ascenso en Brasil. No obstante, el informe más reciente del Banco Mundial titulado "Cambio Climático y Desarrollo en Brasil" sugiere que el país tiene la posibilidad de alcanzar sus objetivos de sostenibilidad y crecimiento para 2050 si se implementan combinaciones adecuadas de políticas, reformas y estrategias de financiamiento. Además, la agricultura regenerativa podría beneficiarse de la adopción de buenas prácticas agrícolas y ambientales.

La sequía, las inundaciones repentinas y los desbordamientos de ríos en las ciudades son eventos climáticos extremos que causan pérdidas anuales en Brasil de alrededor de 13 billones de reales. Para el 2030, la pobreza podría aumentar entre 0.4 y 1.3% debido a las reducciones en los ingresos de los agricultores, los cambios en los precios de la comida, los efectos en la salud y la productividad del trabajo disminuida por las temperaturas.

Brasil posee una ventaja considerable, dado que cerca de la mitad de su energía proviene de fuentes renovables, incluyendo el 80% de su electricidad. Con la implementación de políticas e inversiones adecuadas, el país tiene el potencial de convertirse en un líder global en energía limpia. Esto requeriría la protección del Amazonas mediante un plan de desarrollo que facilite una mayor producción de productos en menos superficie, utilizando técnicas de agricultura sostenible y regenerativa, y una mejora en la conservación de sus bosques.

La prohibición de la deforestación ilegal es esencial para alcanzar los objetivos de desarrollo y mitigación del cambio climático. Gracias a las políticas y planes de conservación y protección forestal, Brasil consiguió reducir la deforestación en el Amazonas en un 80% entre 2004 y 2012, lo que resultó en una disminución del 65% en sus emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque esta tendencia se ha revertido en años recientes, el país está en una posición favorable para reimplantar y fortalecer estas políticas, con el objetivo de alcanzar sus metas para 2028.

3.1.2 Colombia

En Colombia, el uso agrícola refleja una subutilización significativa del suelo, ya que la actividad agrícola ocupa 22 millones de hectáreas, pero solo se utilizan 5 millones de ellas. Los cambios en el uso del suelo y la gestión agrícola hacia sistemas más sostenibles son factores antrópicos que intensifican la degradación de la tierra. La agricultura regenerativa se enfoca en restaurar la calidad del suelo para mejorar la provisión de múltiples servicios ecosistémicos (Luján Soto et al., 2020; Sahu & Das, 2020). Esta práctica promueve diversas estrategias de manejo, como la mínima perturbación del suelo, la reducción de la labranza, el mejoramiento de la fertilidad del suelo, el aumento de la actividad biológica, la prevención de la erosión y la integración de la actividad ganadera.

Cuando se aplica la Agricultura Regenerativa (AR), se puede mejorar la biodiversidad mediante técnicas como la rotación de cultivos, prácticas agroforestales, y la conservación de raíces vivas para asegurar la calidad del suelo a lo largo de las estaciones. Esto también incluye la captura de carbono para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Un beneficio adicional de la AR es su capacidad para mitigar los efectos de las sequías, ya que ayuda a mantener la humedad del suelo y mejora la retención y filtración del agua. Es importante destacar que los suelos, al ser manejados adecuadamente, pueden contribuir a garantizar la seguridad alimentaria,

siempre que se eviten o resuelvan los conflictos de uso. Aunque esto puede parecer sencillo, en la práctica es complicado debido a los diversos intereses sociales, económicos y ambientales. Hay dos conceptos clave a considerar: primero, los conflictos de uso del suelo, que ocurren cuando el suelo se utiliza para fines distintos a su capacidad natural, lo que requiere identificación y solución para prevenir la degradación. Un ejemplo claro es el uso de tierras agrícolas para la ganadería, y viceversa.

En segundo lugar, los cambios en el uso del suelo, como la deforestación, la urbanización y la alteración de tipos de cultivos, pueden modificar localmente el comportamiento de fenómenos meteorológicos, aumentando la frecuencia de eventos extremos como tormentas y heladas, y afectando variables climáticas como la temperatura, la precipitación y el viento. La interacción de estos fenómenos y factores reduce la productividad de los agroecosistemas involucrados, comprometiendo la seguridad alimentaria. Las dificultades que enfrentan los recursos naturales, incluyendo el suelo, tienen su origen en causas más profundas, como los desequilibrios generados por la economía global y sus modelos de crecimiento que no respetan el medio ambiente.

Según la FAO (2011), en su informe "Ahorrar para crecer", la seguridad alimentaria (SA) se define como la condición en la que "todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable". Esta definición destaca la complejidad del concepto de seguridad alimentaria, lo que requiere la integración de múltiples y variadas aproximaciones para su comprensión y logro.

3.1.3 México

El uso excesivo de agroquímicos y riego ha generado desequilibrios

ambientales en varias regiones del mundo, desde descensos históricos en los niveles de los acuíferos (Tiwari et al., 2009) hasta la desaparición de la vida acuática en costas y océanos. Además de los efectos en los sistemas hídricos y acuáticos que resultan de nuestras prácticas alimentarias y agrícolas habituales, también hay otras repercusiones, como la significativa emisión de gases de efecto invernadero.

En relación con este aspecto, durante la última década se ha estimado que la agricultura es una fuente neta de dióxido de carbono (Zeng et al., 2014). Sin embargo, este sector tiene el potencial de convertirse en un sumidero de carbono si se implementan buenas prácticas de manejo del suelo (Northrup et al., 2021). La agricultura regenerativa se define como "el proceso de rehabilitación del suelo para mantener su productividad a largo plazo, evitando así la expansión agresiva hacia nuevas áreas". Esta práctica también incluye actividades de reforestación y restauración de turberas, entre otras, exceptuando los territorios abandonados. La regeneración de suelos no solo contribuye positivamente al equilibrio del carbono terrestre, sino que también incrementa la productividad de los cultivos y forrajes. A diferencia de la agricultura orgánica, que reduce la acumulación excesiva de agroquímicos en suelos y cuerpos de agua, la agricultura regenerativa permite una mayor producción con un uso reducido de insumos.

Aunque diversas facetas de la agroecología han sido incorporadas en iniciativas globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, la adopción de estos enfoques a gran escala ha sido limitada debido a los costos que los consumidores deben asumir. En este contexto, la mayoría de los gobiernos no han proporcionado los incentivos necesarios para que la población pueda acceder a alimentos producidos mediante prácticas que regeneren los servicios ambientales que proporcionan el agua, los suelos y los bosques. Los críticos argumentan que la única manera de continuar alimentando a la población mundial es a través de los sistemas agroindustriales.

No obstante, investigaciones recientes sobre el costo real de los alimentos en la sociedad estadounidense han revelado que, al incluir los costos ambientales (como la contaminación del agua, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad), los riesgos para la salud y el impacto económico, el precio que los consumidores deberían pagar sería tres veces superior al actual.

Sin embargo, diversos estudios han demostrado que, a través del manejo integral del suelo, teniendo en cuenta variables como la fertilidad y la microbiología, se puede aumentar la capacidad de los suelos para resistir condiciones climáticas extremas, especialmente durante las sequías. Esto puede traducirse en una mayor estabilidad financiera para los agricultores. Se estima que, en Estados Unidos, los ingresos a largo plazo por hectárea con estas prácticas pueden ser el doble en comparación con una hectárea cultivada con métodos convencionales, debido a un menor requerimiento de insumos, una menor pérdida de suelos y mayores rendimientos como resultado de su resiliencia frente al calentamiento global (Asseng et al., 2015).

Dada la evidencia de los beneficios de la agricultura regenerativa, sería recomendable establecer una normativa que promueva, regule y certifique los productos derivados de estas prácticas. Estos estándares deberían incluir requisitos fundamentales como evitar la degradación del suelo, prevenir la contaminación de fuentes de agua cercanas y fomentar el bienestar de los animales y los trabajadores agrícolas. Para alcanzar este objetivo, es crucial contar con información e indicadores sobre la biodiversidad, la salud del suelo y los servicios ambientales (como el carbono y el agua) generados por el sistema agrícola que busque adherirse a este enfoque productivo.

Finalmente, es fundamental promover la adopción de prácticas agrícolas ambientalmente responsables en México. Para alcanzar este objetivo, es necesario implementar políticas gubernamentales que ofrezcan incentivos financieros a los agricultores que opten por estas prácticas, tanto a nivel federal como estatal. Además, los incentivos, ya sean directos (como beneficios fiscales o la creación de mercados de carbono) o indirectos (como aquellos provenientes de los consumidores), deben ser accesibles de manera equitativa para todos los productores, independientemente de su tamaño.

La implementación a gran escala de prácticas regenerativas en los sistemas agrícolas de México podría restaurar la salud ambiental de cuencas y acuíferos, particularmente en regiones dominadas por actividades agropecuarias. En su papel como centro de investigación pública, el IMTA tiene la capacidad de revolucionar la agricultura mexicana al capacitar a los agricultores en la adopción de prácticas más sostenibles, lo cual beneficiaría a todas las partes involucradas, especialmente al medio ambiente.

3.2 Aplicación de Técnicas de Agricultura Regenerativa en Yucatán

En Yucatán, los agricultores tienen la capacidad de demostrar que se puede producir un cambio beneficioso para el medio ambiente, optimizando la rentabilidad de cada metro sembrado, sin descuidar los aspectos ambientales y sociales.

3.2.1 Zona Sur

En Oxkutzcab y Akil, en el sur del estado de Yucatán, la agricultura es la principal industria, lo que genera una gran cantidad de desechos orgánicos. El mercado municipal, la central de abastos y la planta de procesamiento de cítricos "Lol-Páakal" son los principales lugares de producción y acumulación de estos desechos. Para reducir sus efectos negativos, es esencial gestionarlos adecuadamente. El

compostaje a cielo abierto es uno de los métodos más recomendados para poblaciones similares porque permite la estabilización de desechos con alto contenido orgánico y requiere poca tecnología.

La composta, producida a través del proceso de compostaje de desechos, se utiliza principalmente en la agricultura. Para ser adecuada para este uso, la composta debe estar libre de patógenos y fitotóxicos que puedan inhibir el crecimiento de las plantas (Gehr & Grobe, 1997), lo que indica que debe haber alcanzado un nivel de madurez que garantice su compatibilidad con las prácticas agrícolas. Una vez madura, la composta deja de emitir olores (Savviozzi et al., 1988), permitiendo su almacenamiento sin inconvenientes. Además, la composta también puede emplearse como material de cobertura en rellenos sanitarios o vertederos controlados, especialmente en áreas rurales (Díaz et al., 1993).

3.2.2 Zona oriente

La ganadería extensiva ha sido un factor principal en la deforestación, transformando selvas en pastizales artificiales. Esta conversión provoca alteraciones significativas en la estructura física del suelo, como su compactación y la pérdida de fertilidad. Para mitigar estos efectos en los pastizales, se emplean grandes esfuerzos y recursos económicos, tales como fertilización y riego. Aunque la fertilización con nitrógeno puede ser efectiva para aumentar la producción, conlleva altos costos y no resuelve el problema de la estacionalidad. El riego puede mitigar la estacionalidad, pero su tecnología es frecuentemente inaccesible y costosa. A medida que la degradación del suelo avanza, los gastos en el mantenimiento de los pastizales aumentan.

En Yucatán, se pueden distinguir hasta cinco tipos de suelo en parcelas menores de 1 hectárea. Para una utilización óptima del suelo, es fundamental elaborar mapas parcelarios, ya que la variabilidad espacial de los suelos afecta la distribución

y el crecimiento de las plantas. Los sistemas silvopastoriles (SSP), que integran árboles y arbustos con pastos y ganado, ofrecen diversos beneficios, tales como la reducción de los costos de establecimiento, el incremento de la productividad a largo plazo, la mitigación de los impactos negativos del estrés climático en los animales y la provisión de múltiples servicios ambientales.

Entre las diversas estrategias para mitigar el deterioro ambiental asociado con la expansión de la ganadería extensiva en el trópico mexicano, se destaca la adopción de prácticas agroforestales como el silvopastoreo. Estas prácticas pueden incluso mejorar el rendimiento animal, incluyendo la ganancia de peso y la producción de leche, sin necesidad de insumos externos, especialmente durante la temporada seca, que es crítica debido a la escasez de forraje, agua, el intenso calor y la pérdida de peso en los animales. Por lo tanto, el diseño de sistemas silvopastoriles basados en vegetación secundaria resulta beneficioso, ya que son más económicos de establecer, proporcionan múltiples servicios ambientales y pueden integrarse con la ganadería tradicional de baja inversión, aunque su implementación efectiva requiere un mayor conocimiento técnico.

3.2.3 En varias zonas de Yucatán y Quintana roo

Contribución del programa Sembrando Vida en la reducción de la pobreza: una estrategia para disminuir la vulnerabilidad social:

El programa Sembrando Vida surgió en el ámbito rural con objetivos similares a los planteados históricamente en la política social en México: combatir la pobreza rural, originada por el desempleo y la marginación. En la actualidad, se destaca como uno de los programas con mayor presupuesto en las zonas rurales de estados como Yucatán y Quintana Roo, enfocándose en el bienestar, la sustentabilidad, la soberanía alimentaria y la transferencia directa de recursos monetarios. Este programa ha avanzado significativamente en el desarrollo rural al generar empleos permanentes para más de 455,749 campesinos a nivel nacional (69% hombres y 31% mujeres),

todos ellos con ingresos por debajo de la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI) rural de \$3,090.81 MXN, según el Coneval (Secretaría de Bienestar, 2020).

Se estableció un monto económico ordinario de \$5,000.00 MXN mensuales, que ahora es de \$6,000.00 MXN. De estos \$5,000.00 MXN, \$250.00 MXN se destinarían a una institución financiera y \$250.00 MXN al Fondo de Bienestar. Además, de recibir acompañamiento técnico y social y apoyo en especie (DOF, 2020). Los primeros tres años del programa se enfocaron en implementar transformaciones y estrategias para los agricultores. La implementación de SAF y MIAF fue su principal objetivo, con una meta de siembra de 3000 árboles (frutales, maderables e industriales) en 2.5 ha.

El recurso económico ordinario establecido para los denominados sembradores, es cuestionado por ellos mismos. Unas perspectivas se enfocan en los beneficios obtenidos y otras, en no considerar SV como una oportunidad de empleo, sino como un complemento. Los participantes de este estudio argumentaron que, durante este periodo de ajustes y desajustes del programa se requirió de mayor inversión, participación y dificultad. Puesto que el recurso económico mensual fue distribuido de diferentes maneras: 1) cubrir gastos de vivienda; 2) alimentación; 3) inversión en actividades del programa (viveros); 4) mantenimiento de herramientas; 5) salud; y 6) educación. Además, aunado a los aspectos económicos y sociales, cada sembrador tenía objetivos individuales o familiares que los posicionaban en ventaja o desventaja frente a la nueva dinámica de trabajo establecida por el programa.

3.3 Técnicas de Agricultura Regenerativa en el Municipio de Mérida

En mi opinión, es evidente que el término "regenerativa" proviene del verbo "regenerar". El objetivo principal de estas técnicas agrícolas es mejorar la calidad del suelo o la tierra en la que cultivamos y cosechamos nuestra comida.

