



APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES PARA LA BIORREGENERACIÓN DEL ECOSISTEMA YUCATECO





**INSTITUTO
TECNOLOGICO SUPERIOR DE
TAMAZUNCHALE**

REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Nombre de la Empresa: **EARTH CONNECTION- CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP**

Nombre del Proyecto: **APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES PARA LA
BIORREGENERACIÓN DEL ECOSISTEMA YUCATECO**

RESIDENTES

Nombre: **GABRIELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**
Número de control: **13IAM003**

Nombre: **CITLALLI SANTIAGO HERNÁNDEZ**
Número de control: **13IAM019**

Carrera: **INGENIERÍA AMBIENTAL**
Periodo Escolar: **AGOSTO 2017 – ENERO 2018**

Asesor (a) Externo (a)



M.E.E. PAUL DAVID MORRIS

Nombre, Firma y Sello

Asesor (a) Interno (a)

ING. FRANCISCO FABIAN MONTIEL HERNÁNDEZ

Nombre y Firma

AGRADECIMIENTOS

En especial, agradezco a mis padres Cornelia Hernández Cortez y Regino Hernández Catarina por su cariño, amor y apoyo incondicional durante toda mi vida. Agradezco a mis hermanos Oralia, Damiana, María Luisa, Regino, José Doroteo y Verónica por su ayuda económica, apoyo y cariño incondicional.

Gabriela Hernández Hernández

Agradezco a mi padre por haber comenzado este camino conmigo y que ahora a mí me toca terminar, agradezco a mi familia por el apoyo incondicional brindado, a mi madre y a mis hermanos que me acompañaron para cumplir esta meta e hicieron posible llegar hasta aquí; a todos mis amigos y profesores que fueron parte de esto, mi más sincero agradecimiento.

Citlalli Santiago Hernández

A Paul David Morris y a Sofía Ortiz por hacer nuestra estancia en EARTH CONNECTION - CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP tan agradables, por la oportunidad ofrecida, así como orientación, dedicación, por sus valiosos consejos y sabiduría transmitida.

Para el avance de los estudios, por el apoyo incondicional y su vasto conocimiento en el inicio, seguimiento y término de este proyecto agradecemos a nuestro asesor Ing. Francisco Fabián Montiel Hernández.

A Jazmín Montserrat Ávila Pérez, por su amistad, cariño y apoyo permanente.

A todos los compañeros de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, por sus muestras de afecto, comentarios, apoyo y compañerismo durante el desarrollo del proyecto.

A todos ellos, gracias.

RESUMEN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.....	10
2.1 Earth Connection - Center for Eco-Education and Leadership	10
2.1.1 área de ecología.....	11
2.2 Relación del Proyecto con la Carrera.....	12
3. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS.....	14
4. OBJETIVOS	15
4.1 Objetivo General	15
4.2 Objetivos Específicos	15
5. JUSTIFICACIÓN	16
6. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
6.1 Antecedentes (Marco Histórico)	18
6.1.1 Tecnologías sustentables.	18
6.1.2 Biorregeneración.	22
6.2 Marco Teórico.....	22
6.2.1 Impacto Ambiental.....	22
6.2.2 La Restauración Y Biorregeneración.....	25
6.3 Marco Conceptual.....	26
7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	28
Eje Suelo.....	28
Reforestación	29
Germinación de plantas.....	30
Monitoreo de plantas.....	31
Producción de biocarbón.....	32
Eje Agua.....	35
Sistema de captación de agua pluvial.....	35
Eje Vida.....	36
Construcción de un estanque artificial	37

Estudios de biodiversidad	38
Evento “Bioblitz un día de descubrimiento I”	40
Eje Permacultura	41
Cama para hortalizas	41
8. RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS (INTERFACES)	44
8.1 INVENTARIO FLORÍSTICO DE EARTH CONNECTION- CENTER FOR ECO- EDUCATION AND LEADERSHIP.	44
8.1.1 Introducción.....	46
8.1.2 Objetivo general.....	46
8.1.3 Descripción del lugar.....	46
8.1.4 Metodología.....	48
8.1.5 Contenido.....	49
8.1.5.1 Plantas Silvestres.....	49
8.1.5.2 Erectas, trepadoras, bejucos y lianas leñosas	58
8.1.5.3 Arbustos.....	60
8.1.5.4 Árboles	62
8.1.5.5 Palmas	94
8.1.5.6 Cactáceas.....	95
8.1.5.7. Bromelias.....	96
8.1.7 Conclusiones.....	96
8.1.8 Referencias.	97
8.2 RESULTADOS DEL BOSQUE COMESTIBLE	98
8.3.1 Restauración Forestal.....	98
8.3.2 Bosque comestible.	98
8.3.3 Importancia de utilizar especies nativas en la reforestación con fines de restauración.....	99
8.3.4 Monitoreo de plantas.	102
8.3.4.1 Índices de crecimiento.....	103
8.3 RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCARBÓN.....	105
8.4 RESULTADOS DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL	109
8.5. RESULTADOS DEL ESTANQUE ARTIFICIAL	109
9. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA ORGANIZACIÓN.....	110

9.1 Evento “Bioblitz Un Día de Descubrimiento I”	110
9.2 Plática acerca del trabajo que realiza la organización	112
10. CONCLUSIONES DE PROYECTO, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA	113
10.1 Conclusiones	113
10.2 Recomendaciones	114
10.3 Experiencias Personales	115
11. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	116
12. FUENTES DE INFORMACIÓN	116
ANEXOS	118

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto surge de la importancia de conocer las diferentes tecnologías que contribuyen en la restauración y regeneración de ecosistemas y se planteó este tema debido a que la tecnología es una herramienta para hacer más eficientes los procesos de producción, y por ende, el uso y aplicación de estas tecnologías deben resultar en soluciones a las distintas “amenazas” que puedan afectar a las diversas actividades, tales como: uso de suelo, transporte, manejo de residuos, calidad del aire, construcción y edificación, patrimonio cultural de las ciudades, sistemas de información urbana, agricultura y energía sustentable y/o alterna.

El impacto ambiental derivado de actividades antropogénicas, genera daños a los ecosistemas y puede resultar difícil para el ecosistema volver a regenerarse, que en ocasiones se vuelve necesario la intervención del hombre para la restauración, es importante conocer que la restauración ecológica requiere de tiempo y los resultados sólo podrán visualizarse a largo plazo, pero que si no se inicia resulta perjudicial para el ecosistema y para el hombre. Al llevar a cabo la restauración de una zona es indispensable tener conocimiento de los factores que ocasionaron la regresión ecológica del lugar, estado del ecosistema antes y después del disturbio, grado de alteración de la hidrología, geomorfología, y suelos, estructura composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, información acerca de condiciones naturales regionales, interrelación de factores de carácter ecológico, cultural e histórico, disponibilidad de la bio nativa¹ necesaria para la restauración. Así con el conocimiento previo determinar la aplicación de tecnología sustentable y técnicas que apoyen la biorregeneración del ecosistema como tal mediante la restauración.

Seis tecnologías sustentables dan a conocer tecnologías prácticas y sencillas, que requieren materiales accesibles, apropiadas para replicarse en distintas comunidades del país y generar un impacto positivo en la población.

¹ Bio nativa: Hace referencia a la disponibilidad de plantas nativas utilizadas para la reforestación de la zona que son utilizadas por su fácil adaptabilidad.

De acuerdo a la LGEEPA, el impacto ambiental se define como la modificación del medio ambiente por la acción o actividad del ser humano, o por la propia naturaleza. El proyecto estuvo encaminado a la biorregeneración del ecosistema yucateco mediante la restauración ecológica, debido al impacto negativo que ha tenido por las actividades antropogénicas que han deforestado la zona para el cultivo excesivo del henequén y el sobrepastoreo, Yucatán es un estado turístico ya que cuenta con áreas naturales que son visitadas por extranjeros así como de zonas arqueológicas, también le conforma una gran diversidad de flora y fauna; por esta razón se requiere del control y mitigación de los daños al ecosistema. Los ecosistemas se recuperan por si solos cuando no existen tensionantes o barreras que impidan su regeneración, en un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural. Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, es lo que se denomina restauración activa o asistida. La restauración activa implica, que con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación. Earth Connection se encuentra localizada en un área que con anterioridad fue utilizada para el pastoreo y debido a esto sufrió de la tala inmoderada de árboles, por este motivo los suelos se han degradado aunado a la escasez del agua superficial. Para mitigar los daños ocasionados al ambiente natural se llevaron a cabo una serie de actividades con estas acciones se mitigan los daños y se favorece la biorregeneración del ecosistema; se realizó la plantación de árboles maderables, frutales y ornamentales en el área destinada para bosque comestible. También mediante la pirólisis, un proceso termoquímico, se llevó a cabo la producción de biocarbón, el cual es utilizado para la retención de líquidos y nutrientes que beneficia el desarrollo de la planta, así mismo captura el CO₂ de la atmósfera disminuyendo las emisiones y el impacto que ocasiona este gas de efecto invernadero. Debido al desconocimiento de la flora existente en el área y a la importancia de conocer la labor que realiza en el ecosistema, se llevaron a cabo investigaciones de campo y documental para la identificación florística. Como resultados se obtuvo un inventario de la flora identificada en la zona. La plantación de 250 árboles en el área destinada al bosque comestible y la obtención del biocarbón el

cual fue utilizado para hortalizas y que también es ocupado en la germinación de nuevas plántulas para la reforestación. De acuerdo a lo realizado se concluye que las actividades realizadas pueden variar dependiendo a las características del ecosistema y al impacto ambiental que presente, es relevante recalcar que los resultados de la restauración ecológica solo pueden ser observados a largo plazo, pero que es importante realizar este trabajo que favorece la biodiversidad y genera beneficios de servicios de regulación, servicios de provisión de abastecimiento, servicios de soporte, servicios culturales.

En el proyecto solo se utilizaron temas relacionadas a suelos y aguas tales son: permacultura, eco-construcción, restauración, reforestación y captación de agua pluvial. Cada una de las actividades se estableció por medio del eje de desarrollo sustentable contemplando la eficiencia ambiental, económica y social de los procesos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

2.1 Earth Connection - Center for Eco-Education and Leadership

El objetivo más amplio de la organización es ser un ejemplo de vida regenerativa y crear líderes que harán un cambio positivo en el mundo.

Su misión se distingue por los siguientes puntos:

Restaurar e implementar líneas de regeneración de ecosistemas que han sido degradados por actividades de sobrepastoreo y actividades agrícolas de alto impacto. Inspirar líderes a tomar decisiones y conducir proyectos que favorezcan una conciencia social y ambiental para la transición a una forma de vida holística, estilo de vida armonioso con la naturaleza y en comunidad. Demostrar los beneficios y viabilidad local de las Ecotecnias. Brindar una experiencia placentera en un lugar privilegiado. Involucrar de manera directa a la comunidad en el desarrollo de las actividades del centro.

Visión:

EARTH CONNECTION facilita una plataforma que reúne los aspectos de educación, investigación y acción. La educación está enfocada en la educación ecológica, ambiental, regenerativa, de negocios y liderazgo, la investigación se basa en estudio de biodiversidad, la permacultura y la innovación tecnológica y en la acción nos enfocamos a la restauración ecológica, el aumento de la biodiversidad y recaptura de carbono mediante tecnologías ancestrales adaptadas a las necesidades actuales. Impulsamos un estilo de vida sustentable y una conciencia holística a través de una educación vivencial e integral en un lugar privilegiado (**Ver figura 1**).

Dirección: Puerta Azul, lado este. Km. 6.2 Carretera Molas-Yaxnic. Sur de Mérida, Yucatán, México. Correo: planethealer1@yahoo.ca-Tel: 052-999-263-5360 y número de contacto: 9993 287237

El centro lleva dos años en función, en él existen tres áreas específicas las cuales son: Ecología y Biodiversidad a cargo de M.E.E. Paul David Morris, director general del centro; Permacultura y Ecotecnia a cargo de Sophia Ortiz y por último el área de Investigación y Enlace académico a cargo de Dr. Icela Ortiz.