3.3.1 Huertos Comunitarios Urbanos

Según Smit, Ratta y Nasr (1996), el término "huerto urbano" se refiere al cultivo de plantas, árboles y ganado dentro de las áreas urbanas o periurbanas, abarcando tanto el cultivo como las provisiones necesarias y las posibles actividades de venta de los productos y servicios derivados. Pearson, Pearson y Pearson (2010) amplían esta definición al señalar que, en general, se emplean métodos de producción intensiva y que los huertos urbanos suelen centrarse en cultivos hortícolas destinados a la producción de alimentos (vegetales y frutas) y flores, en lugar de plantas ornamentales utilizadas en el diseño paisajístico. Mougeot (2008) destaca que la principal diferencia entre la agricultura urbana y la rural radica en su integración en los sistemas económicos y ecológicos urbanos. Además, Zaar (2011) agrega que la agricultura urbana y los huertos urbanos se realizan frecuentemente en propiedades privadas (como patios o terrazas) o en terrenos vacantes, y son llevados a cabo exclusivamente por residentes urbanos.

Jazmín Amada Díaz Vázquez, quien ha establecido conexiones entre uno de los huertos comunitarios que desarrolló y los residentes del fraccionamiento Las Américas, sostiene que el trabajo comunitario puede y debe promover la paz a través de la seguridad alimentaria, así como una vida saludable, sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Como ingeniera agrónoma y fundadora del proyecto Ecoemprendedoras de la Tierra, Díaz Vázquez lidera un grupo de mujeres autogestionadas dedicadas a la creación, gestión y divulgación de proyectos agroecológicos, culturales y socioambientalmente responsables. Su labor fue reconocida con el Premio Ayuntamiento de Mérida a la Cultura Ciudadana 2021 en la categoría de Convivencia con el Entorno Ambiental.

La organización ha estado colaborando con la población durante dos años, en los que no solo les enseñan a cultivar sus propios alimentos, sino también a tomar posesión de los espacios públicos que les pertenecen como comunidad, los cuales

suelen ser olvidados o utilizados para fabricar más placas de hormigón. Actualmente, la comunidad tiene tres huertos comunitarios y otras personas han implementado esta iniciativa en sus respectivos lugares.

Uno de estos "santuarios de la biodiversidad" se encuentra en la esquina de las calles 112 x 55b y 55c de Las Américas y tiene un letrero que dice "proyectos de paz mundial". En ese lugar se pueden cultivar diversos productos como pepinos y tomates. El trabajo de la comunidad ha hecho que este pequeño rincón verde, que también es una escuela, se respire mejor y el aire sea más fresco.

3.3.2 Áreas Verdes y Arbolado en Mérida

Desde una perspectiva ecológica, una ciudad sostenible es aquella que mantiene conexiones estables con su región de origen, desde la cual obtiene recursos y a la cual transfiere sus residuos (Girardet, 2001: 53). Esto implica que su impacto ambiental, en términos de contaminación y uso de recursos naturales, no compromete ni su territorio ni el de otras áreas. En algunos casos, especialmente en países desarrollados, las ciudades alcanzan sostenibilidad interna al proteger su entorno mediante sistemas productivos más ecológicos, tratamientos avanzados de residuos, un uso extendido del transporte público o bicicletas, y la presencia de extensas áreas verdes.

En 2010, se reportó que Mérida disponía de 5,120,925.73 m² de áreas verdes con vegetación arbórea, distribuidos en 490 parques (Ayuntamiento de Mérida, 2010a: 199). Esta cifra equivale a un promedio de 6.9 m² de áreas verdes por habitante, lo cual está por debajo de los 9 m² recomendados por la OMS (Sorensen et al., 1998) y significativamente menor a los 15 m² sugeridos por la Organización de las Naciones Unidas (citado por Alanís, 2005).

Es importante destacar que, antes del impacto del huracán Isidoro en

septiembre de 2002, la cantidad de árboles en Mérida era significativamente mayor (López y Toledo, 2003). Este huracán provocó la caída de árboles, especialmente aquellos que estaban enfermos, en mal estado o que no estaban adaptados a las condiciones locales.

Las diferentes tipologías de asentamientos habitacionales, resultado del entrelazamiento histórico de diversas estructuras sociales y sus combinaciones, están directamente vinculadas con la distribución y densidad de la cobertura arbórea. Además, esta relación también está influenciada por los procedimientos de gestión vigentes. Para que las iniciativas no se queden en meras intenciones, los tratados y acuerdos internacionales sobre sostenibilidad ambiental y las recomendaciones de organismos globales para un desarrollo adecuado deben trasladarse al ámbito local. En este nivel es donde se deben implementar mecanismos de participación que faciliten una gobernanza efectiva, equilibrando las dimensiones de sostenibilidad ambiental, social y económica.

Para alcanzar una gobernanza eficaz en beneficio del medio ambiente, es crucial aprovechar el capital social existente y promover su fortalecimiento. La demanda de áreas verdes, así como su planificación, desarrollo y mantenimiento, ofrece oportunidades para intercambiar experiencias, cultivar un sentido de pertenencia y establecer un lenguaje común enfocado en la protección de la naturaleza. Los parques, jardines y zonas arboladas pueden servir como un punto de partida para recuperar y consolidar el capital social.

3.4 Normas planes y programas relacionados

3.4.1 Eje Yucatán Verde y Sustentable

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019-2024 (PROMARNAT) tiene como objetivo promover la conservación, protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad, adoptando un

enfoque territorial y basado en derechos humanos. Este enfoque se centra en las regiones bioculturales con el propósito de preservar ecosistemas funcionales, los cuales son esenciales para el bienestar de la población.

La preservación de los recursos naturales protegidos es el enfoque central del eje de desarrollo "Yucatán Verde y Sustentable" en el Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018–2024. El objetivo principal, que es "Proteger los recursos naturales protegidos del estado de Yucatán", se basa en estrategias como "Fortalecer los mecanismos de regulación y capacitación para la gestión y conservación de los recursos naturales del Estado".

La Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Yucatán define la "conservación y restauración de ecosistemas" como el eje estratégico 3. Este eje incluye las líneas de acción 3.1 y 3.2, que se enfocan en "restaurar ecosistemas degradados" y en "fortalecer las áreas naturales protegidas y los corredores de conectividad biológica", respectivamente.

En el apartado 4.1 del Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018–2024, se establece el eje de desarrollo denominado "Yucatán Verde y Sustentable", el cual se centra en la conservación de los recursos naturales protegidos. El primer objetivo del plan, "Preservar los recursos naturales protegidos del estado de Yucatán", se fundamenta en estrategias como "Fortalecer los mecanismos de regulación y capacitación para la gestión y conservación de los recursos naturales del Estado". En cuanto a competitividad forestal, el informe del IMCO (2016) indica que Yucatán obtuvo una calificación de 27.4 puntos en este ámbito durante el período 2008-2016, cifra que está por debajo del promedio nacional de 43.3 puntos.

Durante los últimos diez años, la falta de crecimiento ha llevado a Yucatán a ocupar el lugar 31 en el Índice de Competitividad Forestal, incluyendo a estados con nivel de competitividad bajo, ya que los subíndices que lo conforman se encuentran

entre los más bajos evaluados del país. Es importante señalar que entre 1976 y 2008, esta nación sufrió la pérdida de la mayor cantidad de bosques y selvas primarias. La entidad ocupó el puesto 29 en cuanto al potencial de beneficio de los bosques, debido a su capacidad limitada para la producción de madera, la existencia de plantaciones forestales comerciales y una proporción reducida de áreas clave para el desarrollo forestal comunitario.

3.4.2 Plan Municipal de Mérida

El eje 2, titulado "Mérida Sustentable", describe el avance del municipio de Mérida hacia la sostenibilidad a través del respeto a su biodiversidad y el desarrollo sostenible. Este avance se logra mediante una serie de acciones clave, tales como la promoción del orden urbano, la implementación de infraestructura verde, la gestión de residuos sólidos urbanos, la educación ambiental, la sensibilización ecológica, la reducción de la contaminación y la conservación de la flora y fauna. También se enfatiza el uso y fomento de energías limpias, la transformación de los hábitos de consumo y la adopción de políticas públicas transversales y equitativas.

El acelerado crecimiento urbano y los patrones de urbanización han incrementado la vulnerabilidad de las ciudades frente a diversos riesgos que se concentran en los asentamientos y centros de población, elevando la preocupación colectiva sobre el impacto de estos riesgos en la sociedad y el medio ambiente. La calidad ambiental urbana resulta de la interacción entre factores sociales y ambientales que afectan a los residentes de una ciudad y constituye uno de los objetivos principales del Ayuntamiento de Mérida.

La calidad ambiental da forma a la imagen de una ciudad y se valora en función de la salud y los beneficios sociales. En el mandato 2018-2021, se tomaron medidas enérgicas para implementar la energía renovable en Mérida, ampliar la cobertura de infraestructura verde y mejorar el manejo de desechos sólidos. Además, se trabajaron

para disminuir la contaminación auditiva y visual.

3.4.3 Plan de infraestructura verde

El concepto de infraestructura verde surge de la necesidad de valorar al medio ambiente de manera diferente. En los últimos 12 años, este punto ha cambiado y ahora juega un papel importante en la planificación, la gestión y las operaciones urbanas para hacer que una ciudad sea biodiversa y resiliente. Un indicador referente de salud y bienestar para la vida en la ciudad es la infraestructura verde. Pensar en los recursos naturales como "infraestructura verde" nos ayuda a comprender su importancia como soporte vital para una existencia saludable.

En 2016 se implementó el primer Plan de Infraestructura Verde, con el objetivo de abordar de manera integral y ordenada las acciones relacionadas con este tema y establecer una herramienta para garantizar su continuidad. En ese contexto, se creó el Reglamento de Protección y Conservación del Arbolado Urbano del Municipio de Mérida, que en su capítulo tercero estipula la necesidad de contar con un Plan Municipal de Infraestructura Verde y su actualización continua y periódica. Sin embargo, en ese momento el alcance del plan estaba limitado y centrado en el arbolado urbano debido a su relevancia. Más adelante, en 2018, se presentó una actualización del Plan de Infraestructura Verde 2018-2021, que amplió su alcance e incorporó dos nuevas temáticas: los servicios ambientales y la infraestructura verde en el espacio público.

Los principales objetivos son: convertir a Mérida en una ciudad biodiversa, sustentable y resiliente que ofrezca alta calidad de vida; dar continuidad a los logros alcanzados con el Plan Municipal de Infraestructura Verde 2018-2021; consolidar alianzas con actores clave en el ámbito local, nacional e internacional relacionados con la infraestructura verde, y mantenerse a la vanguardia en este campo. Además, se busca alinear las acciones con los requisitos administrativos vigentes y coordinarse

con instrumentos normativos para facilitar la implementación de medidas en el territorio. Se pretende establecer bases ordenadas para la ejecución de acciones y vincular las iniciativas actuales con una visión de largo plazo

3.4.4 Zona Conurbana Fraccionamiento Las Américas

Situado cerca de la carretera Mérida-Progreso, a pocos kilómetros del Anillo Periférico Norte, el fraccionamiento Las Américas ofrece a sus residentes un acceso conveniente al puerto de Progreso, a las zonas arqueológicas, al centro histórico de Mérida y a las universidades privadas ubicadas en esa área de la capital yucateca.

Todo lo anterior se desarrolla en un contexto de seguridad integral, calidad ambiental y una comunidad activa y participativa, elementos esenciales para el dinamismo social que caracteriza a la zona. Las amplias avenidas, las áreas verdes y los diversos espacios de entretenimiento han convertido al desarrollo habitacional en una de las áreas preferidas para residir, como lo demuestra el elevado número de personas que se mudan a la región.

Paola Hernández, vecina de Mérida y residente del fraccionamiento, indicó que disfruta vivir en este desarrollo debido a su amplia oferta de servicios, múltiples rutas de transporte público y una variedad de parques y áreas verdes. "Aquí encuentras de todo", comentó, refiriéndose a las diversas opciones comerciales disponibles en el complejo habitacional.

Moisés Monge, quien proviene de Veracruz y ha residido en Mérida durante 16 años, de los cuales 15 han pasado en la región de Las Américas, enfatizó que el fraccionamiento cuenta con un parque en cada una de las cuadras, lo que facilita la convivencia de los padres con sus hijos. Mientras cuidaba a sus hijos en uno de los parques del desarrollo, fue entrevistado.

Comité vecinal:

Para llevar a cabo este tipo de acciones, es crucial la organización vecinal en la gestión y promoción de actividades. La ingeniera Jazmín Amada, con una maestría en gestión de desarrollo rural, forma parte como líder de la Fuerza Ambiental del Comité Vecinal de Las Américas y es representante de las tres áreas verdes públicas incluidas en este estudio. La creación del comité facilita la identificación de los espacios destinados al uso de los residentes, ya sea como áreas verdes, y ayuda a gestionar su uso sin inconvenientes.

3.4.5 Espacios Públicos de Aplicación de las Técnicas

Tres áreas verdes públicas en el fraccionamiento Las Américas, ubicadas en la esquina de la calle 112 x 55b y 55c, el parque de las luces en calle 110-1, y el santuario de la madre tierra en calle 112a x 47c y 47d, están gestionadas por diferentes coordinadores: la jefa de vinculación, Ing. Jazmín Vázquez, coordina el huerto comunitario; Saúl gestiona el parque de las luces; y Joy supervisa el santuario de la madre tierra. Estas "zonas de biodiversidad" están marcadas con el letrero "Proyectos Paz Mundial". En estos espacios se cultivan diversas plantas, como pepinos y tomates. Este pequeño rincón verde proporciona un aire más fresco y una mejor calidad ambiental, resultado del esfuerzo comunitario.

Después de la crisis que provocó la pandemia de Covid-19, se formó el equipo Ecoempreendedoras de la Tierra. Con la ayuda de EcoGuerreros, quienes les proporcionaron una cama para sembrar con tierra, comenzaron a cultivar cilantro. A partir de entonces, comenzó a invitar a otros vecinos y vecinas a participar en grupos de WhatsApp. Las ecoempreendedoras tienen como principal objetivo lograr la paz mundial a través de diversas iniciativas, como garantizar la seguridad alimentaria a través de huertos comunitarios.

Capítulo 4. Metodología

Este capítulo describe el tipo, alcance, enfoque, técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados y otros para alcanzar los objetivos de la siguiente investigación, así como los métodos utilizados para caracterizar los huertos urbanos comunitarios del fraccionamiento las Américas.

Empezaremos hablando del Área de Estudio donde se aplicará el proyecto:

Ubicación física del fraccionamiento Las Américas en Mérida. Yucatán Calle 74 No. 485 entre 67 A y 96 en Mérida, Yucatán. Situada en la parte noroeste del Estado de Yucatán, en la parte norte de la Península de Yucatán, a menos de 50 kilómetros del Golfo de México. Situada en las coordenadas 20°58'04" de latitud Norte y 89°37'18" de longitud Oeste. La región limita al este con Quintana Roo, al oeste con Campeche y al norte con el Golfo de México. Yucatán está muy cerca del nivel del mar y tiene una topografía muy plana.

Figura 4.1

Espacios verdes público, se aplicará el proyecto de Agricultura Sintrópica



Fuente: Elaboración propia.

4.1. Revisión e Integración de Opciones Metodológicas

Intervención comunitaria y de acción participativa:

La formación profesional orientada al fortalecimiento del desarrollo cultural comunitario, a través de actividades específicas de cada disciplina, prepara al estudiante universitario para atender nuevas necesidades personales y sociales en su práctica laboral. Esta formación capacita al estudiante para diagnosticar, caracterizar y elaborar proyectos que dirijan acciones hacia el desarrollo cultural de las familias y la comunidad (Nallely et al., 2015).

Primera fase: acercamiento. En esta fase, se lleva a cabo la planificación del esfuerzo desde la perspectiva de la gestión del proyecto, resaltando los aspectos clave para estructurar el plan de intervención. Esto incluye la formación de un equipo multidisciplinario (dado caso), así como la planificación de los recursos financieros y el tiempo requerido para la ejecución del trabajo. Además, se proporcionan directrices generales para delimitar el territorio de intervención, o polígono, en función de variables específicas. Finalmente, se fomenta un esquema de coordinación multisectorial que facilite la adopción de técnicas de agricultura sintrópica por parte de diversos actores públicos y no gubernamentales que manejan datos relacionados.

Segunda fase sociabilización: En esta etapa se debe centrarse en la elaboración de un diagnóstico participativo, que es esencial para desarrollar planes de intervención preventiva ajustados a las condiciones reales de las comunidades o áreas en las que se llevará a cabo la acción. Este diagnóstico es crucial para identificar los múltiples factores de prevención y diseñar una estrategia adecuada que aborde los problemas y la realidad particular del territorio analizado.

En esta fase se presenta una metodología de aplicación que prioriza el análisis

de los factores de riesgo y protección existentes en los huertos comunitarios y áreas verdes en producción, utilizando información cuantitativa y cualitativa. Además, se promueven herramientas para la recopilación de información y la identificación de problemas mediante una acción participativa, con el objetivo de presentar resultados de manera eficiente. La caracterización de los espacios concluye con el análisis de la información recopilada, generando una síntesis de hallazgos y problemas que serán posteriormente priorizados. En el caso específico del fraccionamiento, donde se encuentran las áreas verdes públicas en estudio, se desarrollará y aplicará la estrategia de intervención de las sintrotecnias a partir de esta síntesis.

Tercera fase: implementación de instrumentos y recopilación de datos. Esta fase implica el diseño de una estrategia comunitaria para abordar los problemas identificados durante el diagnóstico. Se documenta el proceso de priorización de los problemas, así como la identificación de acciones y programas que proporcionen soluciones. Además, se describe el proceso de divulgación y consulta con la comunidad y especialistas, con el fin de definir un plan de intervención concreto, adaptado a las necesidades específicas de la población objetivo.

Cuarta fase: seguimiento. Esta fase establece un marco lógico que facilita la administración de la estrategia y las acciones, proporcionando una visión clara sobre cómo reducir los factores de riesgo y potenciar los factores de prevención en intervenciones participativas. Es fundamental disponer de elementos bien definidos para implementar estas acciones. En esta etapa, se detallan los pasos necesarios para operacionalizar las acciones definidas en fases anteriores, utilizando un modelo lógico que guía la intervención. La identificación de los actores clave ayuda a concretar las acciones planificadas, y se elabora un cronograma de intervención para determinar los tiempos y resultados esperados.

Quinta fase: evaluación. Para comprender si la estrategia y su implementación están alcanzando los resultados esperados, esta fase propone elementos para

desarrollar un plan de monitoreo y evaluación desde una perspectiva comunitaria y de acción participativa. Se delinean las características propias de este plan, destacando que el monitoreo y la evaluación son componentes integrales de la planificación y deben incorporarse en todas las fases. Además, se identifican indicadores de proceso, resultados e impacto, y se promueve una metodología para llevar a cabo el monitoreo y la evaluación

4.2. Tipo de investigación

El diseño de la investigación se refiere al plan o estrategia establecido para obtener la información requerida. Es posible inferir que el diseño de la investigación implica la explicación del método metodológico empleado por el investigador para desarrollar su proyecto. Por lo tanto, la presente investigación se considera de carácter no experimental.

La investigación en cuestión se clasifica como acción participativa e intervención social con un enfoque descriptivo, ya que se detallarán las características y otros elementos pertinentes con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo de las variables.

Arias en 2006 afirma que la investigación descriptiva se enfoca en identificar un evento, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. En términos de profundidad de conocimiento, los hallazgos de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio.

Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirman que la investigación descriptiva se centra en identificar las características y rasgos fundamentales de cualquier fenómeno examinado, así como en detectar las tendencias dentro de un grupo o población. En este caso, la investigación se clasifica como de modalidad de campo, dado que los datos se recopilarán directamente en el lugar objeto de estudio: tres áreas verdes públicas del fraccionamiento Las Américas.

Arias (2006) define la investigación de campo como la recopilación de datos directamente de la realidad en la que ocurren los eventos (datos primarios) sin intervenir o controlar ninguna variable. Como resultado, el investigador obtiene la información sin cambiar las circunstancias actuales. Por lo tanto, su naturaleza de investigación no experimental. Bautista (2009) afirma que en las investigaciones de campo, los datos se obtienen de fuentes vivas, en contacto directo con las personas involucradas en el problema o situación en cuestión, y las observaciones se realizan en un entorno natural.

4.2.1 Propósito

Proteger, conservar y mejorar la calidad del suelo en las tres áreas seleccionadas del fraccionamiento Las Américas, así como aplicar y desarrollar técnicas de agricultura sintropica para el uso y manejo eficiente del perfil del suelo y la biodiversidad del entorno a través de la difusión y acción participativa.

4.2.2 Enfoque

En esta investigación, que emplea un enfoque metodológico mixto combinando elementos de investigación cualitativa y cuantitativa, se busca obtener una comprensión más completa y profunda del fenómeno o problema en estudio. Se utilizaron métodos como sesiones grupales, entrevistas con voluntarios, análisis de causa y efecto, y georreferenciación de especies en cada espacio público, con el objetivo de realizar un análisis más exhaustivo.

Esta formulación de investigación también debería considerarse en un principio como una investigación descriptiva porque describe el estado, las características, los procedimientos y los factores que se dan en unos entornos y hechos específicos, sin entrar en detalles sobre las relaciones que identifican dichos hábitos.

4.2.3 Alcance o Profundidad

Contribuir al incremento de la sustentabilidad socioambiental en tres áreas verdes del fraccionamiento las américas, Mérida, Yucatán a través de la difusión de prácticas de agricultura Sintrópica. Funcionalidades: En los espacios contará con las siguientes funcionalidades o especificaciones:

Diversidad Arborea

Espacio sintrópico

Área delimitada o acordonada

Diseño: El diseño del sitio será moderno, atractivo, adaptado y de reciclaje para su desarrollo.

Contenido: Se proporcionará contenido de alta calidad y relevante para los vecinos del fraccionamiento u otros en el sitio web de eco emprendedoras de la tierra.

Plazos: El proyecto deberá ser completado en un plazo máximo de 24 meses a partir de la fecha de inicio.

4.2.4 Fuente

Información oficial sobre medio ambiente y acción participativa:

Recopilamos las principales fuentes de información ambiental. En ellos se encuentra información sobre legislación, proyectos, estudios, otros.

ONG ambientales: estas asociaciones a menudo proporcionan información y novedades de carácter ambiental. Entidades internacionales: fuera de nuestras fronteras, hay fuentes clave para acceder a información ambiental vinculada a instituciones internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Los centros de investigación y universidades desempeñan un papel crucial como motores de innovación, investigación y generación de conocimiento ambiental. Las ideas, datos y resultados que estos producen son fundamentales para avanzar en la lucha contra el cambio climático y en la preservación del planeta. Además, los medios de comunicación generalistas que incluyen secciones sobre medio ambiente contribuyen a difundir esta información.

La emergencia climática ha captado cada vez más la atención de los titulares, y el número de periodistas especializados en temas medioambientales ha aumentado en los últimos años. Esto plantea un desafío para los medios generalistas que aún no cuentan con secciones específicas dedicadas a la ciencia, el medio ambiente o el cambio climático. Por otro lado, existen medios de comunicación especializados que se enfocan exclusivamente en la información ambiental:

Los portales especializados enfocados en el medio ambiente no han dejado de crecer en nuestra nación. Existen revistas especializadas en el ámbito del medio ambiente, tanto en papel como digital, además de las revistas sobre el medio ambiente. Climática, Revista Soberanía Alimentaria, la pérdida de diversidad de flora y fauna, la contaminación de agua, suelo y aire, son algunos ejemplos de cómo transmitir información ambiental mediante un diseño gráfico cuidadoso y de calidad excepcionales para conocer, en profundidad, algunos temas fundamentales en el ámbito medioambiental.

4.2.5 Horizonte Temporal

El ciclo de vida de esta investigación para desarrollar las acciones en 24 meses, importante identificar las áreas de estudio y conocer todo lo relativo a la biodiversidad y el ecosistema de cada área verde para poder explorarla y tener continuidad en sus fases de estudio.

4.2.6 Sector de Impacto

Los proyectos y actividades humanas suelen tener un gran impacto en el medio ambiente. Desde la agroindustria, la construcción, la minería, hasta la generación de energía; todas estas actividades pueden afectar de manera significativa el entorno natural. Por lo tanto, es crucial entender los efectos de un proyecto y desarrollar estrategias que minimicen su impacto ambiental. Con este fin, en esta investigación nos enfocaremos en el análisis del suelo, biodiversidad arbórea, la acción participativa y el impacto ambiental, para entender las implicaciones de su ejecución y las medidas necesarias para maximizar fertilidad de suelos, mayor conciencia en la producción agroindustrial con técnicas amigables con el ambiente y acrecentar conciencia de la pérdida de biodiversidad del ecosistema.

En este caso, tomaremos como ejemplo tres áreas verdes públicas del fraccionamiento las Américas, Mérida, realizando acciones de aspectos ambientales que podrían ser de utilidad, para contrarrestar el calentamiento global, intercambio de monóxido de carbono y bióxido de carbono por oxígeno, igual el reciclado del propio ecosistema como hojas, ramas, troncos, otros para mejorar suelos infértiles que sean altamente fértiles comprendido de macro y micro nutrientes esenciales, sin olvidar el cuidado de la flora y fauna local, y uso y manejo eficiente del agua.

4.3 Diseño de Investigación

Para describir la naturaleza de este proyecto se utilizará la investigación descriptiva, transversal, con la finalidad de conocer la situación actual de los huertos de estudio o áreas verdes públicas.

4.3.1 Grado de Control de las Variables

Identificación de variables a medir pueden ser cualitativas o cuantitativas.

Según Tamayo, una variable se define como “un aspecto o dimensión de un fenómeno que posee la capacidad de adoptar diferentes valores, ya sean cuantitativos o cualitativos... Este fenómeno puede ser medido. La característica fundamental de una variable es su capacidad para diferenciar entre la presencia y la ausencia de la propiedad que representa”. En esta investigación, de naturaleza no experimental, se describirán las variables más adelante.

4.3.2 Etapas de la Investigación

Para la realización del análisis crítico alrededor de la escasa factibilidad de la producción periurbana de autoconsumo, se elaboró una lista de factores causales potenciales y posteriormente se clasificaron y ordenaron.

Como inicio sería la caracterización de los espacios verdes públicos para la realización de un levantamiento topográfico utilizando la herramienta de AutoCAD y Google Earth para medir y calcular áreas para la obtención de información de dos áreas verdes y mapeo de textura de suelos para determinar el potencial productivo hortícola y frutícola, como se pueden observar en las imágenes utilizando técnicas edafológicas para obtener perfiles de suelos.

4.4. Unidad de Análisis Población y Muestra

Para todas las fases de investigación, la unidad de análisis correspondió al espacio geográfico de cada huerto y la colaboración con la acción participativa de alumnos de universidades que fueron integrados con visitas a la institución UMSA dirigido a estudiantes de la materia de sustentabilidad en la carrera en ingeniería industrial y por la otra parte la difusión con herramientas de tecnologías de información para la invitación abierta a vecinos del fraccionamiento como Facebook y grupo de WhatsApp.

4.4.1 Definición de la Unidad de Análisis y de Observación

se pretende realizar un levantamiento topográfico con el fin de caracterizar las áreas y subáreas de las unidades de análisis para realizar escala 1:100, describir sus medidas, vegetación dominante, ordenamiento del arbolado, camas de cultivo entre otros. muestra de unidades de análisis se procura un análisis exhaustivo de los espacios verdes públicos de estudio, tiene que ser representativa y sus características deben reflejar la población y áreas correspondientes y existentes.

4.4.2 Población

En términos generales, se define la población como el conjunto total, finito o infinito de elementos o unidades de observación que se considerarán en un análisis, o sea que es el universo de la investigación, en el cual se pretende generalizar los estudios a los que se lleve a cabo.

En este orden de opiniones, Arias (2006) indica que la población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.

Según Sampieri (2008):

Al realizar una revisión de la literatura, es esencial adoptar un enfoque selectivo y dinámico, ya que constantemente emergen nuevas publicaciones sobre los avances en diversos campos del conocimiento relacionados con un tema específico. Una fuente de información se define como cualquier elemento que proporciona datos para reconstruir hechos y fundamentar el conocimiento.

Al realizar una revisión de la literatura, esta debe ser selectiva y dinámica, dado que continuamente surgen nuevas publicaciones sobre los avances en diversos

campos del conocimiento relacionado con un tema específico. Una fuente de información es cualquier recurso que proporciona datos para reconstruir hechos y establecer las bases del conocimiento.

4.4.3 Procedimiento de muestreo y muestra.

Es un instrumento de gran validez en la investigación, ya que permite al investigador seleccionar unidades representativas para recoger datos que proporcionen información sobre la población de estudio. Las principales clasificaciones de los métodos de muestreo incluyen:

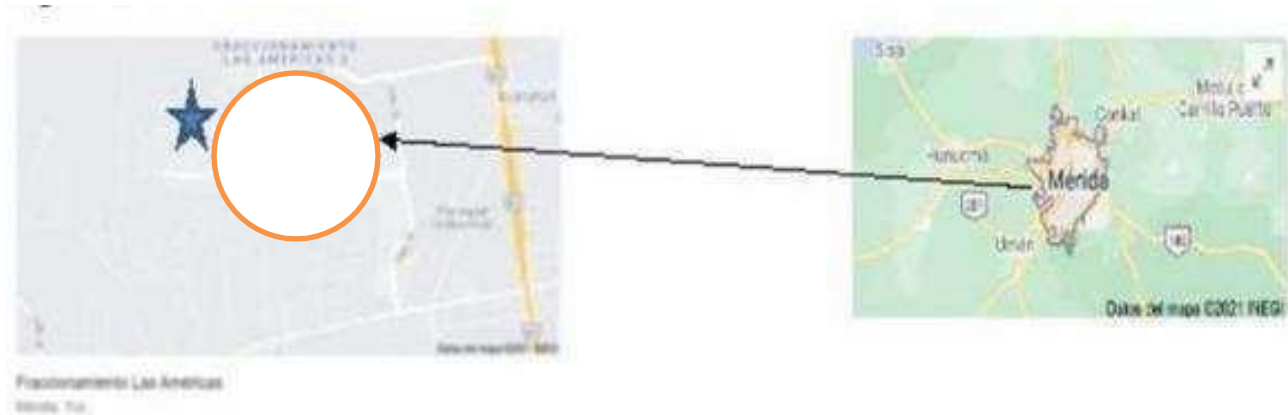
- Muestreo aleatorio simple (o al azar)
- Muestreo estratificado
- Muestreo por cuotas
- Muestreo intencionado

En esta investigación, se emplea un enfoque de muestreo mixto

Según Ander-Egg, la muestra es el conjunto de procedimientos utilizados para estudiar la distribución de ciertos atributos en toda una población, universo o colectivo, partiendo de la observación de una fracción de dicha población. En este contexto, uno de los problemas que preocupa al investigador es el tamaño de la muestra. Por ello, es crucial considerar los parámetros de la población o área que se desea investigar para determinar adecuadamente el tamaño de la muestra.

Figura 4.2

Área de estudio general, fraccionamiento las Américas



Fuente: Google heart 2024

El espacio geográfico es el entorno vivido, socialmente construido y transformado a lo largo del tiempo que resulta de la interacción de componentes naturales, sociales, culturales, económicos y políticos, así como de las estrechas relaciones con el ser humano. Esta investigación seleccionará tres áreas para aplicar técnicas de agricultura sintropica. La cartografía temática de orden geológico se puede ver en el mapa geomorfológico, la cual representa las formas del terreno, su ubicación y las relaciones entre estas características, las cuales se explicarán en detalle más adelante.