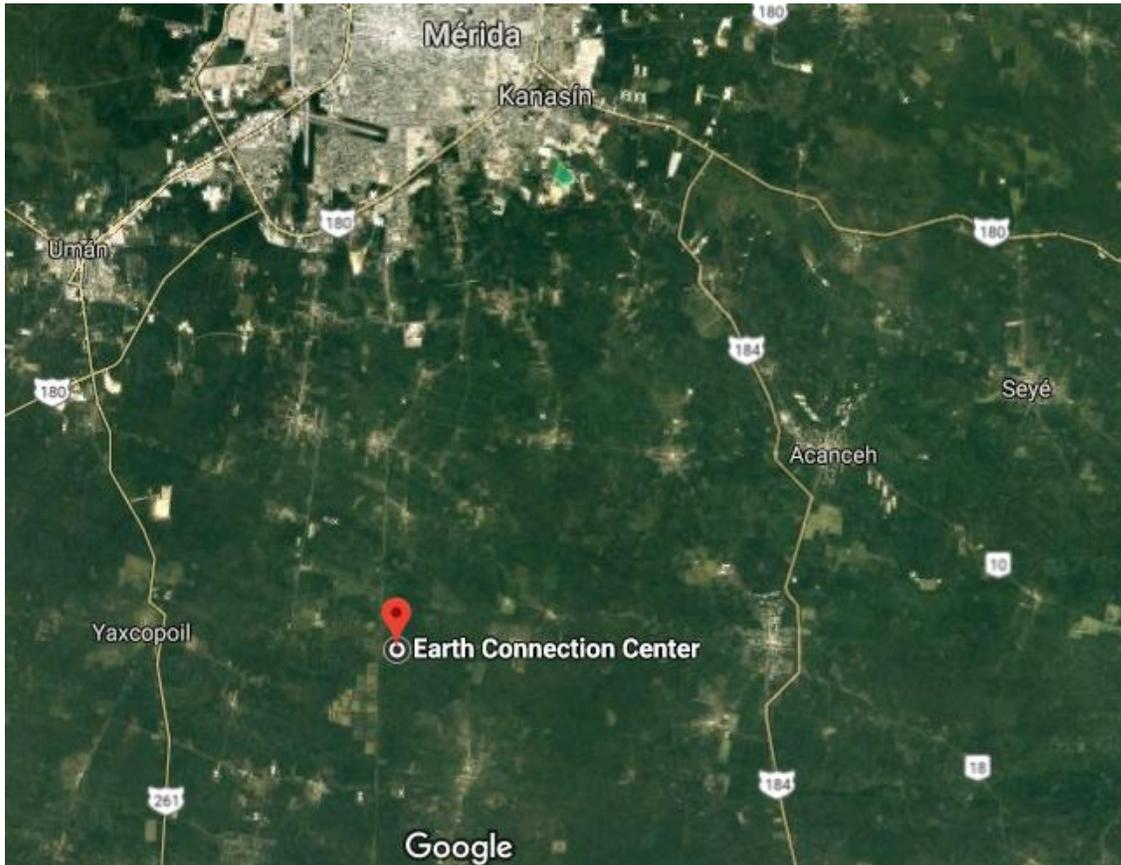


Figura 1 Vista satelital de la ubicación de EARTH CONNECTION CENTER FOR EDUCATION AND LEADERSHIP

2.1.1 área de ecología.

EARTH CONNECTION CENTER FOR EDUCATION AND LEADERSHIP cuenta con el área de ecología, a cargo de M.E.E. Paul David Morris, en la cual se desarrolló el proyecto que consistió en aplicar tecnologías sustentables para la recuperación del ecosistema perturbado que presentan en el sitio.

El área se enfoca a la restauración ecológica, el aumento de la biodiversidad y recaptura de carbono mediante tecnologías ancestrales adaptadas a las necesidades actuales.

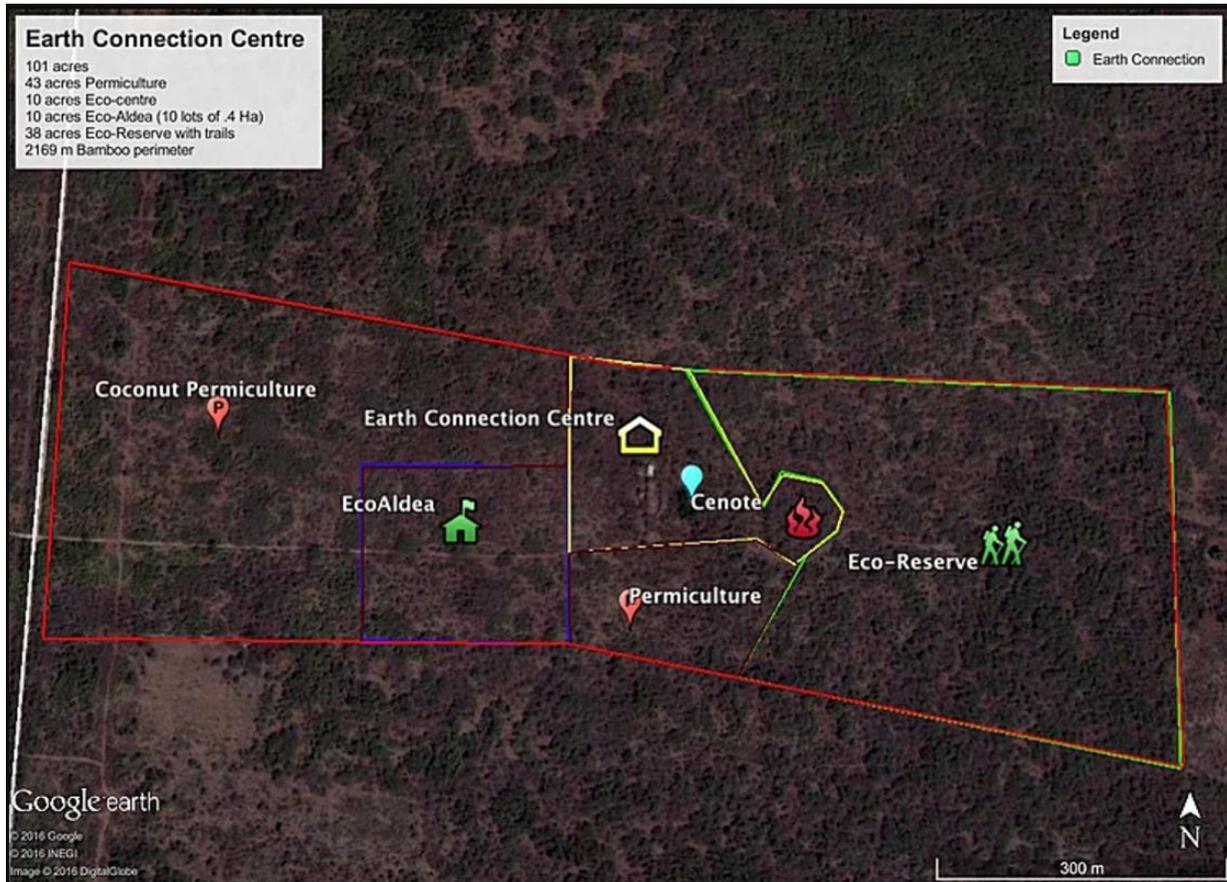


Figura 2 Vista satelital de las áreas en EARTH CONNECTION CENTER FOR EDUCATION AND LEADERSHIP

2.2 Relación del Proyecto con la Carrera

Se relaciona este proyecto con la carrera de ingeniería ambiental ya que al implementar tecnologías sustentables en EARTH CONNECTION CENTER FOR EDUCATION AND LEADERSHIP se dan soluciones para disminuir los impactos ambientales (significativo o relevante) que se tienen actualmente y que ayudan a preservar los recursos naturales.

Además se relaciona directamente por que se abordan temas, conceptos y actividades relacionados con materias como: Balance de Materia y Energía, Diagnóstico Ambiental, Desarrollo Sustentable, Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación de Tecnologías ambientales, Gestión Ambiental, Gestión de Residuos, Ingeniería en Sistemas Ambientales, Remediación de Suelos y Sistemas de Información Geográfica.

3. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS

Los principales problemas que se identificaron en EARTH CONNECTION CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP es el impacto negativo antropogénico ocasionado a la selva baja subcaducifolia y por consecuencia al suelo y fauna de la zona; debido al cambio de uso de suelo para el cultivo excesivo del henequén y la actividad ganadera, que ocasionaron el desgaste de los suelos, con pérdida de nutrientes y de materia orgánica.

La mínima retención de agua debido a las características que presenta el suelo aunado a la poca vegetación existente, ocasiona en algunas plantas estrés hídrico, así como la pérdida de cobertura vegetal debido a la escasez de agua superficial, esta situación también repercute en la fauna que no encuentra un lugar donde establecerse y tener a su alcance este vital líquido.

La pérdida de biodiversidad es otro de los problemas que presentan ya que impide el buen funcionamiento y desarrollo del ecosistema, si no existe diversidad en flora no puede existir un incremento en diversidad de fauna. Los ecosistemas nos proporcionan servicios ambientales como la captura del dióxido de carbono, la estabilidad climática y el mantenimiento de suelos fértiles.

El desconocimiento de las especies de flora que se localizan en la zona funge como un obstáculo para identificar la relación simbiótica que tienen las especies ya que es relevante informarse si no es el impedimento para el desarrollo de nuevas especies.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Determinar las tecnologías sustentables para la recuperación de un ecosistema perturbado en el centro Earth Connection- Center for Eco-Education and Leadership.

4.2 Objetivos Específicos

-Identificar las técnicas de biorremediación aplicadas en Earth Connection- Center for Eco-Education and Leadership.

-Colaborar con las actividades inherentes al proyecto.

5. JUSTIFICACIÓN

El estado de Yucatán fue una zona en donde predominaron las haciendas dedicadas al cultivo del henequén para la extracción de fibras, los cultivos realizados no fueron medibles ya que ocasionaron devastación de ecosistemas y causaron con esto la desertificación de la península. Estos resultados no generan una seguridad climática ya que existen afectaciones en las estaciones del año y de la temperatura de manera extrema. El suelo se ha deteriorado con el tiempo por la deforestación que lleva a la migración de la fauna del lugar y a la pérdida de flora. Con los comienzos de la biorregeneración el clima mejora y con ello se favorece el turismo; y considerando que Yucatán es una zona turística, es conveniente la aplicación de tecnologías sustentables para la restauración y conservación de los ecosistemas.



Figura 3 Henequenal en Hacienda Sotuta de Peón

Las tecnologías sustentables son una alternativa para el mejoramiento de la calidad de vida y contribuye a la disminución de los impactos negativos que ocasionan las actividades antropogénico, considerando siempre el buen uso de los recursos naturales para evitar la degradación del medio y de esta manera mantener el equilibrio ambiental.

Yucatán se considera uno de los estados de alta variación biogeográfica debido a que presenta un clima de bosque tropical sub caducifolio (una alta proporción de los árboles (del 25 al 75%) pierden las hojas durante la época seca). Esa amplia riqueza natural ha sido y es, la base en la que se ha sustentado el desarrollo social y económico de Yucatán. Por lo tanto, es evidente y clara la necesidad de conservar esa riqueza y promover un uso sustentable de la misma, garantizando de esta forma la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

En Earth Connection se desarrollan una serie de actividades para la restauración de la zona, la cual, se encuentra en sus inicios de construcción y reúne los aspectos de educación, investigación y acción de la naturaleza; por otro lado la búsqueda y el alcance de un modelo de desarrollo socio-económico y cultural, en armonía con la naturaleza, es un propósito de EARTH CONNECTION. Es por ello, que la colaboración en el centro es enfocada en la restauración ecológica mediante actividades que aporten beneficios al centro para su desarrollo y para la fomentación de la educación ambiental.

Este proyecto es para todos aquellos que deseen continuar con las actividades encaminadas a la conservación, protección, preservación, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y todos aquellos temas a fines al área ambiental. Asimismo para los futuros residentes de prácticas profesionales y servicio social de áreas afines a este proyecto que estén interesados a ser parte y establecer el desarrollo de proyectos en la organización EARTH CONNECTION. Se espera que las aportaciones de este manual sean de utilidad para los actores involucrados con la restauración forestal.

Las actividades realizadas durante el proyecto, son reproducibles y pueden ser optimizados y/o perfeccionados con nuevas técnicas, modelos, métodos y herramientas, es por ello que este proyecto tiene la finalidad para servir de guía para la mejora continua de las tecnologías aquí presentadas.

6. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

6.1 Antecedentes (Marco Histórico)

6.1.1 Tecnologías sustentables.

Una tecnología es el conjunto de conocimiento científico y empírico con un propósito determinado a través de objetos y procesos. Los procesos de generación y distribución, así como los usos que se le da a la energía son parte de desarrollos tecnológicos (Amemiya, 2012).

En el siglo XVIII algunos filósofos sociales y economistas como Tomas Malthus y David Ricardi comenzaron a preocuparse por las posibilidades de la Tierra para satisfacer las necesidades del hombre ante un crecimiento poblacional².

La Revolución Industrial (1760-1840) es, sin duda, el inicio y punto de partida del crecimiento económico basado en los procesos tecnificados de producción. La Revolución Industrial desató, no sólo, el auge económico, científico y técnico, sino que, con el inicio de ésta, se promulgó el uso intensivo, extensivo e irracional de los recursos naturales en busca de modelos de acelerado crecimiento económico (eumed.net, 2005)³.

En la industria de la construcción y particularmente en el desarrollo de las ciudades y áreas urbanas, las tecnologías han estado presentes desde la época pre-industrial, industrial e industrial contemporánea en los procesos de producción desde la generación de los materiales constructivos, nuevas tecnologías, hasta la construcción e implementación de la infraestructura y equipamiento; es por ello que en 1945 se funda la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)⁴.

² Fundació fòrum ambiental. *Guía para la ecoeficiencia: Ventajas de la ecoeficiencia* Barcelona. Recuperado de: <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf>

³ <http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2010/tbhh/Antecedentes%20y%20perspectivas%20del%20desarrollo%20sustentable.htm>

⁴FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo estableció como uno de los objetivos del plan de acción la necesidad de modificar las prácticas no sustentables de producción y consumo, incrementando entre otras cosas, las inversiones en programas de producción más limpia y ecoeficiencia⁵, a través de centros de producción más limpia⁶. Por su parte, los países de la región manifestaron en la Iniciativa Latinoamericana para el Desarrollo Sustentable (2002), presentada en la Cumbre, la necesidad de incorporar conceptos de producción limpia en las industrias, crear centros nacionales de producción limpia y trabajar en pos de un consumo sustentable. Esto establece el marco a nivel internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción en producción limpia⁷.