4.5 Definición conceptual y operacional de las variables e indicadores

Tabla 4.1

Definición conceptual y operacional de variables e indicadores

	Definición	Indicador	Def/operacional.	resultado
VARIABLE				
Propiedad física del suelo: textura	Cuantitativamente se define como “La proporción relativa o porcentaje en peso de cada una de las tres fracciones minerales”	Porcentaje de arena, limo y arcilla.	Clasificación del triángulo textural.	Presencia de suelo en las tres áreas: Litosoles (profundidad del perfil del suelo menor a 10cm).
Numero promedio de árboles por unidad de estudio	el cálculo del número de árboles por hectárea es una herramienta crucial para la gestión forestal sostenible.	Numero de árboles por superficie de vegetación	Contar y medir la distancia entre planta.	60 árboles por área verde.
Dominancia de árboles de mayor porte	Proyección horizontal de su copa.	Numero promedio de árboles de mayor porte en la superficie	Contar los árboles de mayor porte, con respecto a su altura y diámetro.	5 árboles de mayor porte, con altura mayor a 6 metros y de copa media y un diámetro de 15 a 25 cm.
Dominancia de árboles de menor porte	La altura máxima que alcanza es menos de 6 m.	Numero promedio de árboles de menor porte en la superficie.	Contar los árboles de menor porte, con respecto a su altura y diámetro.	Son de mayor abundancia con promedio de más de 25 árboles por área verde de estudio, con altura menor a los 6 metros y diámetro menor a los 15 cm.

Superficie promedio por área de estudio	se refiere a una porción de terreno o al límite de algo, en este caso son 3 áreas de estudio.	Área del terreno	Medir para obtener el área total del terreno	1,515.71 m ² , de los cuales poco más del 50 % se tiene áreas verdes existentes.
Espesor de las capas horizontales del perfil del suelo	Son las diferentes capas o estratos que componen el suelo.	cm de espesor de la capa	Medir los centímetros de espesor de la capa identificada	Horizonte: O= 3cm a 5cm. A=5cm a 8cm. B=4cm en adelante
Proporción promedio agregada de cobertura de suelo.	Se refiere a la coberturas físicas o biológicas presentes en la superficie de la tierra.	Cm agregados de biomasa	Promediar en cm la cobertura del horizonte O, hacia arriba.	20 cm a 30 cm Madera. Hojas, pasto, ramas, cortezas desfragmentadas en cm.
Grado de participación vecinal en la aplicación de sintrotecnias	Grado de intervención de una variedad de personas para la ejecución del mismo.	Numero promedio de personas que interactúan en el voluntariado	Contar el número de personas en el voluntariado que asistieron	19 jóvenes de voluntariado. 5 vecinos.
Número promedio de vecinos o voluntariado que conocen o tienen experiencia en la técnica sintropicas	Contemplación intelectual de las ideas	Número de personas que conocen técnicas de agricultura sintropica	Contar el número de personas que conocen técnicas de agricultura sintropica	Primer acercamiento de técnicas de agricultura sintropica
Numero de técnicas sintropicas empleadas	Datos cuantificables de técnicas utilizadas	Numero de técnicas empleadas	Contar el número de técnicas utilizadas en campo y laboratorio	5.

Elaboración propia ,2023.

Se describen algunas variables:

La textura del suelo es una propiedad física constante que describe la proporción porcentual de las fracciones granulométricas de arena, limo y arcilla. La combinación de estas tres fracciones define la clase textural del suelo.

La dominancia se presenta cuando una especie, ya sea cultivada o silvestre, alcanza una abundancia significativamente mayor en comparación con las demás especies presentes. Los monocultivos son una manifestación extrema de esta dominancia.

Ordenación forestal: La planificación económica de una zona forestal, considerando sus características silvícolas, que implica la división espacial y temporal de las actividades de manejo forestal (LGDFS, DOF 25-02-2003).

4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Investigación

Instrumento:

Para el presente estudio, se utilizará un cuestionario como herramienta. El cuestionario, según Arias (2006), es una forma de encuesta escrita que se realiza mediante un formato en papel con una serie de preguntas. El cuestionario se denomina autoadministrado porque el encuestado lo completa sin la intervención del encuestador. Según Hernández, Fernández y Baptista (2006, p.310), el cuestionario es posiblemente el método más común para recopilar información, ya que se compone de una serie de preguntas relacionadas con una o más variables a medir.

Las fichas de investigación "son los instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias", según Robledo (2006, p. 63). La creación e implementación de bitácoras de actividades será otro instrumento de seguimiento. Estas bitácoras tendrán características como fecha, participantes, actividad realizada, observaciones y otros.

Análisis de muestras de perfil de suelo de áreas verdes públicas de investigación, creación de videos para difusión en internet, uso de herramientas digitales como AutoCAD 2D para la creación de mapas geomorfológicos y caracterización de las zonas de estudio, actualización de cursos y talleres en el laboratorio del Tecnológico de Mérida.

4.6 Procedimientos de Análisis de la Información

Una vez recolectada la información, se analizó y capturo la información para discernir, en continuidad los datos empleando se plasman en estadística descriptiva identificando las variables, como mapas geomorfológicos y planos, por otra parte, para las variables sociales y sociodemográficas empleando gráficos descriptivos y tablas de frecuencia.

Capítulo 5. Análisis Y Discusión de Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con el análisis de la información generada a lo largo de la planeación y realización del trabajo.

Entre las variables obtenidas y desarrolladas textura de suelo, biodiversidad Arborea, altura promedio de árboles, promedio de árboles por unidad de estudio mediante dichas variables es posible desarrollar indicadores como herramienta principal en la medición de la información obtenida.

5.1 Vinculo de Actores clave

El primer acercamiento con las personas responsables de los huertos comunitarios en el fraccionamiento Las Américas, Mérida, surgió al participar en el apoyo a dichas áreas verdes y espacios públicos. La admisión fue muy positiva, ya que uno de los principales desafíos en estos espacios es la falta de manos para colaborar. Este es uno de los motivos centrales de la tesis, cuyo objetivo es la implementación y difusión de prácticas de agricultura Sintrópica, así como la acción participativa de alumnos universitarios. El vínculo inicial se logró gracias al Dr. Gustavo

Monforte, asesor de la tesis, quien ha trabajado estrechamente con los miembros de la organización que gestiona estas áreas verdes, la ingeniera Yazmin Vázquez, la bióloga Yohi, y el odontólogo Saul.

Existen comités vecinales en las cercanías de estas áreas, los cuales han generado distintos grupos en redes sociales. A través de estos canales, se ha integrado a vecinos, permitiendo la difusión de mensajes orientados a la protección del medio ambiente, la promoción de actividades relacionadas con este tema y el intercambio de consejos. Además, se informa sobre la implementación de cursos y talleres enfocados en la conservación socioambiental.

La mayor parte de los productos alimenticios que consumimos cotidianamente tienen efectos negativos tanto en nuestra propia salud, en la economía local, en la economía familiar, así como en el entorno natural y los animales de crianza. A partir de la corroboración de tales efectos negativos en un gran número de publicaciones científicas, existe un creciente interés entre un sector de la población por iniciar la producción de alimentos para autoconsumo en zonas urbanas como la ciudad de Mérida. Quienes ya han realizado algunos intentos al respecto, han constatado que la producción urbana para autoconsumo resulta poco factible debido a un conjunto de factores limitantes:

a) el espacio en las viviendas es reducido; b) la disponibilidad de áreas en espacios públicos es, o se percibe, como limitada; c) las prácticas de cultivo más conocidas son ineficaces; d) el suelo fértil tiene un escaso espesor en la ciudad; e) la proporción de componentes edáficos no es la adecuada; f) la disponibilidad de agua para riego es limitada.

Con la expansión acelerada de la mancha urbana y la llegada de capitales inmobiliarios de gran magnitud, se ha incrementado el valor de los predios ciudadanos y se ha reducido en concordancia el tamaño de los terrenos que se ofrecen en los distintos fraccionamientos y colonias, por lo que cada vez hay menos espacio disponible al interior de las viviendas para huertos o jardines. Es importante destacar

que estas tendencias son un fenómeno mundial y se han vuelto más evidentes en varias ciudades del mundo. Es importante destacar que no se trata de una excepción en particular, sino de un patrón casi generalizado (Oncu & Weyland, 1997; Borja y Castels 2000; Sassen, 2006).

Por otra parte, la disponibilidad de áreas para ser aprovechadas como zonas de cultivo en los espacios verdes públicos es, o se percibe, como limitada, ya que la mayor parte de la población urbana comparte la idea de que cualquier iniciativa que se realice en ellas debe tener la autorización de alguna autoridad gubernamental, además de que, al ser áreas abiertas, no se puede controlar quién tiene acceso a ellas, y lo que se produzca podría ser aprovechado por personas ajenas a las iniciativas. Las prácticas de cultivo más conocidas y difundidas entre la población, casi siempre resultan ser ineficaces para las condiciones edafológicas, climáticas y faunísticas locales. La intensa irradiación solar la mayor parte del año impide muchas veces el crecimiento o sobrevivencia de la mayor parte de las hortalizas y frutas que se pretenden cultivar.

La presencia de una gran variedad de fauna que se alimenta de las plantas cultivadas, como hormigas, caracoles, babosas, lagartijas e iguanas, zarigüeyas, pájaros, roedores, etc., dificultan en alto grado la posibilidad de lograr volúmenes aceptables de cosechas. Por ende, el estudio del espacio verde público toma un causal encaminado hacia la conservación del espacio abierto, el cual “es mucho más que establecer contacto con la naturaleza. Puede ser lugares donde uno adquiere una preparación, o un hobby, descubre una nueva carrera, experimente el pasado o el futuro o unas formas de vida diferente el hacer esto posible requiere nuevas maneras de manejar el espacio abierto y también de diseñarlo” (Lynch 1980).

Los suelos predominantes en la zona en la que se ubica el fraccionamiento las Américas, Mérida son de tipo leptosoles de textura media asociada a litosoles, de escaso espesor (menos de 15 cm), con alta pedregosidad, todo lo cual conlleva fuertes restricciones para ser utilizados para la producción agrícola, ya que las raíces de la mayor parte de las especies que se pretenden cultivar para autoconsumo, tienen fuertes restricciones para desarrollarse adecuadamente y la probabilidad de lograr una

productividad medianamente aceptable es muy reducida. En combinación con la problemática del escaso espesor de los suelos, la composición de éstos dista de ser la apropiada para cultivar plantas comestibles por su bajo contenido de materia orgánica y alta proporción de calizas por el tipo de material pétreo dominante.

5.2 Análisis y Características de los Espacios Verdes públicos de Estudio

Para cumplir con los objetivos de esta tesis, es fundamental realizar una caracterización detallada de cada área verde, donde se analizará la biodiversidad arbórea presente, incluyendo especies vegetales, animales e infraestructura. Este análisis permitirá identificar los elementos que cada espacio posee y analizar para para identificar arboles poda para el estudio, generando beneficios tanto para el medio ambiente como para la sociedad. La caracterización brindará información actual y poder sistematizar estas áreas verdes públicas, útiles para los residentes cercanos y potencialmente replicables en otras zonas del estado o región.

Del análisis anterior se infiere que la única vía de producción sustentable de alimentos vegetales, tanto en los espacios rurales como en los periurbanos y urbanos, es el empleo de prácticas de cultivo vinculadas a las propuestas de la agroecología y la agricultura regenerativa, entre las que en los años recientes ha demostrado resultados sobresalientes la de la agricultura sintrópica.

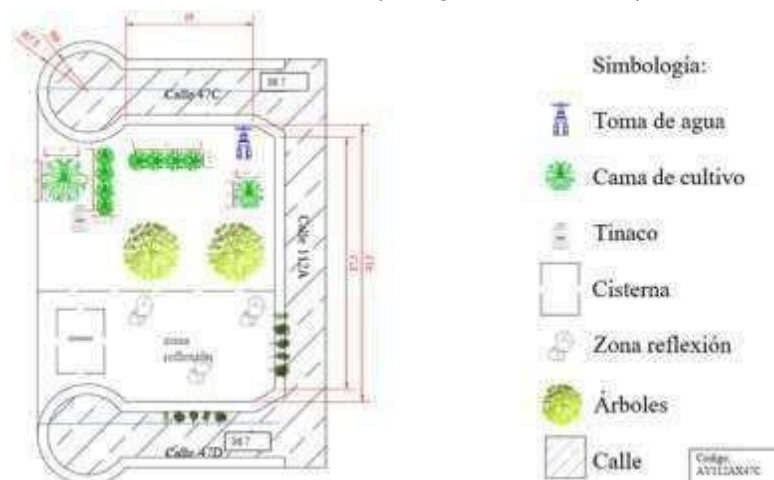
5.2.1 Área AV112AX47C

El espacio verde público AV112AX47C, situado en el fraccionamiento Las Américas en Mérida y conocido como el " Huerto Comunitario Ancestral de la Madre Tierra ", cuenta con una superficie de 1,443m², Originalmente, esta área se encontraba en estado de abandono, con escasa presencia arbórea y predominancia de maleza, siendo un sitio descuidado y subutilizado. La figura 5.1 ilustra una vista aérea de esta área verde.

Figura 5.1

Área de estudio y sus espacios que lo conforman:

Huerto Comunitario Ancestral de la Madre Tierra, fraccionamiento las Américas,
Mérida.(Código AV112AX47C)



Fuente :Elaboración propia, otros 2023.

En la figura 5.1 que representa " Huerto Comunitario Ancestral de la Madre Tierra ", de los cuales poco más del 50 % se tiene áreas verdes existentes, entre los que destacan cinco camas cuadradas de cultivo con promedio de 1.20 metros de lado y cada una para sembrar de hortalizas menores exóticas como Cucúrbita pepo (calabaza italiana), *Ocimum basilicum* (albahaca morada), *Solanum lycopersicum* var (tomate cherry), *Lycopersicon esculentum* (tomate riñón), *Phaseolus vulgaris* (ejote) entre los árboles de mayor dominancia en el huerto tenemos que en promedio la dominancia y distancia entre ellos son de 4 a 8 metros y encontramos el *Piscidia piscipula* (L.) (jabín), *Simaruba* (Chaká), *Phithecellobium dulce* (Guamúchil), y *Havardia albicans* (chukum), *Bursera*, el uso de árboles nativos, es decir, aquellos que viven y crecen de forma natural en la península de Yucatán, contribuye a la conservación de la flora regional entre ellos los mencionados se pueden plantar en las calles, parques, patios entre algunos de los árboles nativos de gran porte de biomasa, que pueden ser recomendados para ciudades.

Figura 5.2

Mapeo geomorfológico área de estudio: huerto comunitario urbano código (AV112x47C)



Fuente :Elaboración propia, 2023.

El promedio del tamaño de los árboles fue de 14 cm de diámetro del tronco. Altura promedio de 6 metros. Las zonas cubiertas con asfalto o cemento dificultan la supervivencia de los árboles porque el agua no se infiltra. 40% de los árboles miden menos de 5 m. Se identificaron las siguientes especies de flora: box Katzín, caoba, chaká, chukum, chuúm, cruz quix, dzidzilché, dziuché, jabín, k'aan chunuup, katsín, kitinché, nopal, pichiche, sac katzin, silil, subín, tamay, waxim, xuul, y ya'ax eek. Aunque se observó una mayor diversidad de especies arbóreas en comparación con el área anterior, el número de individuos es menor. Entre los ejemplares se encuentran tanto árboles jóvenes como maduros, de origen nativo y exótico, siendo el jabín (*Piscidia piscipula*) la especie predominante, valorada por sus propiedades melíferas y culinarias, así como por su potencial para ser utilizada como recurso maderable en la construcción de estructuras.