Y desde entonces las tecnologías ambientales aplicadas a cada una de las tareas y actividades que se realizan en la planeación y desarrollo urbano de las ciudades, empresas u organizaciones, son una parte actualizada de todas las tecnologías sustentables, que en su mayoría son procesos, instrumentos de medición, simuladores, equipo, materiales, software y hardware que son de gran ayuda a urbanistas, diseñadores, arquitectos, y promotores en las ciudades (Hernández y Garduño, 2009).

A partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente; realizada en Río de Janeiro en 1992, ha aumentado la tendencia de establecer marcos jurídicos para la política ambiental mediante la definición de leyes generales sobre la materia que debían observarse en las actividades gubernamentales. Esto permitió establecer algunos criterios básicos para orientar la acción del gobierno y de la sociedad a fin de

⁵ "Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta". World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

⁶ Antecedentes de Dirección de Producción Limpia y Consumo Sustentable. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. En línea <http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=13> (ref. enero 2009).

⁷ Indicadores Ambientales. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de seguimiento: República Argentina 2006. Parte 7. Ministerio de Salud y Ambiente de Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En línea <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=2018> (ref. enero 2009).

promover la estabilidad que requieren las políticas de Estado, de las cuales la política ambiental no es ajena⁸.

Para que dichas tecnologías puedan implementarse es necesario contar con las condiciones necesarias en materia de gestión tecnológica, desarrollo de eco-proyectos y eco-productos, capacidad financiera y planeación sustentable, además de la normativa urbano-arquitectónica sustentable y políticas públicas que apoyen dichos desarrollos; así como actores sociales y condiciones culturales, recursos humanos especializados en el dominio de herramientas, tales como el análisis y evaluación por ciclo de vida, sistemas de información geográfica, procesos de construcción y desarrollo integral de proyectos por medio de diversos software y otros recursos (Hernández y Garduño, 2009).

Weaver (como se citó en Hernández y Garduño, 2009) afirmó que “el en el desarrollo se deben tratar las siguientes áreas prioritarias: manejo sustentable del sitio y uso de suelo, energía renovable y alterna, manejo sustentable del agua, materiales ecológicos, manejo sustentable de los desechos, confort en el ambiente construido, otros recursos y procesos, al mismo tiempo las tecnologías deben ser compatibles con los procesos ambientales naturales”.

Si bien la cantidad de tecnologías disponibles para aplicarlas a distintos sectores de la sociedad son innumerables, solo algunas son viables. Hernández y Garduño (2009) afirman:

“Las nuevas tecnologías ambientales aplicables al desarrollo sustentable dependen del grado de desarrollo del país, de su infraestructura, de los recursos humanos especializados y de la gestión con que se ejecuten los planes y programas de desarrollo; además de otras herramientas como metodologías y procedimientos que ayuden a su aplicación. La normatividad el uso y

⁸ Fundació fòrum ambiental. *Guía para la ecoeficiencia: Ventajas de la ecoeficiencia* Barcelona. Recuperado de: <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf>

aprovechamiento de estas nuevas tecnologías, asimismo la forma de aplicar las políticas públicas en la región”. (p. 33)

Existen diversos rubros tecnológicos que pueden ser más importantes que otros para la aplicación de los sistemas en el desarrollo urbano sustentable; por ejemplo lo que se concluye que es más importante, por razones de economía, ecología y sociedad (es decir sustentables) son el manejo adecuado de la energía en las ciudades, que además de ser el motor principal de desarrollo de la ciudad es un recurso, el cual se consume en elevadas cantidades y hay que cuidar, porque cuesta mucho producirlo; el mismo caso es para el manejo sustentable del recurso agua, que aunque es un recurso renovable, está cada día más contaminado debido a la mala distribución y planeación urbano-arquitectónica (Hernández y Garduño, 2009).

El desarrollo sustentable y el nuevo milenio. La lucha para proteger a la naturaleza mantiene una tendencia ascendente a partir de la década de los setentas, llegando al nuevo milenio con mayor ímpetu y con nuevos adeptos, hasta la fecha dos son los eventos mundiales más significativos, la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002) y la firma del Protocolo de Kyoto (2005). La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo 2002. Por iniciativa de las Naciones Unidas, se decidió que la Cumbre en Johannesburgo se llamara oficialmente Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, esta tuvo lugar en Johannesburgo, Sudáfrica, en septiembre del 2002, su propósito fundamental fue impulsar una serie de acciones que permitieran alcanzar el desarrollo sostenible en el siglo XXI y atender la problemática ambiental y de desarrollo de forma integral a nivel mundial, nacional y local⁹.

Una tecnología sustentable es aquella que contribuye a que la sociedad se desarrolle en condiciones de sustentabilidad. Para determinar si una tecnología es sustentable

⁹<http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2010/tbhh/Antecedentes%20y%20perspectivas%20del%20desarrollo%20sustentable.htm>

es importante observar si cumple con criterios de sustentabilidad social, económica, ambiental y tecnológica, tanto en la generación como en el consumo (Amemiya, 2012).

6.1.2 Biorregeneración.

La ciencia y la técnica de la restauración ecológica se basan en la reconstrucción de ecosistemas naturales o seminaturales sobre terrenos transformados, degradados o totalmente destruidos ambientalmente. Se diferencia de la regeneración natural o sucesión ecológica de los ecosistemas en que es una actividad intencionada, que implica distintos grados de intervención humana para iniciar, acelerar o dirigir el proceso de recuperación de un ecosistema con respecto a su estructura, funcionamiento, composición y sostenibilidad (Urbanska, 2000; SER,2004, Clewell y Aronson, 2007).

Con esto podemos entender que para la biorregeneración de ecosistemas no se requiere intervención externa ya que el mismo ecosistema actúa regenerándose por sí solo, lo que se conoce como resiliencia. En cambio la restauración implica la intervención del hombre como apoyo para que el ecosistema pueda recuperarse. Para este tema la aplicación de la restauración es un paso a la biorregeneración, ya que con la intervención externa el ecosistema puede comenzar a regenerarse trabajando a su ritmo¹⁰.

6.2 Marco Teórico

6.2.1 Impacto Ambiental.

De acuerdo a la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente, el impacto ambiental se define como la modificación del medio ambiente por la acción o actividad del ser humano, o por la propia naturaleza.

¹⁰ Fundació fòrum ambiental. *Guía para la ecoeficiencia: Ventajas de la ecoeficiencia* Barcelona. Recuperado de: <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf>

Tipos.

El reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, establece modalidades del mismo, como lo son: impacto ambiental acumulativo, el cual se define como el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares, ocasionado por la alteración con otros que se efectuaron en otro tiempo, o bien que estén ocurriendo en el presente. Dicho ordenamiento define también un impacto ambiental sinérgico como el que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia de varias acciones inciden en mayor proporción que las acciones individuales aisladas. De igual manera, establece una tercera modalidad del impacto ambiental, el significativo o relevante, determinado que es el que resulta de la acción del ser humano y en su caso, de la naturaleza, que traen como consecuencia las alteraciones en los ecosistemas y recursos naturales en general o incluso en la salud; causando que las condiciones del ambiente no sean las óptimas para que las personas y todos los seres vivos existan. Una cuarta modalidad del impacto ambiental es el que aún después de aplicar medidas para mitigar los daños, persistan consecuencias; este se denomina de tipo residual.

Causas antropogénicas.

Las actividades humanas desmedidas, que no tienen un control generan un impacto negativo al ambiente provocan un desequilibrio ecológico y la pérdida de suelos, flora, fauna y por consecuencia de la biodiversidad. En seguida se abordan algunas definiciones de los problemas que se presentan actualmente en la zona de estudio.

Expansión humana: La expansión territorial de asentamientos humanos ocasiona la deforestación de la zona ocupada.

Fenómenos naturales: los fenómenos naturales también impactan de manera negativa al ambiente, mediante inundaciones, huracanes.

Agricultura: La agricultura es una de las actividades antropogénicas, que sí son practicadas de manera intensiva ocasionan un impacto negativo al ambiente en el que se desarrolla, y que requiere de tiempo para regenerarse.

Sobrepastoreo: Extensiones de superficies son utilizadas para el sobrepastoreo, que se presenta cuando no se permite a la vegetación expuesta al pastoreo, volver a regenerarse. El sobrepastoreo genera también la compactación del suelo, impidiendo la penetración de raíces así como la germinación de semillas. Esta situación favorece la regresión ecológica, degradando el ambiente.

Sucesión ecológica.

Los ecosistemas son dinámicos cambian como resultado de factores internos y externos dicha dinámica se conoce como sucesión ecológica. Los ecosistemas se recuperan por si solos cuando no existen o se eliminan tensionantes o barreras que impidan su regeneración, en un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural. Es por esto que una de las primeras acciones para recuperar un ecosistema es retirar factores que impidan la expresión de mecanismos de regeneración natural.

Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, es lo que se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida). La restauración activa implica, que con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación.

La capacidad de restaurar un ecosistema depende de gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: estado del ecosistema antes y después del disturbio, grado de alteración de la hidrología, geomorfología, y suelos, causas por las cuales se generó el daño, estructura composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, información acerca de condiciones naturales regionales, interrelación de factores de carácter ecológico, cultural e histórico, disponibilidad de la bio nativa necesaria para la

restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento) tensiones que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración.¹¹

6.2.2 La Restauración Y Biorregeneración

Dado que el proyecto está centrado en obtener la biorregeneración del ecosistema en el estado de Yucatán, es necesario diferenciar este término con la restauración, así como la relación que existe entre estos dos conceptos dentro del proyecto.

Las perturbaciones que reciben los ecosistemas pueden ser naturales o generadas por las actividades humanas. Los ecosistemas pueden responder a las alteraciones restableciendo la vegetación original por mecanismos y procesos conocidos en general como regeneración o sucesión. Una propiedad de los ecosistemas es su resiliencia, que es la capacidad de regenerarse luego de recibir una perturbación. Sin embargo hay perturbaciones naturales o humanas que simplemente transforman completamente al ecosistema, por lo que este no puede reestablecerse. En estos casos hablamos de que las perturbaciones modificaron al ecosistema más allá de su capacidad de regeneración, o que rebasaron su resiliencia, y es cuando se presenta la necesidad de restauración (Oscar Sánchez, 2005).

Marco legal de las actividades de restauración forestal en México.

En esta sección del documento se presenta una breve semblanza de los artículos que hacen referencia a las actividades de restauración forestal y reforestación en la legislación del país. La revisión incluye la LGEEPA, LGDFS y LGVS.

Existen diferentes instrumentos regulatorios que señalan mecanismos y acciones para la gestión de los recursos naturales y el ambiente. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 se refiere a la

¹¹ Acta biol. Colomb., Volumen 16, Número 2, p. 221-246, 2011. ISSN electrónico 1900-1649. ISSN impreso 0120-548X. *RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN*. ORLANDO VARGAS RÍOS

preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional; sus disposiciones tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene por objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales; distribuir las competencias en materia forestal corresponda a los distintos órdenes de gobierno con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable¹².

En el artículo 16 de la LGDFS establece las atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) formular y conducir la política forestal, diseñar los instrumentos, elaborar programas, así como emitir Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para fomentar la conservación y restauración de los recursos forestales. En el artículo 17 de la LGDFS tiene como objeto establecer las disposiciones de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) el desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas de protección, conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de planes y programas de la política de desarrollo forestal sustentable (Agenda Ecológica Federal, 2013).

6.3 Marco Conceptual

En el CAPITULO II de la LGEEPA¹³ define al **ambiente** al conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y el desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

¹² Agenda Ecológica Federal (2013). (Sexta edición) Editorial Ediciones Fiscales ISEF. México, D.F. ISBN: 978-607-406-440-7

¹³ LGEEPA: Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Es por ello, que para resolver los problemas ambientales actuales, surgieron las **tecnologías sustentables**, tecnología verde o tecnología limpia; es aquella que se utiliza sin dañar al ambiente, la aplicación de la ciencia ambiental para conservar el ambiente natural y los recursos, y frenar los impactos negativos de la involucración humana. Otra definición aceptable de las tecnologías sustentables fue creada para restablecer equilibrio con el ambiente y para satisfacer las necesidades humanas con una mínima disrupción del mismo.¹⁴

Es primordial actuar a favor de la **conservación** es la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo¹⁵.

Es allí donde el **desarrollo sostenible** - núcleo de las tecnologías ambientales- se aplica como solución para asuntos ambientales, las soluciones tienen que ser socialmente equitativas, económicamente viables, y ambientalmente seguras.

Así que, las actividades para favorecer la **biorremediación** es la base para fortalecer los procesos de restauración y recuperación de la conservación de la biodiversidad, la protección de recursos hídricos y del suelo. Las acciones más importantes de la biorremediación y restauración de ecosistemas son a través de la producción de **biocarbón** que se produce mediante pirólisis o gasificación, procesos que calientan la biomasa en ausencia (o en reducción) de oxígeno, mejora la calidad y cantidad del agua al aumentar la retención de nutrientes y agroquímicos en el suelo para la utilización de plantas y cultivos¹⁶.

¹⁴ Romero Litvin, N. (2010). *Manual Básico de Ecotecnias: un acercamiento con las ecotecnias y los buenos hábitos*. Disponible en:
<http://s81c843597189ba68.jimcontent.com/download/version/1402506390/module/6413671368/name/01ecotecnias.pdf>

¹⁵ Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA)

¹⁶

Toda esa serie de actividades es para mantener un **equilibrio ecológico** siendo la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posibles la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En este apartado se describen las actividades que se realizaron en la organización Earth Connection- Center for Eco-Education and Leadership. Y se presentan por ejes: Suelo, Agua, Vida y Permacultura.

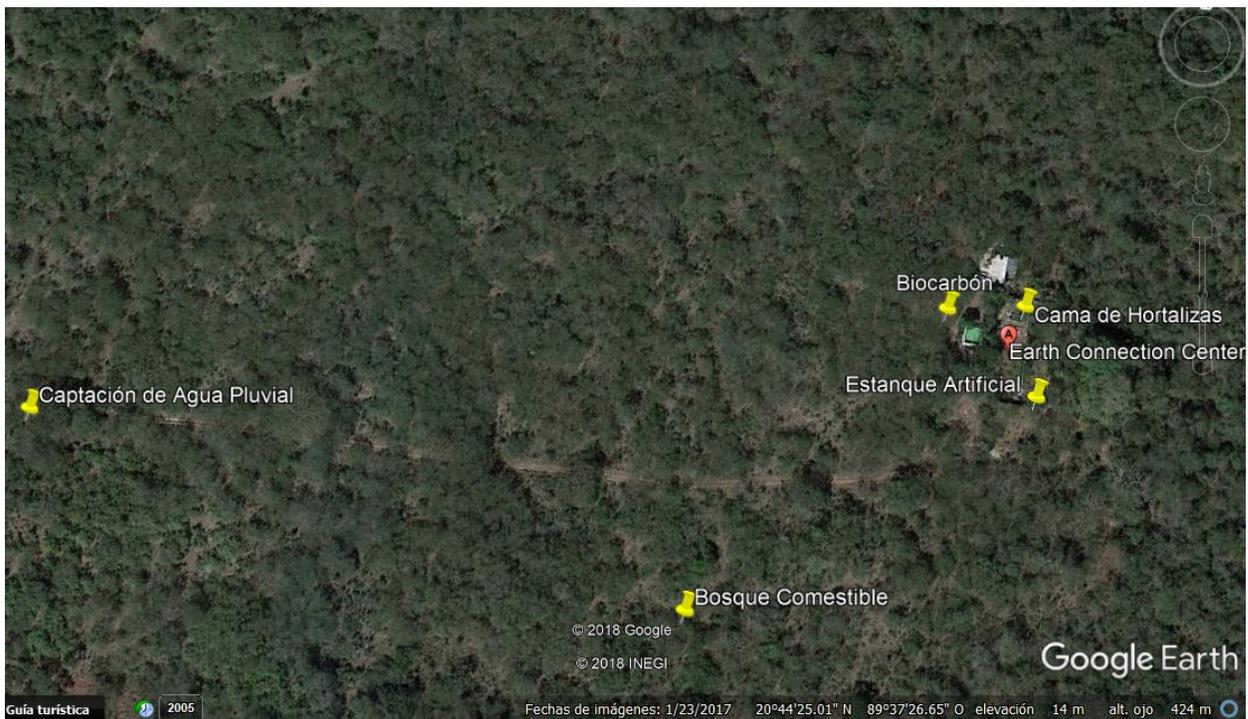


Figura 4 Vista satelital de las áreas en las que se realizaron las actividades

Eje Suelo

Reforestación

Como parte del apoyo para la implementación del bosque comestible se realizó la plantación de árboles de diversas especies, maderables, frutales y ornamentales, con un total de 250 plantas, y abarcando un área el bosque comestible, tales como: ramón (*Brosimum alicastrum*), nance (*Byrsonima crassifolia*), huaya (*Melicoccus bijugatus*), guayaba (*Psidium guajava*), moringa (*Moringa oleífera*), mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), garanada (*Púnica granatum L.*), jícara, carambola (*Averrhoa carambola L.*), yaka (*Artocarpus heterophyllus*), anona, limón y tamarindo (*Tamarindus indica*). En cada especie de árbol plantado se consideró su rápido crecimiento y la región de procedencia, para determinar su fácil adaptabilidad.

Con ello se espera acelerar los procesos de restauración y de resguardar la condición de conservación del área forestal en el estado de Yucatán como medida para contrarrestar y minimizar la deforestación, procurando mantener y/o mejorar la condición de la cobertura forestal de los bosques.



Figura 5 Plantación de árboles en el bosque comestible

Germinación de plantas

Se realizó la germinación de algunas semillas de la región tanto frutales como maderables y para hortalizas, tales como: toronja, nance, huaya, mandarina, mango, aguacate, para utilizarlas en la próxima plantación y hortalizas de tomate, jícama, pepino, chile. Para llevar a cabo la germinación se hizo la apertura de las semillas para que el embrión pueda salir fácilmente y logre crecer en su etapa de desarrollo.



Figura 6 Germinación de hortalizas

Monitoreo de plantas

Para identificar la adaptación que han tenido las plantas durante su desarrollo en el área del bosque comestible, se llevó a cabo el monitoreo de plantas y se determinaron así la cantidad de árboles adaptados que permanecieron en el área, así como su crecimiento. En el monitoreo se identificó la especie que no logró adaptarse y las causas posibles, como la falta de luz, de agua, daño a las raíces, entre otros factores.



Figura 7 Monitoreo de plantas

También se llevó a cabo el monitoreo de los árboles que ya habían sido plantados con anterioridad, se efectuó el deshierbe de maleza que les impedía la captación de luz solar y se aplicó una mezcla de composta y biocarbón activado como fertilizante para el buen desarrollo de la planta.

Producción de biocarbón

La finalidad es la disponibilidad de este recurso natural para la aplicación de la biomasa carbonizada (biocarbón) a los suelos agrícolas con el fin de aumentar los rendimientos de los cultivos, y/o para el secuestro de carbono en el suelo, además de

La producción de biocarbón se llevó a cabo a partir del proceso de pirolisis. Se Comenzó con la recolección y traslado de madera al área destinada para la actividad. Para la producción de biocarbón se utilizó un tanque de aleación de acero como reactor; en él se colocó una base de metal (de aproximadamente 20 cm de altura) para permitir el flujo de calor dentro del tanque, se acomodó madera alternándola en la base de metal para dejar que el flujo de calor circule libremente por todo el tanque. Este proceso termoquímico transforma los materiales orgánicos (la madera) mediante el cual se descomponen por la acción del calor en biocarbón. Al biocarbon obtenido se le añadió agua dentro del reactor para evitar que se consumiera totalmente, como método de activación se le adicionó urea ($CO(NH_2)_2$) y se dejó accionar una noche para su posterior extracción.

Se utilizó la urea (se encuentra abundantemente en la orina que se produce como principal producto terminal del metabolismo) debido a que es un fertilizante químico de origen orgánico y es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración en suelos, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N)¹⁷; además de hacer uso de su disponibilidad en el depósito del baño compostero.

¹⁷ <http://www.fertinova.mx/sites/default/files/fichas%20t%C3%A9cnicas.pdf>



Figura 8 Recolección de la biomasa



Figura 9 Acomodo de biomasa en el reactor



Figura 10 proceso termoquímico



Figura 11 Supervisión del proceso de obtención de biocarbón



Figura 12 Obtención del biocarbón

Eje Agua

Sistema de captación de agua pluvial

Se instaló un sistema de conducción por medio de un conjunto de canaletas de diferentes materiales para conducir el agua de lluvia del área de captación a un sistema de almacenamiento. Su finalidad es conservar el agua de lluvia captada y así aminorar los impactos negativos en el el volumen de agua potable usada en aplicaciones no potables o de consumo humano y aprovechar los recursos naturales.

Materiales: El material utilizado es tubería de PVC debido a que es un polímero resistente, fácil de unir entre sí y no permita la contaminación con compuestos orgánicos o inorgánicos, taladro para realizar orificios de unión en la tubería y tornillos.

Procedimiento:

Instalación de un sistema de captación de lluvia, consistió en la unión de la tubería y la instalación propia. Se tomaron las medidas del sitio en donde iba a ser instalada, así como de la tubería, posteriormente de acuerdo a las medidas obtenidas se realizaron los cortes en la tubería que tuvo que ser seccionada a la mitad para la captación de agua pluvial; debido a que no se contaba con tubos de PVC de gran longitud, se tuvieron que realizar las uniones con tornillos de las piezas de menor longitud con las que se contaban para lograr cubrir el sitio de captación de agua pluvial. Al término de la unión, la tubería fue instalada en el sitio elegido para el aprovechamiento del agua pluvial.



Figura 13 Realización del corte transversal en el tubo de PVC

Eje Vida

Construcción de un estanque artificial

Debido a que nos encontramos en una época en la que a consecuencia de los cambios climáticos nos vemos en la obligación de aplicar soluciones para mantener un abastecimiento constante de agua a fin de que las diferentes especies de fauna puedan obtener agua en tiempos de sequía; es por tanto que cada vez toma más fuerza la creación de sistemas de almacenamiento de agua y como parte de la restauración asistida¹⁸.

Procedimiento:

Se inició con la ubicación del área, su orientación geográfica y dimensiones del estanque. Se tomó las medidas del impermeable que se utilizó para evitar la filtración del agua al suelo y posteriormente se adecuó el área para definir el estanque. Al término se colocó el impermeable y se le agregó agua, debido a la presión ejercida por el líquido se mostraron los desniveles en los cuales era necesario colocarle más tierra, se realizó esto para que el impermeable estuviera bien colocado evitando la infiltración del agua por los laterales. Para finalizar con el estanque se instalaron piedras alrededor que fijaron el plástico impermeable, peces, plantas acuáticas (*Cyperus alternifolius*) y rocas para que las aves y los animales puedan acceder fácilmente al agua. Todo ello para crear un ambiente.

18



Figura 14 Colocación de las piedras alrededor del impermeable



Figura 15 Piedras colocadas sobre el impermeable

Estudios de biodiversidad

Tiene la finalidad de contar con la información básica sobre la diversidad biológica en flora, su descripción, usos y su cosmogonía maya. Este es un espacio de

divulgación y apoyo a la conservación de la biodiversidad a través de un inventario florístico.

Nuestra intención es contribuir a aumentar la conciencia general sobre el grave problema de la pérdida de biodiversidad, cada vez más rápida, en nuestro planeta. Siendo base para describir su estado de conservación para establecer una referencia que permita identificar prioridades y elaborar una estrategia y un plan de acción para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica de la entidad o región.

Procedimiento:

Se realizó un recorrido por los senderos de Earth Connection donde fueron seleccionadas con una cinta las especies de plantas que no habían sido identificadas para su posterior identificación y caracterización.

Se llevó a cabo la investigación documental acerca de las plantas nativas y endémicas de Yucatán; en la cual se consideró su descripción, usos y beneficios a la salud y su relación con la cultura maya.

A partir de la investigación documental se continuó con los estudios de campo que consistía en la identificación de las especies considerando las características mencionadas en la investigación hecha y la imagen gráfica.

Se realizaron etiquetas de identificación provisionales de las plantas con las que se contaba con información (ficha técnica). Se ocuparon las tapas de yogurt para realizar las etiquetas, esto para darles un segundo uso a esos residuos; en ellas se puso el nombre común, nombre científico y una clave de identificación de cada especie, y se colocaron. Se tomó fotografía de las respectivas plantas que fueron identificadas.



Figura 16 Selección de las especies a identificar



Figura 17 Etiquetado de especies identificadas

Evento “Bioblitz un día de descubrimiento I”

La organización crea eventos relacionados a cultura, conocimiento y cuidado del ambiente, en el cual se tuvo la oportunidad de participar para la identificación de flora

y también a través de una plática acerca de la ingeniería ambiental y su relación con el ambiente natural. En este evento acudieron especialistas relacionados con el cuidado y preservación de flora, fauna y de la cultura medicinal maya. EARTH CONNECTION publicó el cartel de invitación para el evento, en la cual se expuso el tema “Ingeniería Ambiental: Formando vínculos con la Naturaleza” (Ver **ANEXO I**).



Figura 18 Participación en el inventario florístico

Eje Permacultura

Cama para hortalizas

En esta área se colaboró en la realización de una cama para hortalizas la cual fue hecha a base de piedras de la zona y una mezcla de cemento, cal y arena.



Figura 19 Vista aérea del área de permacultura



Figura 20 Vista aérea de la cama de hortalizas

Para esta actividad se tomaron las medidas del ancho y largo de las camas realizadas con anterioridad por parte de la organización, así como la distancia entre ellas. Posteriormente se definió la magnitud de la cama y se comenzó a colocar las piedras con la mezcla. Cuando la cama fue rellenada con una mezcla de composta y biocarbón activado, se instalaron las mangueras de riego por goteo.



Figura 21 Construcción de la cama para hortalizas



Figura 22 Cama de hortalizas concluida



Figura 23 Instalación de la manguera de riego en la cama de hortalizas

8. RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS (INTERFACES)

8.1 INVENTARIO FLORÍSTICO DE EARTH CONNECTION- CENTER FOR ECO- EDUCATION AND LEADERSHIP.

INVENTARIO FLORÍSTICO DE EARTH CONNECTION- CENTER FOR ECO - EDUCATION AND LEADERSHIP.