5.2.3 Área AV112X55B

El estudio de la vegetación tropical, especialmente en zonas secas, sigue siendo escaso. Por lo tanto, es importante investigar las características y la regeneración en espacios como el huerto comunitario urbano (código 112X55B), comenzando con su descripción y documentación para obtener información actualizada.

Este espacio público incluye áreas de cultivo, con tres camas de aproximadamente 1 metro de ancho por 4.5 metros de largo. También cuenta con un área de reciclaje de cinco metros de frente por cinco metros de largo, donde se pueden depositar artículos de uso doméstico o automotriz, como llantas, que pueden ser reutilizadas para rellenar con abono y germinar nuevas plántulas.

Figura 5.3

Área de estudio y sus áreas que lo conforman:

huerto comunitario urbano Fraccionamiento, Las Américas, Mérida (Código AV112X55B).



Fuente: Elaboración propia, otros 2023

El huerto cuenta con un área de meditación circular con un diámetro promedio de tres metros. Además, posee un área de composta de aproximadamente 16 metros cuadrados, donde los vecinos depositan residuos vegetales y materia orgánica para su descomposición y posterior uso como abono para los árboles y camas de cultivo del huerto. También incluye un jardín polinizador con medidas aproximadas de tres metros de ancho por cuatro de largo. En la superficie arbolada y las camas de cultivo, el muestreo de vegetación existente y dominancia ha identificado las siguientes especies: *Bursera simaruba* (chaká), *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. (jabín), *Ceiba pentandra* (L.), y *Leucaena leucocephala* (uaxim).

Estas especies tienen una altura promedio de más de 6 metros y se disponen a una distancia de 8 a 10 metros entre sí. Es importante destacar la intervención social de los vecinos del fraccionamiento. Según Burke (2001), la percepción es una construcción social que influye en el uso de los recursos. Asimismo, Rendón (2010) señala que las áreas verdes urbanas son un componente crucial en el proceso de

interacción de la sociedad con el medio ambiente, mejorando así la calidad de vida urbana.

Por lo tanto, las áreas verdes urbanas representan una oportunidad para mejorar la vida social y ambiental en las ciudades. Estas áreas permiten el desarrollo social mientras se abordan los impactos negativos de la urbanización, como la contaminación del aire, el efecto invernadero y el calentamiento global, entre otros perjuicios de origen antropogénico.

En las dos áreas de los huertos ancestrales de la madre tierra, los suelos son muy pobres y no retienen bien los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Este tipo de suelo presenta una textura de litosoles o leptosoles, caracterizada por ser muy drenante y propensa a secarse, con presencia de roca caliza y lajas a menos de 20 cm de profundidad. Aunque cavar en este suelo es relativamente fácil, las variedades de plantas requieren mucha atención. Para fortalecer la investigación, también se utilizó la observación de la vegetación circundante, como se mencionó anteriormente. Una referencia positiva es que se puede corregir la calidad del suelo incorporando o reciclando materia orgánica del mismo sistema, minimizando así los costos de producción y evitando la dependencia de agroquímicos. Esto se puede lograr utilizando sintrotecnias amigables con el ambiente.

Figura 5.4

Perfil del suelo, pertenecientes al área de estudio uno y dos: huerto Ancestral de la madre tierra, Mérida, Yucatán.



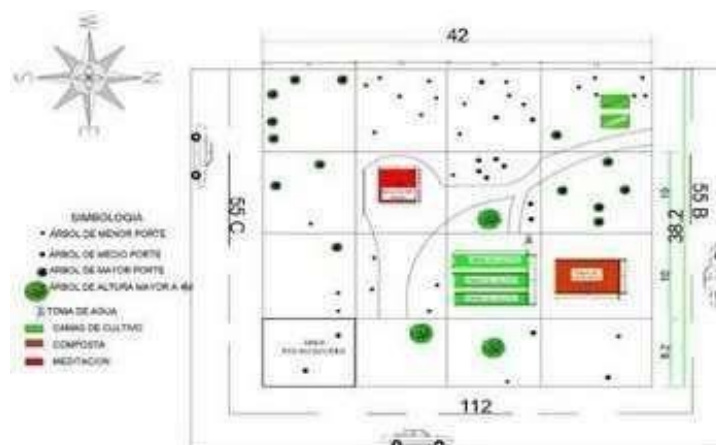
(Foto: Escobedo, 2023).

Horizontes del suelo, se puede observar los escasos de materia orgánica y piedra calcárea, estos suelos llamados Leptosoles o litosoles, en el estado de Yucatán no hay suelo dice la gente, hay razón en pensar así, los leptosoles son de mayor dominancia en el paisaje edáfico, suelos someros de escasa profundidad, escasa cantidad de tierra fina y gran cantidad de piedras o afloramientos de roca, tema que aborda este trabajo en la caracterización y descripción de los suelos teniendo presente por qué aplicar el modelo de técnicas de agricultura sintropica en las urbes periurbanas como alternativa de producción de alimentos con sustentabilidad fuerte en escenarios de impacto socioeconómico y ambiental.

En la elaboración del mapa geomorfológico, se identificaron los elementos del relieve al interior de las unidades geomorfológicas utilizando imágenes pancromáticas e imágenes multiespectrales 2023 y 2024. Una vez identificados los paisajes geomorfológicos se realizó un análisis de los factores formadores del relieve y suelos, considerando, la cubierta vegetal, con la finalidad de agrupar los polígonos con base en los ambientes geomorfológicos (Zinck 1988, 2012, Bautista et al. 2011). Además de la revisión de los paisajes geomorfológicos en el campo para comprobar y redefinir los límites de las unidades a continuación se presentan:

Figura 5.5

Mapeo geomorfológico área código AV112x55B



Fuente: Elaboración propia, 2023

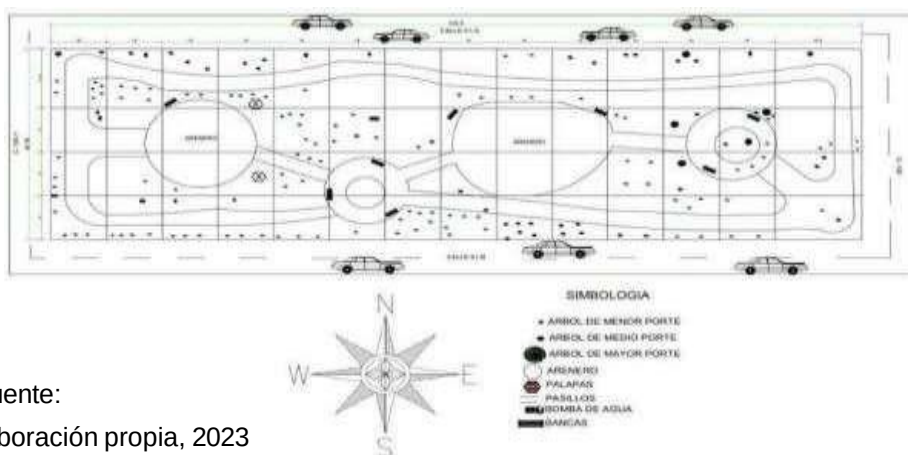
Los árboles de Mérida y en especial atención del área AV112X55B, en promedio son bajos, pues aquí predomina la selva baja caducifolia. En promedio el 30 % es copa funcional, el 50 % es copa regular, 19% copa pobre. Los árboles pierden sus hojas durante la temporada de secas de enero a mayo por eso se llaman árboles caducifolios. Entre los árboles que más abundan en el fraccionamiento son: *Bursera simaruba*(chaka), *Piscidia piscipula*(jabin), *Caesalpinia gaumeri*(kitinche), *Pithecellobium albicans*(guamuchil), *gymnopodium floribundum*(dzitilche). *Cedrela odorada* , *Azadirachta indica*. *Ceiba petantra*.

5.2.4 Área AV100-1X51A

Los árboles que tenemos en la ciudad nos dan una mejor calidad de vida, te presentamos una lista de los árboles presentes en la figura perteneciente al parque (área de 7,595m²), de las luces del fraccionamiento las Américas. Esta zona, que pertenece al ayuntamiento de Mérida, está equipada con un parque e infraestructura diseñada para actividades de reunión y descanso.

Es relevante señalar que esta área dispone de un parque proporcionado por el ayuntamiento del Estado, lo que ha favorecido un uso frecuente del espacio para la recreación, la activación física, el paseo de mascotas y la realización de actividades culturales. Sin embargo, la producción de hortalizas, frutas y plantas medicinal en el lugar es bastante limitado.

Figura 5.6
Mapeo geomorfológico área de estudio: parque de las luces código AV100_1



Fuente:
Elaboración propia, 2023

El área verde está dotada de más de 100 árboles en total conformado de se identificó que entre el 70-80% de las especies presentes son nativas. En primer lugar, predominan los árboles frutales, entre los que destacan: achiote, aguacate local, almendra, anona de monte, anona roja, capulín, carambola, chooch, ciricote amarillo y blanco, ciruela, frutapán, granada, grosella, guanábana, guayaba, huaya cubana y local, jícara, jicaro, kaniste, mamey, marañón, moringa, nance, noni, pistache, pepino kat, saramuyo, tamarindo, tauch, tsiuche, uva de mar, yaca, yuca, zapote, caimito morado, pimienta gorda y guayón.

En segundo lugar, se encuentran los árboles florales, como: algarrobo negro, amapola, árbol de orquídea, balché, campanita, colorín amarillo, falso flamboyán, flamboyán amarillo y rojo, flor de mayo, guacamaya francesa, kanasin, lluvia de estrella, lluvia de oro, makuli amarillo, blanco y rosa, mata ratón, palo de rayo, takinche, xcanam, xkanlol, tulipán africano, bakal ché, palo zorrillo, planta coral y kitamché. En tercer lugar, los cítricos, que incluyen: china lima, lima, limón chino, colimeni, criollo, cubano, dulce italiano, persa, mandarina, naranja agria, naranja dulce, naranja cajera, naranja sangría y tangerina. En cuarto lugar, se encuentran las especies maderables, como: caoba, cedro, ceiba, chaká, jabín, katalon, neem, pich, ramón, roble, tsalam, chakté viga, chimay, huaxim y ya'ax eek'. Finalmente, las palmeras incluyen variedades como: coco, coco durango, coco malayo, palma real, huano bon, palma barril, kuka, depeinada, kerpis, dátil, palmera areca, palmera triangular y palmera abanico.

La infraestructura del área es adecuada para actividades físicas, recreativas y de descanso, ya que cuenta con dos áreas de juegos infantiles: un parque con estructura de madera y otro de herrería. Además, dispone de dos palapas con mesas y sillas de cemento, así como caminos sedimentados aptos para caminar o andar en bicicleta. Sin embargo, el lugar presenta insuficiencia en cuanto a refugios para insectos. También se observa, sistemas de riego con bombas de agua, y la falta de depósitos de residuos orgánico e inorgánico.

Tabla 5.1
Inventario de árboles presentes de las áreas verdes de estudio

ARBOLES FRUTALES		FLORALES	
Achiote	bixa orellana	algarrobo negro	samanea saman
Aguacate local	persea americana	anapola	pseudobombax ellipticum
almendra	terminalia catappa	Arbol de orquidea	baubinia variegata
Anona de monte	annona reticulata	balche	lonchocarpus longistylus
Anona roja	annona reticulata	campanita	cascabela thevetia
capulin	muntingia calabura		
carambola	averrhoa carambola	falso flamboyán	caesalpinia pulcherrima
chooch	pouteria glomerata	flamboyán amarillo	peltophorum pterocarpum
ciricote amarillo	cordia dodecandra	flamboyán rojo	delonix regia
ciricote blanco	cordia sebestena	flor de mayo	plumeria rubra
ciruela	spondias purpurea	guacamaya francesa	senna alata
frutapan	artocarpus altilis	kanasin	lonchocarpus aprieus
granada	punica granatum	lluvia de estrella	clerodendrum quadrilare
groxella	phyllanthus acidus	lluvia de oro	cassia fistula
guanabana	annona muricata	maculis amarillo	tabebuia guayacan
guayaba	psidium guajava	maculis blanco	tabebuia rosea
huaya cubana	melicoccus bijugatus	maculis rosa	tabebuia rosea
huaya local	melicoccus oliviformis	mata ratón	gliricidia sepium
jacara	crecentia cuje	akits	cascabela gaumeri
jacarito	amphitecna latifolia	Takinche	caesalpinia yucatanensis
kaniste	pouteria campechiana	scanam	hamelia patens
mamey	pouteria sapota	xkanlol	tecoma stans
marañón	anacardium occidentale	quebra hacha (tsutsuk)	Diphyssa yucatanensis
moringa	moringa oleifera	chuun	cochlospermum vitifolium
nance	byrsonima crassifolia	tulipan africano	spathodea campanulata
polvox	annona purpurea	Carao	cassia Grandis
pasak o falso pistache	simarouba amara	bakal che'	bourreria pulchra
paterna	inga spuria	palo zorrillo	senna atomaria
pepino kat	parmentiera aculeata	planta coral	jatropha multifida
pitanga	eugenia uniflora	kitam che' / kitimche	caesalpinia gaumeri
saramuyo	annona squamosa	ta'tsi'	neea choriophylla
tamarindo	tamarindus indica	xa'ax	mariosousa dolichostachya
kolomax	cratogeomys	limonaria	murraya paniculata
tsiuche	pithecellobium dulce		
uva de mar	coccoloba uvifera	CITRICOS	
yaca	artocarpus heterophyllus	chinalima	
yuca	yucca guatemalensis	lima	
zapotc	manilkara zapota	limon chino	
zapotc de agua	pachira aquatica	limon colimensi	
Caimito morado	chrysopyllum caimito	limon criollo	citrus aurantiaca
pimienta gorda	pimenta dioica	limon cubano	
guayón / koolok	talisia florestii	limon dulce	
icaco	chrysobalanus icaco	limon italiano	
pandano	pandanus	limon mandarina	
silil	diospyros tetrasperma	limon persa	citrus latifolia
uspib	coupeia polyandra	mandarina	citrus reticulata
pixoy	guazuma ulmifolia	naranja agria	citrus aurantium
ackee	blighia sapida	naranja cajera	
guanabana cimarrona	annona montana	naranja dulce (tempranera)	citrus sinensis
jinicuil	inga feuillei	naranja sangria	
jinicuil	inga sinacae	naranjita de san jose	citrofortunata mitis
		tanjerina	

Fuente :Elaboración propia y otros,2024.

5.3 Seguimiento del plan de intervención y Aplicación de Sintrotecnias en los Tres Espacios Verdes Públicos

En consiguiente presentamos el recubrimiento de suelos, con la acción de reciclado de árboles para contribuir en la formación de materia orgánica rica en macro, micronutrientes creadores de suelos altamente fértiles. Las actividades de agricultura sintropica integra parte de las etapas de la agricultura regenerativa en específico la cobertura de suelos para potenciar la fertilidad y aumentar la biodiversidad macro y microbiológica de los suelos sumando la importancia de maximizar la retención del agua y la humedad de los suelos calcáreos.

Figura 5.7
Actividades del plan de intervención



Fuente: Elaboración propia,2024.

Tabla 5.2
Actividades del plan de intervención del fraccionamiento las Américas

PLAN DE INTERVENCIÓN												
Actividades Planeadas	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento y limpieza del área	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Identificación de flora y fauna			X	X								
Registro y análisis de la información				X	X							
Toma de muestra de suelos					X	X						
Primer levantamiento topográfico					X	X						
Elaboración de mapas en AutoCAD					X		X		X		X	
Segundo levantamiento topográfico y Elaboración de mapas geomorfológicos						X	X	X	X	X	X	X
Identificación de árboles poda y seguimiento de sintrotecnias						X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 5.8

Observación y análisis de escases de materia orgánica en el perfil del suelo

Fuente: Elaboración propia, 2024

Se puede observar que las tres áreas de estudio cuentan con mínima capa de suelo menor a 10 cm conocido como litosol, un volumen total de menos del 20 % de tierra fina sobre afloramientos rocosos. Son los suelos más abundantes en todo el planeta y aparecen en todas las zonas climáticas, sobre todo en altitudes medias y altas y zonas fuertemente en específico en el lugar donde estamos investigando en un área verde pública de Mérida Yucatán. Se comenta entre especialistas este tipo de suelo no suelen ser muy aptos para la agricultura, pero pueden sustentar actividades o alternativas, como se muestra en la imagen es un suelo altamente pedregoso y con muchos escases de materia orgánica para poder producir alimentos.

Figura 5.9**Actividad poda de árboles seleccionados**

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se puede observar la actividad de poda de árboles para el reciclado de ramas, hojas, tallos primarios, secundarios para fragmentarlos para maximizar el tiempo de degradación y formación de materia orgánica. Los residuos forestales se consideran renovables, debido a que van de la mano con las actividades forestales, es decir, se puede cultivar nueva biomasa para reemplazar la biomasa utilizada (Day 2014). Las

fuentes de biomasa más importantes para la generación de energía son residuos agrícolas, forestales, del procesamiento de la madera y cultivos realizados exclusivamente para su aprovechamiento, en este caso para regeneración de suelos para potencializar su fertilidad y retención de humedad y agua. La fragmentación en las plantas es un proceso en el que una planta se divide en dos o más partes, cada una de las cuales puede crecer y desarrollarse como una planta nueva e independiente. Este proceso puede ocurrir de forma natural, como cuando una rama se rompe por el viento, o puede ser provocado por el hombre, como cuando se corta una planta con fines reproductivos.

La fragmentación puede ocurrir en diferentes partes de la planta, como en las hojas, las raíces, los tallos o las ramas. Cada parte de la planta tiene la capacidad de crecer y desarrollarse, por lo que cada una de las partes fragmentadas puede convertirse en una nueva planta.

Figura 5.10

Fragmentación de las diferentes partes de la planta



Fuente: elaboración propia, 2024.

Recubrimiento de suelos con reciclado de materia orgánica para aumentar la capa horizonte O, y maximizar la fertilidad del suelo con macro y micronutrientes obtenidos del mismo ecosistema, potenciando la retención del agua y la humedad en suelos conocidos como litosoles en Yucatán. Nos Permite el crecimiento de la biodiversidad, por encima y por debajo del suelo. Apoyar y proteger las ecologías microbianas del suelo, incluidos los hongos. Reducir la dependencia de los combustibles fósiles, y los fertilizantes y pesticidas no orgánicos. Como se aprecia en la figura 5.11, elaborada el 20 de marzo de 2024.

Figura 5.11

Recubrimiento de suelos con el reciclado de la fragmentación de biomasa.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Maximizar la recolección de residuos agrícolas:

Se recogen los residuos de las podas del árbol, como tallos, hojas y ramas para su posterior utilización como biomasa aumentando la cobertura de suelo, para mayor cantidad de macro y micronutrientes, mejorando el lixiviado, retención de humedad y reacciones fisicoquímicas de la microbiota.

Suelo cubierto con espesor promedio de más de 20 cm, compuesto por el reciclado de los árboles del mismo ecosistema del lugar.

Figura 5.12

Suelo cubierto con una capa de espesor promedio de 20 cm arriba del horizonte 0.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.4 Evaluación de resultados

Tras finalizar la implementación del plan de intervención en cada área verde pública, se aplicó el instrumento diseñado. Con ello, se recopiló de nuevo información sobre la consolidación de las acciones, permitiendo proceder a la evaluación de los resultados obtenidos.

En los tres espacios verdes públicos se han llevado a cabo labores de limpieza y mejora en los senderos, lo que ha facilitado la creación de espacios donde las personas pueden transitar y realizar actividades como caminata y trote. Aunque no se cuenta aún con una infraestructura formal para la activación física, estas mejoras han favorecido el desarrollo de dichas actividades.

Como se pudo apreciar en las imágenes anteriores, muestra la actividad de otra variable que es poda identificada de árboles potenciales, donde recolectamos ramas, hojas y tallos primarios y secundarios para ser desmenuzados. Este proceso pudimos cubrir el objetivo acelerar la degradación y facilitar la formación de materia orgánica, así como también eliminar hojas y ramas muertas del árbol y contribuir al rebrote de nuevos arbustos y poder maximizar el intercambio de monóxido, dióxido de carbono y oxígeno en la zona al aumentar el potencial de biomasa existente.

para esta decisión partimos de la variable número promedio de árboles por unidad de estudio que fue de 60, de allí el origen se identificó y selecciono al árbol poda dependiendo de su taxonomía y dominancia de árbol de mayor porte, para toma de decisión final la otra variable importante la identificación promedio de árboles de menor porte que fue de 25 por área verde publica y con altura menor a 6 metros.

Otra variable edafológica de la técnica proporción promedio agregada de cobertura de suelo, fue realizar el recubrimiento mediante el reciclaje de materia orgánica de los mismos arboles poda, que tiene como objetivo incrementar la capa del horizonte O y optimizar la fertilidad del suelo a través de macro y micronutrientes provenientes del propio ecosistema se logró aumentar más de 20 cm encima del horizonte O, en espacios aproximados de 15 por 15 metros de superficie por espacio público de investigación como se observó en las imágenes anteriores. Esto permite una mayor retención de agua y humedad en suelos litosoles, característicos de Yucatán, favoreciendo el

crecimiento de la biodiversidad tanto superficial como subterránea. Además, contribuye al sostenimiento y protección de las ecologías microbianas del suelo, incluidos los hongos, y reduce la dependencia de combustibles fósiles, fertilizantes y pesticidas no orgánicos.

El motivo de la variable de estudio anterior se relaciona con la variable espesor de las capas del suelo de las tres áreas verdes de estudio que son la medición por centímetros de la capa identificada y que arrojo un promedio:

O= 3cm a 5cm

A=5CM-8CM

B=4CM en adelante

En la variable grado de participación vecinal y voluntariado el numero promedio de personas que se pudieron recopilar fue de 19 jóvenes y 5 vecinos que asistieron durante el pan de intervención, cabe mencionar que al inicio del proyecto solo 3.

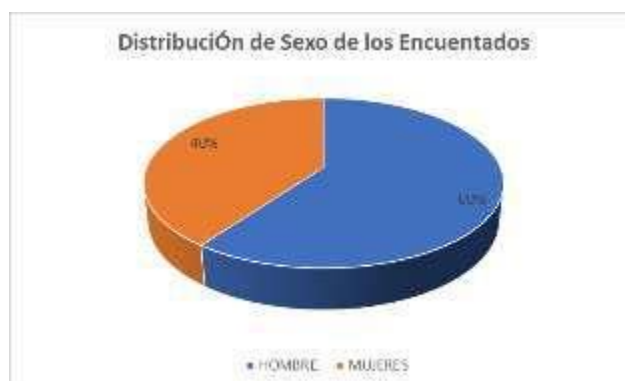
En la evaluación del proyecto a través de las variables de estudio examinamos y observamos que la formación del suelo está muy influenciada por seis factores clave: el clima, los organismos que lo habitan, la topografía, el material parental (material geológico no alterado), el tiempo y su uso.

Observamos y concientizamos en el voluntariado y vecinos que el suelo es un componente esencial para sostener la biodiversidad, ya que en él se desarrolla gran parte de la productividad de plantas y animales, participa en el ciclo del agua y en la renovación del aire. Sin embargo, el uso excesivo de pesticidas, los cambios de uso del suelo, las prácticas ambientales inadecuadas y la contaminación por compuestos químicos pueden degradar este recurso vital para la vida.

A continuación, se presentan tablas y gráficos de la información generada con la cedula de entrevista aplicada a hombres y mujeres del voluntariado con promedios si han tenido experiencias en las técnicas sintropicas y otros temas relacionados.

Figura 5.13

Distribución de sexo de los encuestados

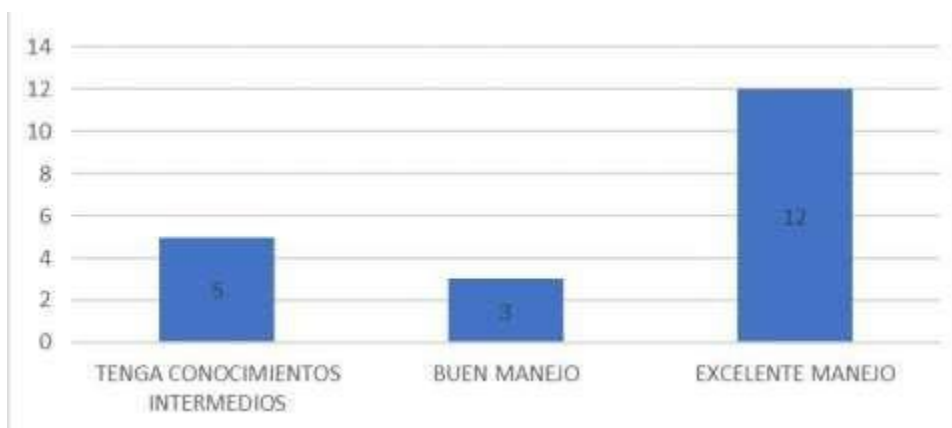


Fuente: Elaboración propia, 2024

Sexo de encuestados en el voluntariado del fraccionamiento. Como observación inicial y al margen más de la mitad de encuestados son hombres. La tendencia es que las mujeres tienen en la actualidad las mismas oportunidades, sin embargo, la aplicación arrojó un 60 % hombres y un 40% mujeres, se muestra la información en la figura.

Figura 5.14

Importancia de conocer nuevas técnicas de producción agrícola

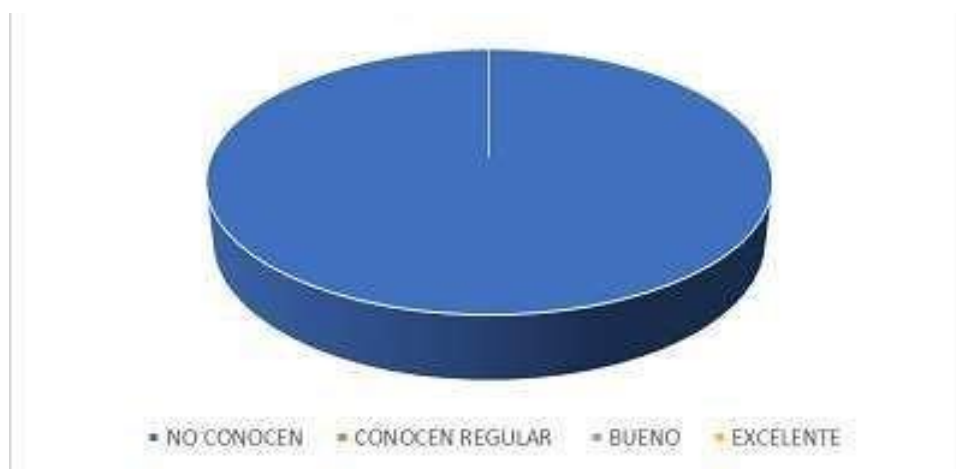


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se observó que es grande la importancia de que se tenga habilidades de manejo nuevas técnicas de producción amigables con el medio ambiente, la encuesta arrojó que el 75 % dice que necesitan conocimientos de intermedios a excelente, 12 encuestados dicen tener excelente manejo y 5 conocimientos intermedios y 3 buen manejo véase figura 10.

Figura 5.15

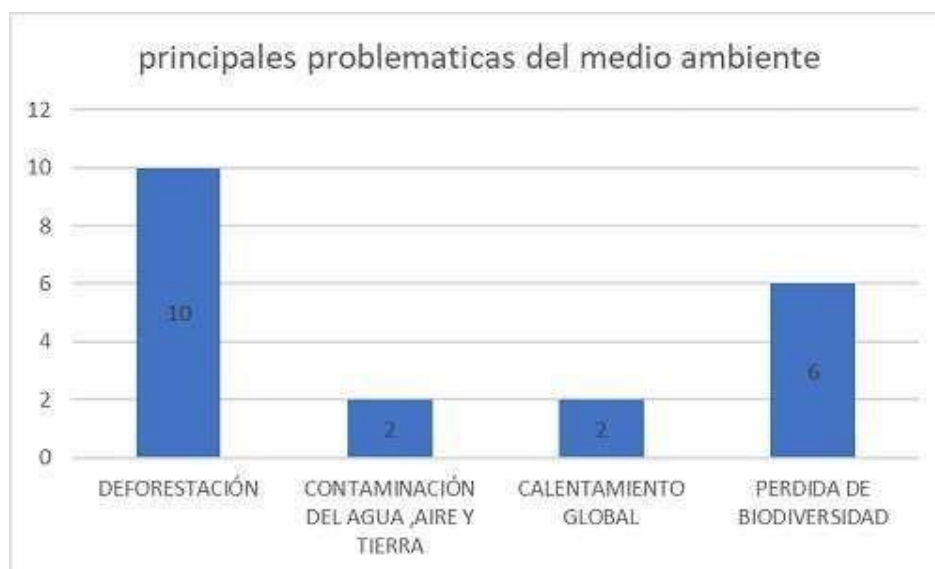
Porcentaje de encuestados que conocen técnicas de agricultura sintropica



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Más de la mitad del porcentaje total de los encuestados se percatan de las técnicas de agricultura sintropica en lo general, mas no la conocen; y el 100 % la desconoce en su totalidad. Esto nos indica que aún existe desconocimiento de esta técnica de producción agrícola regenerativa, aunque en patente su necesidad a través de lo expresado en las respuestas del requerimientos y problemáticas del medio ambiente.

Figura 5.16

Principales problemáticas del medio ambiente

Fuente Elaboración propia, 2024.

Por último, se conoció las problemáticas que según los entrevistados se debe atender en que se analizó la encuesta, se realizó en base a la importancia para el análisis de la información véase (imagen). Las problemáticas más relevantes expresadas en las imágenes. Son de suma importancia para reorientar la toma de decisiones a nivel mundial, nacional y estatal y en prioridad de atención de proyectos que impactan a la comunidad de manera económica /productiva, lo que conlleva a que el especialista intervenga con responsabilidad, mucha organización e innovación en los proyectos de planeación.

5.5 Discusión de resultados

Al analizar este concepto y otros relacionados, se puede identificar un elemento común: el bienestar ambiental como medio para lograr una relación armónica entre la naturaleza y sus recursos con las necesidades biológicas, económicas y sociales de la humanidad (CCGSS, 2013). Esta investigación ha permitido corroborar que los avances hacia una sinergia efectiva entre el medio ambiente, las actividades económicas humanas y la sociedad aún son insuficientes. No obstante, cada vez más personas se suman a la causa ambiental, buscando generar cambios en la conducta humana y sensibilizar a otros para que continúen con este esfuerzo.