PROYECTO: APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES
PARA LA BIORREGENERACIÓN DEL ECOSISTEMA YUCATECO.

RESIDENTES:

GABRIELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

CITLALLI SANTIAGO HERNÁNDEZ

DICIEMBRE 2017

8.1.1 Introducción.

Este listado actualizado contiene especies de flora que han sido registradas en el territorio nacional, incluyendo a las especies con distribución hipotética en Yucatán y las especies introducidas que se han establecido en el país. Se presenta los nombres comunes referenciales en inglés, español, otros dialectos de etnias pertenecientes a los diferentes estados del país y los nombres científicos actualizados. Asimismo se incluyó información revisada y actualizada de las características, usos comunes en la medicina tradicional, datos interesantes y la cosmogonía maya que representan algunas especies.

Esperamos que este trabajo sirva a especialistas e investigadores y también para apoyar actividades escolares y recreativas como la observación de naturaleza y el ecoturismo, ya que sin duda nuestro país ofrece una amplia variedad de opciones y especies del mayor interés, tanto para aficionados como para los científicos que estudian la flora.

8.1.2 Objetivo general.

Crear un instrumento informativo que permita identificar la diversidad de especies de flora existentes en EARTH CONNECTION- CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP.

8.1.3 Descripción del lugar

Ubicación.

El área posee 45 Ha en total, de las cuales la mitad del terreno está destinado para la selva tropical que está siendo restaurada, el área restante está seccionada para el centro, la eco-aldea, permacultura y el bosque comestible (ver figura 1).

Sus coordenadas geográficas son: latitud Norte: 20°44'26.4", Longitud Oeste: 89°37'21.7" Altitud (msnm):10 y su clave lada es 777

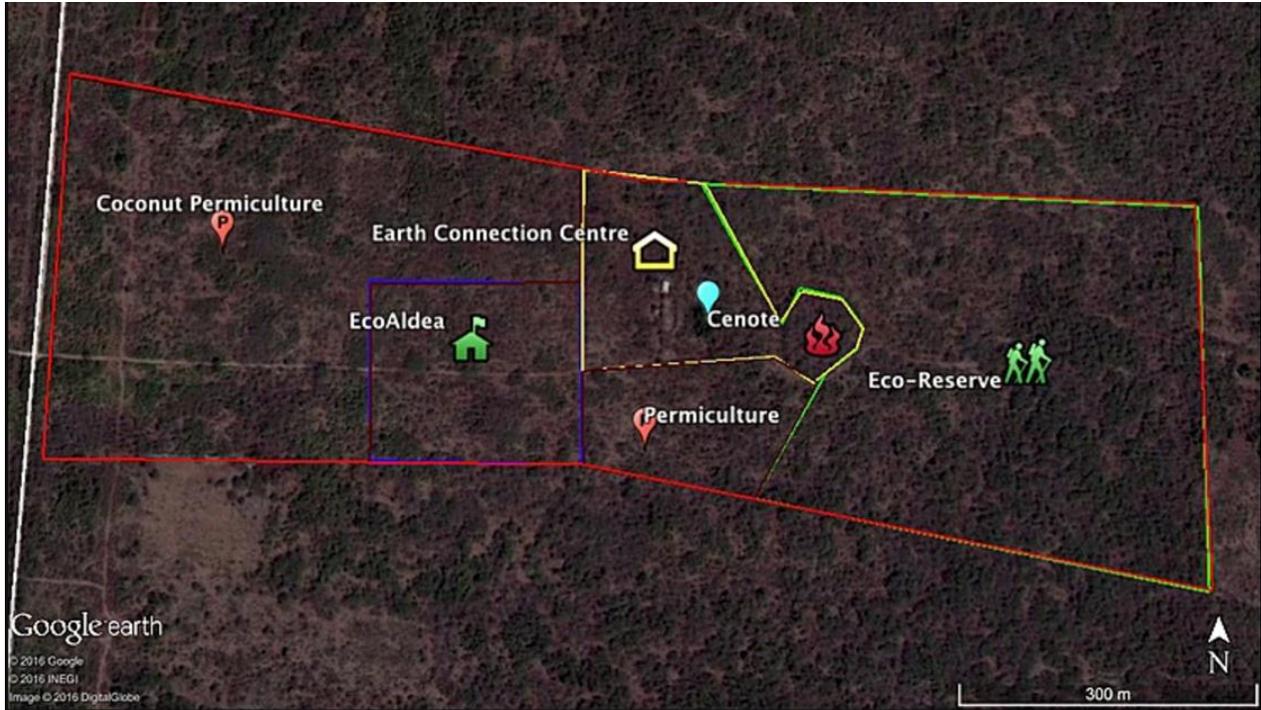


Figura 24 Ubicación geográfica de las áreas en EARTH CONNECTION - CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP

Orografía.

Tiene planicies subhorizontales y onduladas que ocupan 85% del paisaje edáfico. Los LP¹⁹ son los suelos someros. El suelo es llano con ligeros desprendimientos montañosos llamados sierra alta y sierra baja. La constitución del terreno de toda la península es del tipo calcáreo y pedregoso.

Hidrografía.

El estado carece de cuerpos acuíferos superficiales (ríos, lagos) debido al tipo de rocas de la superficie; por otro lado, dispone de aguas subterráneas (cenote).

¹⁹ LP: Leptosoles.

Cuando llueve, el agua pasa al subsuelo y disuelve poco a poco las rocas calizas. En el fondo de las cavernas se acumula el agua y se forman los cenotes.

Clima.

8.1.4 Metodología

Se compararon especies de los datos de la plataforma del CICY, ya que es un Centro Público de Investigación que realiza investigación científica y tecnológica, forma recursos humanos en las áreas de la biología vegetal para el desarrollo sustentable del país, con la participación de personal altamente calificado, el uso de tecnologías de frontera, colaboración con instituciones nacionales y extranjeras, y la vinculación con sus diferentes sectores.

Se correlacionaron los datos de las fichas técnicas de la plataforma de la Biblioteca Digital Medicina Tradicional Mexicana con fines de investigación y divulgación, está asociada fuertemente a las plantas medicinales la medicina tradicional es mucho más que botánica medicinal, y esta obra que hacemos pública hoy trata, precisamente, de dar cuenta de su riqueza y diversidad.

Se verificaron las especies con las fichas técnicas de la Flora representativa del Estado de Yucatán disponibles en la página principal de su plataforma, ya que pretenden ser una sociedad más participativa con cultura ambiental dentro de un estado organizado y administrado en la materia, con Instituciones que estimulen la preservación, protección y conservación del medio ambiente en un marco normativo, con eficacia, honestidad y transparencia; contribuyendo de esta manera a la procuración del Desarrollo Sustentable.

El 28 de octubre se llevó a cabo un Bioblitz - Inventario básico de biodiversidad de todas las especies y hábitats de la propiedad.

8.1.5 Contenido

8.1.5.1 Plantas Silvestres.

Escoba Amarga

(*Parthenium hysterophorus* L.)



Familia: Compositae

Nombres comunes: Escoba Amarga (), llamada también artemisilla, hierba amarga, amargosa, cicutilla, yerba de la oveja, confitillo, ajeno del campo, Santa María. Feverfew, bierweed, carrot grass, false ragweed en inglés.

Descripción:

Es una hierba silvestre invasiva, considerada comúnmente como maleza, que crece en los climas húmedos y calurosos de América.

Usos:

Se emplea como tónico digestivo cuando hay digestiones lentas, y para combatir las amibas. Se le atribuyen también propiedades analgésicas (alivia la fatiga y el dolor de cabeza), se le emplea para bajar la fiebre, estimular a la vesícula biliar, contra la tiña, la diabetes y como emenagogo. Todas las partes de la planta son medicinales,

de sabor muy amargo. Se toma en forma de infusión (té) de la planta fresca. Las flores se utilizan para alimentar a los pájaros.

Cundeamor (Momordica charantia)



Familia: Cucurbitaceae

Nombres comunes: como melón amargo (bier melon)

Descripción:

Esta planta silvestre trepadora muy común en los climas tropicales, es apreciada por su valor medicinal en muchos países.

Usos:

Especialmente es útil la infusión de sus hojas para la diabetes. Cabe mencionar que posee propiedades anti virales contra la leucemia y el cáncer de mama; también se le emplea para bajar la presión arterial, la fiebre, disminuir el colesterol, limpiar la sangre y reforzar el sistema inmune, como anti-inflamatorio, laxante, lactogogo. Contra gases intestinales, hinchazón y digestión lenta.

Se usan las hojas y los frutos. En Asia es muy común el cultivo y consumo de sus frutos verdes como verdura y guarnición de diversos platillos. También se les utiliza para preparar bebidas.

Malva de Cochino (*Sida rhombifolia* L.)



Familia: Malvaceae

Nombres comunes: Malva de cochino o Escobilla.

Descripción:

Por lo general, las flores y las frutas como una hierba, pero pueden crecer en un arbusto de aproximadamente 1 m de altura. Láminas foliares de 3.5-7.5 x 1-3 cm, márgenes bastante aserrados. Pelos estrellados presentes en ambas superficies de las hojas más jóvenes. Estípulas, cada par de igual tamaño, de aproximadamente 2-6 mm de largo. La corteza de la ramita es fuerte y fibrosa cuando se desnuda.

Usos:

Esta planta silvestre posee numerosas cualidades reconocidas incluso por estudios científicos: posee propiedades antibióticas, analgésicas y antiespasmódicas, así como para expulsar parásitos intestinales. Contiene compuestos que la hacen efectiva para tratar enfermedades tales como: tos, gripe, asma, malestares gastrointestinales, hemorroides, epilepsia y úlceras. En medicina tradicional se le

emplea también en cocimiento para lavar heridas, piquetes de animales y mordidas de víbora.

Chi'chi'bej (*Sida acuta* Burm. F.)



Familia: Malvaceae

Nombres comunes: chi'chi'bej, kamba (maya) Ajalache, alacie, chichivé, escobilla, guinarcito, malva blanca, malva colorada, malva roja, malva de caballo, malva de reo, malvarisco, naranjillo, zochiate; Oaxaca: poop tucaatsy, poop tukaax (mixe); Quintana Roo: chi chibe, chichibe, kambachichibe (maya);, San Luis Potosí: Tdak tdiapon, thipon ts'ojol (tenek); Veracruz: malva javan (tepehua).

Descripción: Es una hierba anual, crece erguida y alcanza hasta 1.5 m de altura. Las hojas son anchas, con dientes en los bordes, verdes en ambos lados. Las flores son blancas, amarillas o amarillo-anaranjadas y son vistosas, casi siempre acompañadas de una rama que cubre cada una de las flores. Los frutos son verdes y al secarse son cafés, tiene semillas con pelos cortos.

Usos: Forrajera, melífera. En general se la emplea para trastornos de tipo gastrointestinal. Su uso más común es como antidiarreica, pero también se recomienda en el tratamiento de la disentería, empacho de comida, en lavados intestinales, así como en irritaciones y dolores estomacales. Para tratar los

trastornos de tipo respiratorio suele también ser útil, particularmente contra el asma, la congestión del pecho, tos y gripe.

Balletilla (*Hamelia patens*)



Familia: Rubiaceae

Nombres comunes: Hierba coral, madura zapote, tochomite, trompetilla. Yucatán: chak too k', k'anan xiw, xk'anan (maya); San Luis Potosí: k'entsel te', tsak lok (tenek); scarlet bush en inglés.

Descripción:

Arbusto o arbolito de hasta 3m de altura, con las hojas en grupos de 3 a 5, delgadas. Sus flores son rojas o naranjas y están en las partes terminales. Los frutos son globosos o alargados y de color rojo cambiando a negro.

Usos:

S usa para curar granos y salpullidos por piquetes de mosquitos, golpes, lesiones, cortadas y heridas; se aconseja macerar las hojas y aplicarlas sobre ellos.

Para cicatrizar y detener las hemorragias se recomienda tostarlas o asarlas y molerlas hasta hacerlas polvo, para esparcirlo sobre las heridas por varios días, o

las hojas en fresco, se maceran y se hierven para dar baños con esta agua varias veces al día, o en lavados, inclusive se utiliza también la corteza, la flor y el fruto.

El cocimiento de las hojas se le emplea para aliviar problemas digestivos tales como: dolor de estómago, diarrea, gastritis, disentería (desórdenes menstruales), dolor de muelas, úlcera, o tumores que salen en el estómago. Y la raíz se usa para expulsar los cálculos renales y combatir la diabetes y el reumatismo. Se usa en inflamaciones, contra el paludismo, la calentura o como antihemorrágico; para afecciones del riñón o infecciones intestinales; para tratar la anemia y la diabetes, con el propósito de purificar la sangre o en casos de “venteado”.

Secapalo (*Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don)



Familia: Loranthaceae

Nombres comunes: Caballera, chimpilla, corriguela, corrigurla, hoja de opinión, lirio parásito, muérdago, secapalo. Morelos: *cuaquetzpallaguali* (náhuatl); Oaxaca: *'oo dsi có née* (chinanteco); Puebla: *tepalcat* (nahua); Quintana Roo: *xcubemba* (maya). Chac-xciu (Maya, Yucatán), en inglés Parrot-flower, mistletoe.

Descripción:

Arbusto erecto de ramas gruesas y cuadradas, de hojas alargadas y gruesas. Las flores de color rojo anaranjado son numerosas, parecen cerillos en las ramas. Los frutos al madurar son negros.