Durante los trabajos realizados se determinó que la producción periurbana destinada al autoconsumo enfrenta escasa viabilidad. La mayoría de los alimentos que consumimos diariamente generan efectos negativos en nuestra salud, en la economía local y familiar, así como en el entorno natural y los animales de cría. Diversas publicaciones científicas han confirmado estos impactos, lo que ha despertado un creciente interés en algunos sectores de la población por iniciar la producción de alimentos para autoconsumo en áreas urbanas, como en la ciudad de Mérida. Sin embargo, quienes han intentado implementar esta práctica han encontrado múltiples obstáculos: a) el espacio disponible en las viviendas es limitado; b) las áreas públicas también se perciben como insuficientes; c) las técnicas de cultivo más conocidas son ineficaces; d) el suelo fértil en la ciudad es de escaso espesor; e) los componentes edáficos no son los adecuados; y f) la disponibilidad de agua para riego es limitada.

Oncu y Weyland (1997), Borja y Castells (2000), y Sassen (2006) señalan que las tendencias observadas constituyen un fenómeno global que se ha intensificado en múltiples ciudades alrededor del mundo. En este sentido, es crucial enfatizar que no se trata de un caso aislado, sino de un patrón que se presenta de forma prácticamente generalizada.

Por otra parte, la percepción de la disponibilidad de espacios en áreas verdes públicas para cultivo es generalmente limitada, ya que gran parte de la población

urbana considera que cualquier iniciativa en dichos espacios debe contar con autorización gubernamental. Además, al tratarse de áreas abiertas, es difícil controlar el acceso y evitar que los productos cosechados sean aprovechados por personas ajenas a las iniciativas. Las prácticas agrícolas más conocidas y divulgadas entre la población suelen ser ineficaces para las condiciones locales de suelo, clima y fauna. La intensa irradiación solar durante gran parte del año frecuentemente limita el crecimiento y la supervivencia de muchas hortalizas y frutas que se intentan cultivar. Asimismo, la presencia de diversas especies de fauna que se alimentan de las plantas, como hormigas, caracoles, babosas, lagartijas, iguanas, zarigüeyas, pájaros y roedores, dificulta significativamente obtener cosechas en volúmenes adecuados.

Por ende, el análisis de los espacios verdes públicos se orienta hacia la conservación de los espacios abiertos. Como menciona Lynch (1980), estos espacios representan mucho más que una simple interacción con la naturaleza. Pueden ser lugares donde las personas desarrollen habilidades, descubran nuevos intereses, exploren carreras, experimenten con el pasado o el futuro, o se familiaricen con formas de vida distintas. Hacer esto posible implica implementar nuevas formas de gestionar y diseñar estos espacios abiertos.

Según Montoya (2018), el desarrollo urbano sostenible tiene como objetivo disminuir la huella ecológica de las ciudades y reducir su contribución al cambio climático. Esto se logra mediante la disminución de la contaminación, el uso eficiente del suelo, el reciclaje de materiales y una adecuada gestión de residuos, entre otras acciones. En última instancia, el desarrollo sostenible busca alcanzar la sustentabilidad.

Del análisis anterior se infiere que la única vía de producción sustentable de alimentos vegetales, tanto en los espacios rurales como en los periurbanos y urbanos, es el empleo de prácticas de cultivo vinculadas a las propuestas de la agroecología y la agricultura regenerativa, entre las que en los años recientes ha demostrado resultados sobresalientes la de la agricultura sintrópica.

Tabla 5.3
Recursos requeridos y presupuestación

RECURSOS REQUERIDOS Y PRESUPUESTACION								
		RECURSO HUMANO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL RH	RECURSO MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL M	COSTO TOTAL
ETAPA O ACTIVIDAD								
ACERCAMIENTO		VOLUNTARIADO(15	10.00	10,800	EXAMEN DE LABORATORIO	1,000	6,000	17,800
		CONSULTOR	250XHRA	20,000(80HRS)				20,000
SENSIBILIZACION		VOLUNTARIADO	500	5,500	TRANSPORTE	1,000 SEMANAL	50,000 (18 MESES)	55,500
		EXPOSITOR	250 X HRA	2,500(10HRS)		6,000	*****	8,500
CENSO,CUESTIONARIO		2 ENCUESTADORES	300 DIA	1,200				1,200
		ASESOR TECNICO	250XHRA	4,000(16HRS)	IMPRESIONES	3	500	4,500
SEGUIMIENTO		5 PODADORES	300 DIA	9,000	DESBROSADORA DE RAMAS	6,000	*****	15,000
		ASESOR TECNICO	250XHRA	25,000(100HRS)	PICADORA	6,000	*****	31,000
EVALUACION		2 ENCUESTADORES	300 DIA	1,200	LAPTOP	9,000		10,200
		CONSULTOR	250XHRA	25,000(100HRS)	HOJAS EN BLANCO	1	500	25,500
								189,200

Fuente: Elaboración propia,2023.

Tabla 5.4
Cronograma de actividades

	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												2024						
	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ACTIVIDAD																			
Toma de muestras y análisis del suelo en laboratorio	*	*																	
Mapeo y medición de individuos presentes por especie		*	*	*	*														
Georreferenciación de árboles de mayor porte		*	*	*	*														
Realización de entrevistas con los vecinos participantes		*	*	*	*														
Consulta a expertos para clasificación de especies		*	*	*	*														
Organización de sesiones					*	*													
Definición y plasmar la selección de las ideas					*	*	*	*	*										
Elaboración de tablas, gráficas y diagramas					*	*	*	*	*										
Elaborar un diagrama causa -efecto					*	*	*	*	*										
Generar y sistematizar un plan de acción					*		*	*	*										
Programación detallada de las actividades y funciones								*	*	*	*	*							
Realización de sesiones respecto a las prácticas								*	*	*	*	*							
Registro del avance de las acciones implementadas								*	*	*	*	*							
Registro de los resultados obtenidos								*	*	*	*	*							
Elaboración de gráficas comparativas											*	*							
Presentación de la información de los resultados													*	*	*				
Realización de análisis de los resultados													*	*	*				
Realización de entrevistas a dirigentes													*	*	*				
Realización de análisis de la relevancia de las acciones													*	*	*	*	*		
Contribución y fomentación del desarrollo integral, regional																			*
Capacitación técnica a hombres y mujeres																			*
Sistematizaciones nuevas del ciclo biológico en un ecosistema urbano																			*

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Capítulo 6. Conclusiones Y Recomendaciones

Después de analizar y discutir los resultados obtenidos en la investigación, se concluye que el objetivo general y principal ha sido alcanzado con el apoyo de los vecinos y voluntariado y de acuerdo con los datos obtenidos se puede concluir que el medio ambiente es el cimiento de nuestra existencia y merece ser protegido y preservado. A través de la toma de conciencia, la educación, la colaboración y la adopción de acciones individuales y colectivas, podemos marcar la diferencia. Por ese motivo se debe Implementar proyectos de desarrollo social, ambiental y económico con criterios de innovación sin olvidar revalorarla cultura y hermandad con la misma naturaleza para producir nuestros alimentos.

A treves de los planes de intervención se cumplió el objetivo 3 y 4 para este propósito, se realizaron registros detallados de las actividades en bitácoras correspondientes a cada una de las áreas, la acción participativa y resultados obtenidos de las encuestas realizadas a jóvenes de voluntariado y vecinos, se resalta temas de desarrollo sustentable, como, por ejemplo:

Primer rubro;

*El problema del impacto de la deforestación o tala inmoderada.

*El impacto de la perdida de la biodiversidad en flora y fauna endémica.

Sin olvidar los problemas que deberían atenderse como:

Segundo rubro;

- 1) Reciclado de la basura
- 2) Contaminación del aire
- 3) Perdida de manglares

Cada día el medio ambiente está siendo degradado por cada una de las actividades humanas que alteran las condiciones ambientales y los recursos naturales que son vitales para el desarrollo de la vida. Cuidar el medio ambiente es una necesidad prioritaria e inmediata ante la cantidad de problemas ambientales que amenazan con la calidad de vida, por eso es urgente fomentar y promover acciones.

La evaluación de los resultados derivados de la implementación de las acciones incluidas en el plan de intervención, así como la efectividad de las estrategias aplicadas en cada área verde pública, formó parte del cumplimiento del objetivo específico número 5. En términos generales, esto permitió concluir con los resultados obtenidos.

Permitir la realización de voluntariados en los espacios ha resultado crucial, ya que la presencia constante de personas en las áreas genera una percepción de actividad, relevancia, interés y compromiso, lo que incrementa la participación de los residentes locales. La difusión de las actividades también juega un papel fundamental. Cuanto más se comunican los días, horarios y actividades, mayor es la atención de la comunidad, lo que les permite elegir el momento más conveniente para asistir. Asimismo, los medios de comunicación utilizados, como las redes sociales y los grupos de WhatsApp creados por los vecinos, son esenciales para mantener informada a la población.

6.1 recomendaciones

Es recomendable seguir haciendo estudios que permitan identificar más problemas sociales, ambientales y económicos en la región, para poder incluir mejor toma de decisiones en la formulación de las políticas públicas y elaboración de proyectos productivos socioambientales, de igual manera nos lleva a tener más amplitud en la ciencia y se relaciona con la orientación y reorientación para poder cubrir la demanda que el medio ambiente y sociedad necesita, así brindar una hermandad entre la naturaleza, la forma de producir y mitigar el impacto antropogénico en el ecosistema.

El estudio geomorfológico permitió la elaboración de tres mapas, para la toma y análisis de muestra de suelos que permitió identificar una mayor edafodiversidad ya que el término Rendzina se ha empleado para los Hyper-keletic Leptosols; Rendzic Leptosols, Molic Lepto-sols, Eutric Leptosols, Cambisols, por otro lado, el reconocimiento de la diversidad de grupos de suelo en el estado de Yucatán permitirá: a) una mejor comprensión de la relación suelo-planta; b) un mejor entendimiento de los procesos ecológicos derivados de las relaciones suelo-planta-fauna; c) un mejor uso agropecuario y forestal de la tierra; d) la generación de estrategias exitosas para la conservación de la naturaleza; e) la conservación de las funciones ambientales de los suelos; y por último f) una mejor calidad de vida de la población humana.

Como se pudo observar la degradación ambiental es un problema global que afecta la salud humana, la biodiversidad y el equilibrio ecológico del planeta. A lo largo de las últimas décadas, la actividad humana ha generado emisiones de sustancias tóxicas, residuos y desechos que han contaminado el aire, el agua y el suelo, y han causado daños irreparables en los ecosistemas naturales, se requiere de una acción participativa inmediata y coordinada a nivel zona, estado y global, espero la contribución de la investigación para la toma de decisiones, locales, regionales, nacionales e internacionales para intervención en la concientización y orientación de nuevas alternativas de producción y toma de decisiones en cohesión humanidad-naturaleza .

REFERENCIAS

- Alcántara, M.E., 2001. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgo de Desastres en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Álvarez, A. 2014. El cambio climático y la producción animal. La Habana, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(1). 7-10. Disponible en: <http://www.redalyc.org/artículo.oa?id=1930301122004>
- Andrade-Castaneda HJ, Arteaga-Cespedes CC, Segura-Madrigal MA. 2017. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 18(1):103-112 DOI: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561.
- Arias, F. (2006 a). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (5a ed.). Caracas: Episteme.
- Asseng, S, Ewert, F, Martre, P et al. (2015) Rising temperatures reduce. Ayuntamiento de Mérida (2010a), "Programa de desarrollo urbano de la ciudad de Mérida 2010", Dirección de Desarrollo Urbano,
- <<http://isla.merida.gob.mx/serviciosInternet/wssidu/html>>, 10 de febrero de 2011. [Links].
- Bauman, Z. (2007). Los retos de la educación en la modernidad líquida. Argentina: Gedisa.
- Bautista Vicente, F.S. (2015) Emisiones Totales Anuales de CO2 por Incendios Forestales en el Periodo 1999-2010 en México y Estimación de Índice de Riesgo. Tesis de doctorado, Geociencias Aplicadas, IPICYT.
- Burke, B. (2001). Hardin revisited: a critical look at perception and the logic of the commons. Human Ecology. 29, 449-476.
- Böhning-Gaese, K., Jetz, W., & Schaefer, H.-C. (2008), Impact of climate change on migratory birds: community reassembly versus. Global Ecology and Biogeography, 38- 49.
- Bolio, J. (2001). Globalización y transformaciones Urbanas en Mérida. Ciudades, 50, 15.
- Bolio, J. (2014). Mérida Metropolitana, Evolución histórica y rasgos actuales una perspectiva urbana. En R. López Santillan, y L. A. Ramírez Carrillo, Crecimiento urbano y cambio social: escenarios de transformación de la zona metropolitana de Mérida (pág. 475). Mérida: Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales.
- Brown, S., Ch. Hall, W. Knabe, J. Raich, M. Trexler y P. Woomeer. 1993. Tropical forest: their past, present and potential future role in the terrestrial carbon budget. Water, Air and Soil Pollution. No. 70: 71-94.

- Burdett, R., y Sudjic, D. (eds.) (2007). *The endless city: The urban age project by the London School of Economics and Deutsche Bank's Alfred Herrhausen Society*. Londres: Phaidon.
- Casas A., Otero-Arnaiz A., Pérez-Negrón E. y Valiente-Banuet A. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100:1101-1115.
- Corrêa Neto, N.E., Messerschmidt, N.M., Steenbock, W. & P.F Monnerat. (2016). *Agroflorestando o mundo de facao a trator. Gerando práxis agroflorestal em rede(que já une mais de mil famílias camponesas e assentadas)*. Brasil. Cooperafloresta. Barra do Turvo.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1 de junio de 2021). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf
- Dos Santos Rebello, J.F. (2018). Principios da agricultura Sintrópica segundo Ernst Götsch recuperado de: <http://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Princi%CC%81pios-deAgricultura-Sintro%CC%81pica.pdf>.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2020a). ACUERDO por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, para el ejercicio fiscal 2021. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de :https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5608917&fecha=28/12/2020#gsc.tab=0.
- Díaz L. F., Savage G. M., Eggerth L. L. & Golueke C. G. (1993). *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*. Lewis Publishers. USA
- Edici, C. A. V., & Kossmann, I. (2019). *Crisis Climática*.
- Enkerlin, E. C., Cano, G., Garza, R.A., y Vogel, E. (1997). *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. México: Internacional Thomson Editores
- Steenbock, W. & F.M. Vezzani. 2013. *Agrofloresta. Aprendendo a produzir com a natureza*. Brasil. Curitiba.
- Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México. (2006). México: SEMARNAT.

- FAO, 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 (Informe Nacional,México.), La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA 2010). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Flores-Xolocotzi, R., y González-Guillén, M. (2010). Planificación de sistemas de áreas verdes y parques públicos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1, 17-24.
- Gietzen, R. (2016). Abundancia Agroforestal. Un manual de agricultura sintrópica. Michigan.Recuperadode: https://assets.echocommunity.org/publication_issue/ae1d762e-d561-4a7e-80b3-de9ddeaa6259/es/abundancia-agroforestal-manual-de-agricultura-sintropica.pdf
- Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to ‘climate-smart’ regenerative agriculture. *Global Environmental Change*, 59(August 2018). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101965>.
- Gudynas, E. (2011) Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina:Una breve guía heterodoxa. En Lang, M. y Mokrani, D. (comp.). Más allá del desarrollo. Ecuador: Abya Yala.
- IPCC (2013a), Cambio Climático 2013-Bases Físicas. Resumen para Responsables dePolítica. Estados Unidos de América. (2013b), Climate Change 2013. The Physical Science Basis. United States of America. (2007), Cambio climático y biodiversidad. (2002), Documento Técnico V del IPCC.
- INEGI, 2012. Anuario estadístico de la producción forestal 2012, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- IMCO. (2016). Instituto Mexicano para la competitividad. Obtenido de Índice de competitividad forestal.
- FAO, 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 (Informe Nacional, México.), La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA 2010). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO, 2011, “El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo”, Italia, Mundi- Prensa.
- FAO y SAGARPA, 2012, “México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático”, vol.1, México.
- FAO, 2013a, “Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe”, Chile, Cooperación Suiza en América Central y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola.