Usos:

Es frecuente su uso en trastornos ginecobstétricos, para la menorragia, la esterilidad y como antiabortivo, la planta entera se remoja en agua o aguardiente y se

administra por vía oral. Respecto a este tipo de alteraciones, para curar las inflamaciones se muele la planta.

Tiene la propiedad de "enfriar la sangre", restaurando así el equilibrio frío-calor del cuerpo; por lo tanto, evita el aborto, recupera la fertilidad y detiene las hemorragias menstruales.

Además, puede ser útil para sanar heridas aliviar inflamaciones, salpullido y quemaduras; también se dice que detiene las hemorragias, y es útil para curar los riñones, la diabetes y contra la caída del cabello.

Es una planta hemiparásita, lo que quiere decir, aprovecha un árbol huésped para obtener sobre todo agua a través de unos órganos que se llaman haustorios. No es una parásita completa ya que tiene hojas verdes y hace fotosíntesis, o sea, produce sus propios azúcares.

Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)



Familia: Euphorbiaceae

Descripción:

La chaya es un arbusto arborescente semiperenne y semileñoso que crece hasta seis metros de altura. Tiene hojas alternadas palmadamente lobuladas que caen en tiempos de mucha sequía. Todas las partes de la planta poseen una savia blanca, espesa y muy pegajosa. Flores blancas y pequeñas que se encuentran en racimos de ramificación dicótoma. Sus hojas son grandes, hasta 32 cm de largo y 30 cm de ancho, con pecíolos hasta 28 cm de largo, pecioladas, con 5 picos y látex fecundo. Algunas de sus variedades presentan en las hojas pelos urticantes. La chaya es

monoica, con flores masculinas y femeninas separadas, cada una con partes no funcionales del otro sexo.

Usos:

La chaya contiene una notable cantidad de vitaminas, sales minerales, oligoelementos y enzima; se trata de sustancias que forman un fitocomplejo que actúa favorablemente el organismo. Entre sus beneficios están la regulación de la presión arterial, el mejoramiento de la circulación sanguínea y la desinflamación de las venas y hemorroides. También reduce el nivel del colesterol y del ácido úrico, ayuda a reducir el peso y aumenta la retención de calcio en el organismo, con lo que se fomenta el crecimiento de la masa ósea. La dosis recomendada es de 2 a 6 hojas por día, licuadas en sopas o ensaladas después de haber sido cocida.

Esta planta como infusión actúa favorablemente sobre las dolencias del organismo humano. Facilita la digestión, y combate el estreñimiento, ayuda a la expulsión de orina y de la leche materna.

Cosmogonía Maya:

La chaya está asociada con la cultura maya, donde se conoce con el nombre de chay. Era consumida desde tiempos inmemoriales mezclada con maíz y semillas de calabaza, formando una especie de tamal.

Camará (*Lantana camara* L.)



Familia: Verbenaceae

Nombres comunes: Ikilhaxin (maya)

Descripción:

Arbusto perennifolio, de hasta 2 m, arbusto erguido con ramas extendidas. Hojas simples, opuestas, hasta 7.5cm de largo (3in), márgenes dentaditos; tiesas y rugosas con sensación de papel de lija, conos triples prominentes. Flores en las terminales de las ramas; multicolor con tonos que se fusionan poco a poco, se pueden encontrar en amarillos y naranjas, azules y rojos, etc.; se hibridiza fácilmente; floración de primavera a otoño. Fruta como fresitas chicas de colores negro azul-negro; venenosos. Tallos leñosa cuando es vieja, se extiende.

Usos:

Planta aromática, de propiedades tónico-digestivas, antiespasmódicas. Se usa en té al 20-30por mil después de las comidas como digestivo, en digestiones lentas; en afecciones gastrointestinales. También se usa como antiespasmódico en la tos convulsa, en cólicos, en catarros de las vías digestivas y flatulencias. Se emplea toda la planta, pero las hojas parecen más atractivas como tónicas, febrífugas, sudoríficas y contra las afecciones broncopulmonares. Se bebe de50 a 200 c. c. de infusión de hojas al 5% o del cocimiento al 10% cada 24 horas. En aplicación externa gozan también de fama contra el reumatismo y contra la sarna”.

Los frutos tienen triterpenos, alcaloides, oxidasas y aceites esenciales; es a veces utilizado para el tratamiento de picazón de piel, como un antiséptico para heridas y externamente para lepra y sarna. Se ha sugerido el uso de extractos de lantana como potenciales biocidas. Es decir, que tendría propiedades de herbicida.

Mirto Rojo (*Salvia coccinea* Juss.)

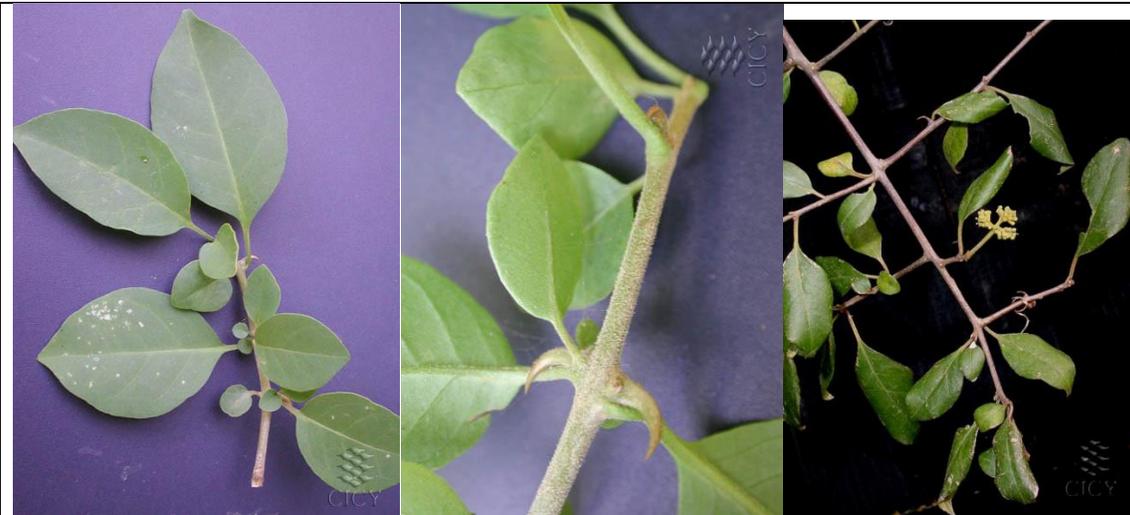


<p>Familia: Labiatae</p> <p>Nombres comunes: Hoja de viento, mirto, tila, toronjil; Yucatán: <i>chak lool</i>, <i>chak tsits</i>, <i>tsaab sets</i>, <i>tsa kil xiw</i>, <i>tsitsil xiw</i>, <i>tsunu ' un baak</i> (maya).</p>
<p>Descripción:</p> <p>Hierba de 60cm de altura, puede encontrarse erecta o ramificada. Tiene las hojas delgadas, se ven como arrugados con pequeñas salientes en los bordes. Las flores son rojas, tienen un labio, son numerosas y forman racimos en los tallos.</p>
<p>Usos:</p> <p>Se usa con mayor frecuencia contra padecimientos digestivos, entre los que se encuentran: dolor de estómago o dolor de "barriga", cólico, disentería y diarrea (Morelos y Tabasco). También se le utiliza en trastornos ginecobstétricos, para regular la menstruación y las hemorragias vaginales; en algunas afecciones de la piel, como sarampión y manchas en la cara; como antiespasmódico, tranquilizante, en dolores musculares, y contra el "mal de viento". Las formas de preparación incluyen las hojas y la raíz o el fruto en cocimiento o infusión con plantas acompañantes.</p>

BOOBTÚUM (*Anthurium schlechtendalii* Kunth ssp. *Schlechtendalii*)

8.1.5.2 Erectas, trepadoras, bejucos y lianas leñosas

BÉEB (*Pisonia aculeata* L.)



Familia: Nyctaginaceae.

Nombres comunes: béeb (maya).

Descripción:

Liana o arbusto leñoso nativa, sarmentoso, que alcanza 20 metros de largo. Tallos as o menos cilíndrico, glabros o diminutamente pubescentes, grisáceos o cremas, lenticelados, alcanzando 7 cm de diámetro; corte transversal del tallo con haces vasculares discretos dentro del tejido conectivo. Ramas cortas o alargadas; ramas cortas opuestas, divaricadas, persistentes, con espinas recurvadas. Producidas en el tronco; ramas alargadas al extremo del tallo, glabrescentes, cuadrangulares, con espinas recurvadas axilares. Hojas opuestas en las ramas alargadas o verticiladas en las cortas ramas laterales; laminas 6-14*3-6cm, elípticas, ovadas, oblongas o suborbiculares, cartáceas, el ápice agudo, obtuso, redondeado o cortamente acuminado, la base obtusa, desigual o redondeada, los márgenes crenulados; haz glabro, verde oscuro, lustroso, con el nervio central poco prominente; envés verde pálido, lustroso, glabro o a veces pubescente, con el nervio central prominente. Flores sésiles, en pequeñas cimas, axilares. Flores estaminadas con cáliz campanulado, 2.5-3 de largo, amarillento, pubescente en la superficie externa; estambres exertos, los filamentos dos veces más largos que el perianto. Florece de diciembre a junio y fructifica de febrero a agosto. Estatus: nativa

Usos:

Se utiliza para tratar dolores en articulaciones; para padecimientos de la piel como hinchazones, salpullido, comezón y sarna; para tratamiento de mordedura de serpientes y afecciones de los riñones (se toma en ayunas la cocción de la raíz durante una semana o hasta que se quiten las molestias).

8.1.5.3 Arbustos

Cuerno De Toro (*Acacia collinsii*)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: Cuerno de toro, Subin, Cockspur (inglés)

Descripción:

Puede alcanzar hasta 10 m de altura. Tiene espinas grandes, ahuecadas hacia afuera (espinas dorsales estipulares) que están en pares en la base de hojas, que se asemejan a los cuernos de un toro y son ligera o fuertemente cafés, algunas veces marfil o amarillas.

Las hojas bipinnadas, con raquis principal de 12 a 14 cm de longitud, con 8 a 10 pares de hojuelas de 4 a 6 cm de largo y pecíolo acanalado de 0,5 a 2 cm, cada hojuela con 22 a 32 pares de pinnas de 3 a 7 mm de largo y 7 a 17 mm entre par de pinnas. Inflorescencia en espiga con flores sésiles de corolas amarillas de 1,1 a 1,5 mm de largo, ligeramente más largas que el cáliz. Legumbre color caoba, usualmente erecta, rolliza, 5 a 9 cm de longitud por 1,3 a 1,8 cm de anchura, con ápice puntudo. Semillas color pardo obscuro color amarillo blancuzco.

Usos:

La medicina tradicional atribuye al cocimiento de la raíz propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antidiarréicas, siendo usado también para aliviar la tos. La corteza y la raíz son usadas para tratar mordeduras de determinadas serpientes y las vainas del fruto para tratar los "fuegos" o infecciones micóticas de la boca.

Dato curioso:

Esta acacia es conocida por su relación simbiótica con las hormigas del género *Pseudomyrmex* (*P. ferruginea*, *P. belti*, *P. nigrosincta*). Las hormigas actúan como mecanismo de defensa para el árbol, protegiéndolo contra insectos y otros animales dañosos o contra plantas parásitas.

Motita Morada (*Mimosa bahamensis* Benth.)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: motita morada, bahama mimosa, sak káatsim blanco (maya-español); sak káatsim (maya).

Descripción:

Este hermoso arbusto silvestre llega a medir hasta 5 m de altura; posee hojas pequeñas y finas, espinas menudas y afiladas. Tiene hojas verdes muy pequeñas. Las inflorescencias en forma de cabezas globosas contienen muchas flores de color rosa o blanco. Flores con 10 estambres o menos.

Usos:

Se utiliza contra el exceso de orina. La madera de esta planta se quema, el líquido espumoso que se obtiene de esta acción, se aplica en el ombligo del niño.
 Es melífera.

8.1.5.4 Árboles

Chakáj (*Bursera simaruba*)



Familia: Burseraceae

Descripción:

Chaká o Palo Mulato. Árbol de hasta 15 mts de altura, con el tronco recto, escamoso y muy ramificado en la copa; las flores son pequeñas de color crema-verdoso muy aromáticas; los frutos son cápsulas drupáceas de 1 a 1.5 cm. Es una especie caducifolia y melífera.

Usos:

Especie muy usada como cerca viva, las hojas como medicina tradicional para dar baños curativos y del tronco se hacen artesanías, como ornamental en parques y jardines (SEDUMA, 2012). Esta especie además es usada para bajar la fiebre o calentura. Se aconseja ingerir por la mañana y por la noche el cocimiento de las hojas para tratar los padecimientos del riñón. Se prescribe en forma de compresas sobre heridas. La cocción de la corteza se toma como agua de uso contra disentería, dolor de estómago, tos ferina o para acelerar la evolución del sarampión. Para este último, además, se recomienda en baños o frotaciones.

Cosmogonía Maya:

Es un árbol empleado para el ritual de la milpa “ch’á cháak”, su madera es utilizada para fabricar instrumentos en forma de machetes que simulan los rayos para atraer la lluvia.

Framboyán (*Delonix regia* (Bojer) Raf.)



Familia:

Nombres comunes: Framboyán, flamboyán, tabachín, árbol de fuego, Poinciana.

Descripción:

Especie introducida originario de Madagascar. Árbol desde 12 hasta 15 m de altura (1, 3); con un diámetro normal de 60 cm o más. Tronco blando que secreta una resina gomosa

Usos: Es cultivada como planta de ornato en parques y jardines. Se utiliza como planta de ornato por la belleza de sus flores de color rojo - naranja. Las flores se utilizan para alimentación de las gallinas ponedoras de huevo, con el fin de mejorar la calidad de la cáscara del huevo y hacerla más resistente. Además es utilizada para cercas, para leña y en la apicultura.

RAMÓN (*Brosimum alicastrum*)



Familia: Moraceae.

Nombre en Maya: Ox

Descripción:

Árbol de hasta 15 m de altura, perennifolio, copa piramidal densa, hojas simples, flores unisexuales, fruto en forma de drupa de 2 a 3 cm de diámetro anaranjado o rojo al madurar, semillas de 9 a 13 mm de largo por 16 a 20 mm de ancho esféricas y aplanadas cubiertas de una testa papirácea de color moreno claro.

Usos:

La madera se utiliza para construcción en general y como entarimado; también usado como material para artesanías, mangos de herramientas y como pulpa, para papel. La pulpa del fruto es comestible; las semillas tostadas y molidas se usan como sustitutas del café, sus hojas son excelente forraje para el ganado bovino, caprino, equino y porcino. Especie muy apreciada para programas de reforestación por ser considerada una especie multiusos.

PICH (*Enterolobium cyclocarpum*)



Familia: Fabaceae.

Nombres comunes: Pich o Árbol orejón.

Descripción:

Árbol de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro de hasta 3 m. Las hojas son brevidecidua, los árboles pierden sus hojas cuando fructifican. La floración se realiza de febrero a junio. La polinización es entomófila, palomillas y abejorros en cuanto a los frutos inicia en febrero, madurando de abril a julio. Corteza. Externa lisa a granulosa y a veces ligeramente fisurada, gris clara a gris pardusca, con abundantes lenticelas alargadas, suberificadas, dispuestas longitudinalmente. Interna de color crema rosado, granulosa, con exudado

Usos:

Es utilizada comercialmente para madera aserrada, lambrín, chapa y triplay en carpintería y ebanistería y tiene usos artesanales. También se utiliza para leña, en la construcción, en la fabricación de utensilios de cocina y de labranza. Los frutos se usan de alimento para el ganado, alimentación humana, fabricación de jabón y medicina tradicional.

Fruto de mayor contenido de azúcar en el mundo (hasta 64% de su peso en deshidratación). Se come crudo, encurtido o en mermelada. Se puede consumir seco. La semilla posee aceite comestible. Es muy nutritivo, alto contenido de Vitaminas A, B, y C.

Cocción del fruto para dolor de garganta (gárgaras), encías inflamadas, asma, antitusivo, afecciones del bazo, empacho, heridas y postemas. Los frutos tostados

(café de higo) para neumonías agudas, catarros pulmonares, bronquitis y la tos brava. Las semillas poseen un gran poder laxante.

La cocción de las hojas se toma como remedio para la diabetes y calcificaciones en los riñones e hígado, pectoral, sudorífico y emoliente. Cocción de las ramas contra la hidropesía. Hojas pasadas por agua caliente para los callos.

El látex: se emplea en las muelas picadas y en las verrugas. Se ha empezado a evaluar como fuente comercial de enzima proteolítica para ablandar carnes, sustituto de cuajo para fermentar la leche, aclarador de bebidas. El exudado se utiliza como goma adhesiva.

Buena productora de abono verde. Las hojas tienen elementos necesarios para las funciones vitales de las plantas como N₂, S, P, K, Ca, Mg y Na.

TZALAM (*Lisiloma latisiliquum*)



Familia: Fabaceae

Descripción:

Es un árbol que alcanza una altura de 25 a 30 metros. Su hábitat es la selva mediana subperennifolia y áreas perturbadas. Es una especie pionera que ocupa sitios que han sido incendiadas y cumple la función de enriquecer la tierra con nitrógeno.

Usos:

Construcción, maderable, combustible, forrajera, medicinal, melífera y curtiente.

Pata de Vaca (*Bauhinia divaricata* L.)



Familia: Caesalpiniaceae

Nombres comunes: pata de vaca, Tsulubtok (maya), Cowfoot (inglés)

Descripción:

Árbol de 6-10 m de altura en cultivo, con la copa más o menos redondeada y extendida y el tronco corto y delgado. Hojas alternas.

Usos:

Se utiliza con fines ornamentales por sus flores. Los frutos deben recogerse antes de que abran y dejarse secar, siendo así muy fácil separar luego las semillas. Las hojas son buen alimento para el ganado, su madera es medianamente dura y se utiliza en la fabricación de aperos y de la corteza se obtienen taninos. Se usa tradicionalmente como tónico. Las flores hervidas son benéficas en infusiones para el sistema respiratorio.

CAIMITO (*Chrysophyllum cainito*)



Familia: Sapotaceae

Nombres comunes: Caimito, cainit, bon caimite, star Apple (Inglés)

Descripción:

Árbol de altura de 7 a 20 metros. Corteza de color café hojas simples, alternas. Los frutos son bayas subglobosas de 5 a 10 cm de diámetro lisas, con pulpa carnosa, dulce, de color rojo rosáceo al madurar.

Usos:

La madera es dura y pesada utilizada en construcciones locales, poste. El látex de su corteza se utiliza como sustituto de la cera para embellecer muebles. La pulpa del fruto es dulce, se consume fresca también se utiliza en la elaboración de dulces con jugo de naranja agria y la almendra de la semilla es utilizada en repostería (catálogo arboles).

GUAYA (*Melicoccus bijugatus*)



Familia: Sapindaceae

Nombres comunes: Huaya o guaya

Descripción:

Árbol de 15 a 20 m de altura, caducifolio. Las hojas son paripinnadas, verde oscuras, coriáceas, compuestas por 1 a 2 pares de hojuelas elípticas, o lanceoladas u ovaladas.

Usos:

La planta produce un exudado gomoso con aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia para prevenir la corrosión. El arilo de la semilla es comestible y en algunas localidades es sumamente apreciado como complemento alimenticio.

El árbol es cultivado como frutal de traspatio y con frecuencia es plantado como ornamental y de sombra en calles y avenidas. Es un árbol de lento crecimiento, siempre verde, que llega a alcanzar hasta de 30 metros de altura. Se reconoce por sus hojas alternas, compuestas por 4 folíolos opuestos, elípticos, con el margen entero y cortamente apiculados en el ápice, de 5 a 12 centímetros de largo por 3 a 6 centímetros de ancho. La guaya es un componente de las huertas y solares en donde se protege por sus frutos comestibles. Las semillas tostadas son comestibles.

NANCE (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth)



Familia: Poligalales (Malpigiacea)

Nombres comunes: Nance, Nanche, Nanchi, Nanantze; Nance agrio, Nancis; Nanche amarillo, Nanche dulce, Nandzin Nantzincuhuitl, Nanzinxócotl (l. náhuatl).

Descripción

Nativa. Es un árbol caducifolio hasta de 10 metros de altura y un diámetro hasta de 20 centímetros que se reconoce por sus hojas decusadas, simples, elípticas, lustrosas, de 5 a 15 centímetros de largo por 2 a 7 centímetros de ancho, con el margen entero.

Las flores melíferas, compuestas de 5 pétalos de color amarillo o anaranjado nacen agrupadas en racimos de 5 a 15 centímetros de largo.

Los frutos son unas drupas globosas de 15 a 20 milímetros de diámetro, con los remanentes de la flor persistentes, de color amarillo o anaranjado en la madurez y provistos de un hueso duro y áspero el cual contiene de 1 a 3 semillas. Pequeño y

torcido o arbusto de 3 a 7m. Copa amplia y abierta o irregular. Frutos amarillentos a ligeramente anaranjadas, con una abundante carne agridulce rodeando a un hueso grande y duro.

Usos:

Los frutos frescos son muy apreciados. Se consumen crudos, pero también son materia prima de bebidas refrescantes, licores, jaleas, dulces, nieves, conservas. La parte que más se usa en la medicina popular es la corteza,

La corteza del árbol, por sus propiedades astringentes, rica en tanino, se emplea en cocimiento como anti-diarreico. También es empleada para aliviar el dolor de estómago y otros desórdenes digestivos.

Contiene sustancias antibacterianas que tienen actividad sobre sobre *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermis*, *S. pneumoniae*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri* y *Bacillus subtilis*.

La madera es dura y flexible, se emplea en construcciones rurales y para leña. Las flores son melíferas.

Roble (*Ehretia tinifolia*)



Familia: Boraginaceae.

Nombre común: Beek (en maya).

Descripción:

Árbol que crece hasta 15 metros de altura, copa redondeada densa; hojas de hasta 14 cm de largo; flores blancas, florea de febrero a mayo; frutos pequeños amarillos y después rojos o púrpuras al madurar. Los árboles maduros alcanzan alturas hasta

de 25 metros. Es un árbol siempre verde con hojas alternas, oblongas a elíptico-oblongas u obovadas, de 4 a 14 centímetros de largo por 2.5 a 7 centímetros de ancho, lustrosas, con el margen entero, el ápice redondeado u obtuso y la base redondeada o cuneada.

Las flores son numerosas y nacen en panículas densas. Tienen una corola de 3 a 3.5 milímetros de diámetro, con los pétalos oblongos, blancos y los estambres y el estilo largamente exsertos.

Los frutos son drupáceos, globosos u ovoides, de 5 a 7 milímetros de diámetro. Al principio son amarillos, después rojo-naranja y al final son de color café. Contienen una pulpa delgada agridulce y dos huesos plano convexos provistos de una o dos semillas cada uno.

Usos:

Es buena para la apicultura por ser productora de néctar de buena calidad; es apreciado como árbol de sombra por su gran copa. Su fruto es consumido por la fauna silvestre, su madera es utilizada para mangos de herramientas y fabricación de muebles y, su corteza molida sirve para cerrar heridas.

La infusión de las hojas es empleada para detener los vómitos de sangre. Las flores son melíferas y poleníferas.

Ceiba (*Ceiba pentandra*)



Familia: Bombacaceae.

Nombre común: Yaxché (en maya).

Descripción:

Árbol gigantesco de los más grandes en la América tropical, en la Península de Yucatán llega a medir hasta 20 metros de altura, de copa redondeada y caducifolia; hojas palmado compuestas; tronco cilíndrico sólido, grueso y recto, con contrafuertes grandes; flores actinomorfas perfumadas con pétalos blancuzcos a rosados. Los frutos son cápsulas oblongas o elípticas que contienen muchas semillas globosas de 4 a 8 mm rodeadas con abundante vello sedoso blanco a gris plateado, la flor es una fuente de alimento para la fauna.

Usos:

Su madera se emplea para fabricar canoas, balsas, artesanías en forma de mascarones, centros para madera terciada, cajas de empaque, etc. La semilla es comestible cocida o tostada, el aceite de las semillas se usa para fabricar jabones. La fibra algodonosa que rodea las semillas se utiliza en la industria como aislante térmico y acústico en cámaras frigoríficas y aviones, también para rellenar colchones, almohadas, chamarras, etc. Como ornamental en parques con espacios grandes por la fronda.

Las semillas contienen hasta un 25% de aceite, que es muy usado para encender lámparas y para fabricar jabón de forma local, y también como fertilizante.

Se utiliza de forma medicinal. Indicaciones: diurético, astringente, antitérmico, antiespasmódico. Puede ayudar a controlar hemorragias, diarrea, disentería, congestión bronquial, reduce la fiebre y alivia migrañas, torceduras y heridas abiertas. Las semillas son tóxicas, se usan la corteza, las hojas y la resina. Con la corteza se hacen decocciones, las hojas frescas se usan en cataplasmas e infusiones. El exudado de la corteza viva es tenido como abortivo.

Cosmogonía Maya:

Especie que fue considerada un árbol sagrado por los antiguos mayas. En lengua maya de la península de Yucatán, **Yaxché**, es el nombre de la ceiba, árbol sagrado. La cosmogonía maya menciona en una de las leyendas del Popol Vuh que los dioses creadores sembraron en los cuatro rumbos del cosmos sus respectivas ceibas sagradas, al este la ceiba roja, al oeste la ceiba negra, al sur la ceiba amarilla y al

norte la ceiba blanca. También sembraron una quinta ceiba al centro de todos estos rumbos, en sus raíces ubicaron el Xibalbá o Mitnal que era la morada de los muertos, en su base colocaron el Kab o la tierra que habitamos los seres vivos y en su fuste y ramas establecieron su morada los dioses, mientras que en la cima de su copa habitaba el origen de todos los dioses en la forma de un precioso quetzal celestial.

PIIM (*Ceiba schottii*)



Familia: Bombacaceae

Nombres comunes: k'inim, k'inin, cho, ch'o, cho', k'uch, k'an k'uch, piim, pi'im, p'up'.