- FAO. (2019). El Estado De La Biodiversidad Para La Alimentación Y La Agricultura En El Mundo. Comisión De Recursos Genéticos Para La Alimentación Y La Agricultura, . <http://www.fao.org/3/CA3229ES/ca3229es.pdf>
- FAO. (2019). El Estado De La Biodiversidad Para La Alimentación Y La Agricultura En El Mundo. Comisión De Recursos Genéticos Para La Alimentación Y La Agricultura, . <http://www.fao.org/3/CA3229ES/ca3229es.pdf>
- Franco, R. J. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograrsu sostenibilidad: Caso de estudio Bogotá. Revista EAN scielo.org.com, p, 193.
- Foladori, G. (2000) El pensamiento ambientalista. Tópicos en Educación Ambiental 2 (5),21-38
- Foody GM, Boyd DS, Cutler MEJ, 2003. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions. Remote Sens Environ 85:463–474
- García, I. and Dorronsoro, C. 2005. Contaminación por Metales Pesados. En Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafologia.ugr.es>.
- Gay, C. 2000. El Cambio climático, el problema global más importante del futuro. GacetaUNAM, Noviembre 13. No. 3411: 12-13.
- Gehr W. & Grobe K. (1997). Yard Trimmings Products. Use Guide. “Agriculture in Partnership with San Jose”. pp. 1-16.
- Gibbons, L. V. (2020). Regenerative — The New Sustainable ? 1, 1–19
- González- Gaudiano, E. (2007). Educación ambiental: trayectorias, rasgos y escenarios. México: Plaza y Valdés editores.
- González-Gaudiano, E. (2008) Educación ambiental y educación para el desarrollo sustentable ¿tensión o transición? En González-Gaudiano, E. (coord.) Educación, medio ambiente y sustentabilidad. Once lecturas críticas. México: Siglo XXI.
- González Zárate, Mequeas , 2008. Estimación de biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de Pinus maximinoi H.E. Moore, Pinus oocarpa var. ochoterenai Mtz. y Quercus sp. en el norte del Estado de Chiapas, México. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Götsch, E. (2015). La vida en Syntropy. Material audiovisual Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=gSPNRu4ZPvE>.
- Götsch, E. (2018) Fragmento de un video recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=kYKf8f_KByI

- Guarachi Condori, M.A. (2021). Regeneración de suelos mediante el uso de madera rameal fragmentada. Recuperado de <https://agrecolpraktikum.wordpress.com/regeneracion-desuelos-mediante-el-uso-de-madera-rameal-fragmentada/>.
- Gietzen, R. (2016). Abundancia Agroforestal. Un manual de agricultura sintrópica. Michigan. Recuperado de: https://assets.echocommunity.org/publication_issue/ae1d762e-d561-4a7e-80b3-de9ddeaa6259/es/abundancia-agroforestal-manual-de-agricultura-sintropica.pdf
- Girardet, Herbert (2001), Creando ciudades sostenibles, Ediciones Tilde, Valencia.
- Gudynas, E. (2011) Ambiente, sustentabilidad y desarrollo: una revisión de los encuentros y desencuentros. En Reyes-Ruiz, J. y Castro-Rosales, E. (coords.) Contornos educativos de la sustentabilidad. México: Universidad de Guadalajara
- Gutiérrez, E. & Gonzáles, E. . (2010). Capítulo 6. Los años ochenta: Nuevas tensiones entre la teoría e historia. . En E. & Gutiérrez, *De teorías del desarrollo al desarrollo sustentable* (págs. 20-30). México: Nuevo León.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2010). Metodología de la investigación 5a ed.). México: McGraw-Hill.
- Iracheta, A., Bolio, J. (2012). Mérida Metropolitana, Propuesta Integral de Desarrollo. Mérida: Fundación Plan Estratégico de Yucatán A.C. 193p.
- Irwin, R. (2008). —Posneoliberalismo: de la educación ambiental a la educación para la sustentabilidad. En González Gaudiano, E. (Edit). Educación, medio ambiental y sustentabilidad: once lecturas críticas. México: Siglo XXI.
- Jones, C. (2008). La vía del carbono líquido. Recuperado de [http://www.amazingcarbon.com/PDF/La%20v%20da%20de%20carbono%20l%20EDqui%20do%20\(2008\).pdf](http://www.amazingcarbon.com/PDF/La%20v%20da%20de%20carbono%20l%20EDqui%20do%20(2008).pdf)
- Krishnamurthy L. y Ávila M. 1999. Agroforestería Básica. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, D.F. Lal,
- R. 2004. Agricultural activities and the global carbon cycle. Nutr. Cycl. Agroecosystems. 70: 103-116.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. Sustainability (Switzerland), 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Liffman, P. (2010). Representación y mercantilización. Comunicación presente del XX. Colegio de antropología e historia regionales. Zamora, Michoacán, México.
- López, Óscar y Héctor Toledo (2003), "Informes Técnicos. Estudio de la seguridad

de las edificaciones de vivienda ante la incidencia de viento", Secretaría de Gobernación- Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, pp. 1-79.

Luján Soto, R., Martínez-Mena, M., Cuéllar Padilla, M., & de Vente, J. (2021). Restoring soil quality of woody agroecosystems in Mediterranean drylands through regenerative agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 306(April2020).
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107191>

J. (1997). Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. La Paz. Ed. DED. Petit, J. (S. F.) Historia de la agroforestería.

Recuperado de
http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/agroforesteria/tema1_agf.pdf.

Maqueda González, María Rosario., Carbonell Padrino, María Victoria., Martínez Ramírez, Elvira., Flórez García, Mercedes. 2005. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* [en línea]. 4: 14-18 [fecha de Consulta 15 de septiembre de 2019]. ISSN:1692-9918. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231117588003>

Masera O., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295.

Milz, J. (1997). Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. La Paz. Ed.DED.

Marquez-Ramos, L. 2015. The relationship between trade and sustainable transport: A quantitative assessment with indicators of the importance of environmental performance and agglomeration externalities. *Ecological Indicators* 52, 170- 183.

Meira, P. (2008). Crisis ambiental y globalización: una lectura para educadores ambientales en un mundo insostenible. En Gónzalez-Gaudiano, E. (coord.) Educación, medio ambiente y sustentabilidad. Once lecturas críticas. México: SigloXXI. Mendoza de Armas, C., Jiménez Narváez, G. 2017. Relación entre el efecto invernadero y el cambio climático desde la perspectiva del sector agrario. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 70 (2).

Mougeot, L. (2006), Growing Better Cities : Urban Agriculture for Sustainable Development. Ottawa: International Development Research Centre. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/30554/IDL-30554.pdf?sequence=12&isAllowed=y>.

_____(2008), Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks. Disponible en: <https://www.trabajopopular.org.ar/material/Theme1.pdf>.

Morin, E. y Kern, A. B. (2005) *Tierra-Patria*. Barcelona: Kairós.

Morales, Jaime, 2011, “Capítulo III. Agricultura sustentable y agroecología”, en Morales, Jaime (coord.), Pedro Muro, Joao Canuto, Heliodoro Ochoa, Laura Velázquez López, Santiago Javier Sarandón, Francisco Robertocaporal, José Antonio Costabeber, María de Jesús Bernardo, M., Peter R. W. Gerritsen, Óscar Rodríguez, 2011, “La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural”, México, siglo veintiuno editores.

Luján Soto, R., Cuéllar Padilla, M., & de Vente, J. (2020). Participatory selection of soil quality indicators for monitoring the impacts of regenerative agriculture on ecosystem services. *Ecosystem Services*, 45(July), 101157.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101157>.

Myers, S.S., Zanolatti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A.D.B., Bloom, A.J., Carlisle, E., Dietterich, H.L., Fitzgerald, G., Hasegawa, T., Holbrook, N.M., Nelson, R.L., Ottman, M.J., Raboy, V., Sakai, H., Sartor, K.A., Schwartz, J., Seneweera, S., Tausz,

M. y Usui, Y. 2014. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*. 510:139-142.

Ordóñez, A. 1999. Estimación de la captura de carbono en un estudio de caso. Instituto

Nacional de Ecología. SEMARNAP. México D.F

Northrup, D. L., Basso, B., Wang, M. Q., Morgan, C. L., & Benfey, P. N. (2021). Novel technologies for emission reduction complement conservation agriculture to achieve negative emissions from row-crop production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(28). doi: 10.1073/pnas.2022661118

Ordoñez Benjamín, J. Antonio, Masera, Omar, 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, 7(1) 3–12.

Palacios, E. E., & Espinoza, M. C. (2014). Contaminación del Aire Exterior Cuenca - Ecuador 2009 -2013 Posibles Efectos en la Salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas Universidad de Cuenca*, p.8.

Paustian, K., J. Six, E. T. Elliott, and H. W. Hunt. 2000. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry* 48: 147-163

Pérez-Medina, S, y López-Falfán, I. (2015). Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. *Hacia una sostenibilidad urbana. Economía, sociedad y territorio*, 15, 1-33.

Pearson, L.; Pearson, L. y C. Pearson (2010), “Sustainable Urban Agriculture: Stocktake and Opportunities”. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8, (1&2), 7-19.

PNUD, CEPAL, PNUMA & CDB (2009), Beneficios Socio-Económicos de la Biodiversidad y los Servicios de Ecosistemas en América Latina y el Caribe.

- Rivas, D. (2005). Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el distrito federal. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Rojas Valverde, E.A. 2010. Erosión, recuperado el 15 de agosto de 2014, de erosión: <http://es.scribd.com/doc/39074235/Erosion-d> (2014)
- Rabiela T. 1993. La Agricultura Chinampera: Compilación Histórica. 2ª ed. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco. Rojas Rabiela T. y Sanders W.T. 1985. Historia de la Agricultura Época Prehispánica Siglo XVI. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F
- Rojas Rabiela, T. 1991. La agricultura en la época prehispánica. En: Rojas-Rabiela T. Coord. La Agricultura en Tierras Mexicanas desde sus Orígenes hasta Nuestros Días, pp. 15-138, Comisión Nacional para la Cultura y las Artes, Grijalbo S.A. de C.V., México, D.F
- Salcedo, G, M. P., Reboloso, F. y Barber, K, C. M. (2010) El desarrollo sustentable.
- Modelo de conciliación entre el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente. Gestión y estrategia. No. 37.
- Sauerbeck, D. R. 2001. CO2 emissions and C sequestration by agriculture— perspectives and limitations. Nutr. Cycl. Agroecosys. 60: 253-266.
- Savviozzi A., Levi-Minzi R. & Riffaldi R. (1988). Maturity Evaluation of Organic Waste. Biocycle Journal of Waste Recycling. Vol. 29. No. 3. pp. 54-57.
- Secretaría de Bienestar. (2020b). Programa Sembrando Vida. Secretaría de Bienestar. Recuperado de <https://www.gob.mx/bienestar/acciones-y-programas/programa-sembrando-vida>
- SEMARNAP (1999). El modelo de desarrollo. En ANUIES, U. DE G. y SEMARNAP. La educación superior ante los desafíos de la sustentabilidad. Volumen 1. En torno al desarrollo sustentable. México: CECADESU/SEMARNAP/ANUIES
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2008), ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. México.
- Smit J.; Ratta, A. y J. Nasr (1996) Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities. Publication Series for Habitat II, 1. New York: United Nations Development Program (UNDP)
- Spathelf, P. & Nutto, L. (2004). Urban Forestry in Curitiba – A Model for Latin-American Cities?.
- Sahu, G., & Das, S. (2020). Regenerative Agriculture: Future of Sustainable Food Production.

SAMPIERI, Hernández Roberto (2008). “La Idea: Nace un proyecto de investigación” (30-39). En *Metodología de la Investigación*. Mc.Graw-Hill: México.

Steenbock, W. & F.M. Vezzani. 2013. *Agrofloresta. Aprendendo a producir com a natureza*. Brasil. Curitiba.

Sauvé, L. (2007). Prefacio. En González- Gaudiano, E. *Educación ambiental: trayectorias, rasgos y escenarios*. México: Plaza y Valdés editores.

Soares, Denise, Sergio Vargas y María Rosa Nuño, 2008, “La gestión de los recursos hídricos:realidades y perspectivas. Tomo I”, México, SEMARNAT, IMTA y UG.

Solís González, J.L. (2009). Prólogo. En González Gaudiano, E. (Ed.). *Tendencias y oportunidades de la sustentabilidad en México*. México: Plaza y Valdés.

Tiwari, V., J. Wahr, and S. Swenson (2009), Dwindling groundwater resources in Northern India, from satellite gravity observations, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L18401, doi:10.1029/2009GL039401

Thrupp L.A., Hecht S., Browder J.O., Lynch O.J., Megateli N. y O’Brien W. 1997. *The Diversity and Dynamics of Shifting Cultivation: Myths, Realities, and Policy Implications*. World Resources Institute, Washington, DC.

Toledo, V.M. et al. (2008). “Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas de la península de Yucatán, México”. En *Interciencia*, 33, pp. 345-352.

Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols (2008). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de los saberes tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial. Disponible en <http://www.agroeco.org/socla/publicaciones.html>

Ubilla, C., & Yohannessen, K. (2017). *CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO*. Revista Médica Clínica Las Condes.

USAID (2012a). *Plan Maestro Comunitario de Prevención del Delito y la Violencia: Polígono Granjas Familiares Unidas, Tijuana, Baja California*.

(2012b). *Plan Maestro Comunitario de Prevención del Delito y Violencia, polígono Riveras del Bravo, Ciudad Juárez, Chihuahua*.

(2012c). *Plan Maestro Comunitario de Prevención del Delito y la Violencia del Polígono Camino Verde, Tijuana, BC*.

(2015a). *Conceptos y estrategias de gestión local*. (2015b). *Modelo de Relación Gobierno-*

Sociedad.

46.(2015c). Manual para la capacitación en materia de prevención socialde la violencia y la delincuencia.

Rendon, R. (2010) Espacios verdes públicos y calidad de vida. 6to Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. Congreso llevado a cabo en Mexicali, México. Vigil Neri, Roberto, 2010. Estimación de Biomasa y Contenido de Carbono en *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl. En el campo forestal experimental “Las Cruces”, Texcoco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, México.

Velasco, Israel, sin año, “Estrategias para enfrentar las sequías”, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en , consultado el 13 de julio del 2016.

Vrska, I. P. I. (2019). AGRICULTURA REGENERATIVA Y EL PROBLEMA DE LA SUSTENTABILIDAD. APORTES PARA UNA DISCUSIÓN. Apa 6, 51–85.

<https://doi.org/10.5154/r.textual.2018.74.02>

West, G. (2017). *Scale: The universal laws of growth, innovation, sustainability, and the pace of life in organisms, cities, economies, and companies*. Nueva York: Penguin.

Whitmore T.M. y Turner II B.L. 2001. *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*, Oxford University Press, Nueva York.

Zaar, M. (2011), “Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual”. Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, 15, (944).

Zeng, N., Zhao, F., Collatz, G. et al. Agricultural Green Revolution as a driver of increasing atmospheric CO₂ seasonal amplitude. *Nature* 515, 394–397 (2014).
<https://doi.org/10.1038/nature13893> indican

Zinck AJ (1988) *Physiography and soils*. ITC Lecture note SOL 4.1. International Institute for geoinformation science and earth observations. Enschede, The Netherlands. 156p