Descripción:

Árbol endémica en Yucatán de hasta 11 m, tronco con espinas cónicas, hojas digitalizadas con 5-7 hojuelas obovadas u oblanceoladas de 5-15 cm, acuinadas, aserradas y glaucas abajo, fruto elipsoide oblongo, de 12-18 cm, con semillas esféricas, rodeadas de fibra sedosa de muy buena calidad; tiene folíolos enteros y mucronados, flores sentadas y cáliz tubular, bilabiado.

Usos: comestible, textil.

La madera suave, es de poco uso. La fibra algodonosa que se encuentra alrededor del fruto tiene pocos usos industriales; sin embargo se usa para rellenar colchones, almohadas, chamarras, bolsas de dormir, chalecos salvavidas, flotadores y boyas. Las mantas son hechas de la fibra de este árbol y también para mechas.

MORINGA (*Moringa oleifera*)



Familia: Moringaceae

Nombres comunes: Inglés: Drumstick tree, (Horse) radish tree, Mother's best friend, West Indian ben Español: *Ben, Árbol del ben, Morango, Moringa*

Descripción:

Árbol o arbusto caduco, crecimiento rápido, resistente a la sequía, altura promedio de 12 metros en su madurez. No es un árbol fijador de nitrógeno. No alcanza gran altura, hasta unos 10-12 metros. La copa es poco densa, de forma abierta, tirando a sobrilla (tipo acacia), el tronco puede ser único o múltiple (as común único). El sistema radicular es muy poderoso. Las flores son de color crema y aparecen principalmente en las épocas de sequía, cuando el árbol suele perder las hojas. El fruto es unja vaina, parecida a una legumbre, pero de sección triangular, de unos 30-45 centímetros de longitud. Las semillas son negruzcas, redondeadas y con tejido a modo de alas (Fuglie, 1999). La hoja de *Moringa oleifera* posee un porcentaje superior al 25% de proteínas y cantidades significativas de hierro, fosforo y otros minerales.

Usos:

Se ha usado como fertilizante, agente de limpieza, combustible biológico (biogás, biodiesel), clarificador de miel y del jugo de la caña de azúcar, así como pesticida; asimismo, la pulpa se emplea para hacer papel prensa y papel celofán.

También se usa como floculante, al purificar el agua y reducir su turbidez y la contaminación bacterial; como planta ornamental, por su forma atractiva, lo que pueden utilizar como árboles de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva,

incluso como cortavientos. El efecto coagulante de la semilla también se ha empleado en la preparación de quesos.

Cabe destacar su uso melífero, pues su flor es una importantísima fuente de polen y néctar para las abejas. De la corteza se obtienen fibras aptas para elaboración de cuerdas, sogas, esteras y felpudos, así como una goma; a su vez, de esa goma y corteza se extraen taninos para la industria del curtido de las pieles. Evita la erosión del suelo y en este sentido se recomienda para recuperación de estos en zonas áridas y semiáridas. Pueden consumirse las hojas nuevas de los árboles maduros totalmente crudas o las hojas más antiguas hervidas.

Las hojas secas han de ser trituradas. Pueden incorporarse a otros alimentos, emplearse como salsa añadiendo agua o tomarse en infusión. El polvo de hojas secas se puede utilizar para el lavado de manos. Las ramas se pueden usar como combustible.

Las semillas pueden consumirse tiernas y hervidas en agua (similares a los garbanzos) o secas y tostadas (como los cacahuetes). Es muy interesante la extracción del aceite de la semilla (aproximadamente el 35-40% del peso), Este aceite puede ser también utilizado para la fabricación de jabón o cosméticos, manteniendo sus propiedades antimicrobianas, así como combustible para lámparas. La torta resultante de la extracción del aceite se utiliza como aporte de materia orgánica para los suelos de cultivo. Las semillas, trituradas o prensadas, se usan también para como floculante natural para reducir la turbidez del agua.

Las flores, que son fuente importante de calcio y potasio. Además presenta sustancias antibióticas debido a la presencia de tres compuestos de alta actividad bactericida y fungicidas, afectando especialmente a *E. coli*, *Shigella*, *Bacillus cereus* y *Salmonella typhi*.

CAMARÓN (*Alvaradoa amorphoides* Liebm.)



Familia: Simaroubaceae

Nombre común en maya: Bel sinik che´

Descripción:

Árbol dioico con alturas de 4 o 20 y diámetros de 20a30cm; se ramifica desde un 50% de su altura; la copa es estrecha. La corteza es de color gris claro a anaranjado, lisa, con numerosas lenticelas. Hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, de 35 a 32 cm de largo, con 10 a 30 pares de hojuelas, alternas, ovaladas u oblongas, redondeadas en el ápice y la base, membranáceas, de 3.5 cm de largo y de 4 a 12mm de ancho. Verdes oscuros y brillantes en el haz, verde claro y pubescentes en el envés. Inflorescencias en racimos; las masculinas de 20 cm de largo y las femeninas de 15 cm de largo; flores con 5 estambres y las femeninas con ovario de 2 a 3 celdas y 2 a 3 estilos. Los frutos son sámaras, ligeramente rojizas, de 17 a 20 mm de largo y 3 mm de ancho, lanceoladas o lanceoladas-elípticas, acuinadas, con los márgenes provistos de numerosos pelos cortos y blancos a manera de cilos. Cada fruto contiene una sola semilla.

Usos:

Es utilizada para muebles, carpintería en general, cajas, ebanistería, chapa y contrachapado. Produce leña de elevada calidad. La infusión de la corteza se utiliza en medicina casera como tónico digestivo y como remedio para la tos; y molida se aplica localmente para sanar las heridas.

CH'I' MAY (*Acacia pennatula* (Schlecht. & Cham.) Benth)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: ch'i' may, k'ank' i ilische' (maya).

Descripción:

Es un árbol decíduo, pequeño y espinoso, de hasta 8-10 m de altura, con un tronco corto raramente mayor de 25 cm de diámetro y una copa que se extiende ampliamente, y es plana en la parte de arriba. Las fuertes y cortas espinas tienen usualmente de 1-1.5 cm de largo, pero pueden ser mucho más largas en brotes juveniles y rebrotes.

Las hojas son bipinnadas con numerosos folíolos de 1-3 mm de largo. Las flores se agrupan en cabezas globosas, fragantes y de color amarillo, colgando de característicos pedúnculos amarillos aterciopelados. Las vainas son leñosas, de color marrón púrpura oscuro, de 5-13 cm de largo y cada una contiene unas 8 semillas.

Usos:

Su principal producto es la leña y el carbón, mientras que la madera es solo usada localmente para postes y construcciones rurales. Se ca en tan solo 1-2 semanas. Sin embargo, es difícil de rajar por su dureza. Las vainas son nutritivas para los animales y pueden usarse para engordar el ganado, como alimento principal o como suplemento durante la estación seca. El contenido crudo en proteína supera el 15%, también son altos en fibra.

Se extraen taninos de la corteza y ha sido usada para curtir piel y medicinalmente como remedio para la indigestión. Es usado para controlar la erosión por su sistema radical que se extiende y para mejorar la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno.

CHUKUM (*Havardia albicans* (Kunth) Britton & Rose)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes:

Descripción:

Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 80 cm (hasta 1 m), con ramas provistas de espinas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo

Usos: Se usa para teñir telas y curtir cueros, y hoy día, además es usada para los cubrimientos o acabados finales de las albercas, que adquieren una tonalidad turquesa y muy apreciada. Medicinal, maderable, se usa para curtir pieles, melífera y como cerca viva.

Box kaatsim (*Acacia gaumeri*)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim (maya).

Descripción: Árbol de hasta 15 m.

Usos: Forrajera, melífera, combustible y medicinal.

Flor Amarillo (*Senna atomaria* (L.) H.S.Irwin & Barneby)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: Nombres comunes desconocidos, según la bibliografía consultada.

Descripción:

Es un árbol pequeño de 6 a 12 m de altura y de 15 a 18 cm de diámetro, copa extendida en forma vertical, con ramas en la parte alta, pubescentes. Corteza externa lisa con pequeñas protuberancias y manchas blanquecinas. La corteza interna es de color amarillo, cambiando a café al exponerse al aire, y contiene una sustancia transparente de sabor amargo y olor a frijol. Hojas compuestas,

paripinnadas, con 4-6 folíolos de borde liso, punta redondeada. Las flores en inflorescencias terminales, pequeñas, de color amarillo muy vistoso, especialmente cuando el árbol está sin hojas. Los frutos son vainas planas indehiscentes de 1 cm de ancho y 22-35 cm de largo, maduras son de color café, y surgen 2 del mismo punto.

Usos:

La leña y carbón son muy apreciados por ser durables, tardan 1-2 semanas en secar. El único inconveniente es que son duras y difícil de rajar. La madera se usa por su dureza en construcción para horcones, viguetas, alfajillas de marcos de puertas y ventanas y en postes de cercas. Las vainas se utilizan también como alimento para ganado, ya que posee 6.5% de proteína cruda, 6.8 % de grasa y 32.1 % de fibra. La semilla es muy apetecible por la fauna local. No fija nitrógeno. Como medicinal se usa como purgante en infusión del cocimiento de las hojas.

Huaxím (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)



Familia: Fabaceae

Nombres comunes: Waaxim (maya), liliaque, liliak (totonaco), guash (norte de Puebla y zonas cercanas de Veracruz), huaxim, xaxim (Yucatán), yail ba'ade (mixe), aoaxin, calloaxin. En inglés: White leadtree; wild tamarind, white Babool, leucaena, lead tree; ipil-ipil; popinac.

Descripción:

Árboles o arbustos. Desde 3 pero más común de 6 a 12 y hasta 20 m alto. Corteza gris o blanquecina, lisa, con lenticelas abundantes, con ramas jóvenes cilíndricas, ramas maduras glabras (sin pelos), ásperas, pardo-rojizas.

Hojas alternas, bipinnadas, dísticas, con estípulas (par de escamas en la base del pecíolo), ovadas (con forma de huevo) a lanceoladas (con forma de lanza), apiculadas (termina en una punta aguda, corta y flexible); pecíolos de 1 a 3.7 cm largo, glabros o densamente blanco-pubescentes, haz verde claro a oscuro con poco brillo, envés más claro, margen ciliado especialmente cerca de la base. Flores con cáliz tubular, dentado, lóbulos escasamente barbados; corola de 5 pétalos, pétalos fusionados marginalmente en la parte media, libres en la base, lóbulos escasamente pilosos (con pelos); estambres 10, libres, con filamentos blancos; ovario largamente pubescente en la porción distal, estigma cortamente tubular. Fruto unas legumbres desde 3 y más común de 5 a 20 y hasta 45 por capítulo; estípite (sostén de la legumbre) de 0.7 a 2 cm largo; valvas de 11 a 20 cm largo.

Usos:

Las legumbres son vendidas por las semillas frescas que se utilizan como condimentos, tanto crudos como cocidos. También las hojas tiernas se consumen como quelite.

En Yucatán se usa como forraje y medicinal. Es útil como cerca viva y protectora de suelo, y es ampliamente promovido y cultivada como fuente de proteína para ganado, y en general como árbol multipropósito. Es fuente de leña, madera, abono orgánico, néctar, tintes y árbol sombra en cafetales.

Dato curioso:

Los efectos sobre la biodiversidad y ecosistemas de esta especie es que es una planta fijadora de nitrógeno y mejoradora de suelos.

Tzitzilché (*Gymnopodium floribundum* Rolfe.)



Familia: Polygonaceae

Nombres comunes: ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che' (maya).

Descripción: Posee una singular corteza que parece que se resquebraja, y precisamente de ahí viene su nombre en lengua maya (árbol que se pela). Sus hojas son alternas, arrosetadas, simples, enteras, crenadas o lobuladas. Precíolo a menudo dilatado en la base. Vaina u ócrea membranácea, papirácea o escamosa, persistente o caduca, a veces poco notable. Flores pequeñas, perfectas o por aborto imperfectas o polígamas, actinomorfas, solitarias, en fascículos, cimas o racimos. Planta leñosa o herbácea, erguidas o volubles, anuales o perennes con tallos cilíndricos o aplanados, a veces con nudos engrosados. Es una especie nativa de Mesoamérica

Usos:

La característica de su tronco es especial para ser hospedero de muchas plantas epífitas como bromelias y orquídeas, y aun cuando cumple esta importante función ecológica, su madera se usa como combustible.

El papel más importante del Tzidzilché es en la industria apícola, ya que la miel producida con el polen de sus flores, es una de las más cotizadas del mundo. Puede ser un excelente modelo para los amantes del arte Bonsái.

Jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.)

Familia: Fabaceae.

Nombre común en maya: Habín o jabín

Descripción:

Árbol que alcanza hasta 12 m de altura, caducifolio; copa densa y corteza fisurada; hojas ovadas compuestas, folíolos elípticos verde oscuros; flores en panículas ligeramente perfumadas, pétalos rosados o ligeramente morados, florea de febrero a mayo; frutos en forma de vaina con alas de color café y alargados quebradizos al madurar.

Usos:

Apreciada en la apicultura ya que dura 4 meses en floración y produce néctar, es forrajera, sus hojas se usan como sedantes y para trastornos respiratorios, también como hoja de olor para la cochinita pibil, su madera es de buena calidad, se usa para muelles, andadores, postes, durmientes y rejas ganaderas.

Noni (*Morinda citrifolia* L.)



Familia: Rubiaceae

Descripción:

Arbusto o árbol pequeño, de 3 a 10 m de altura, con abundantes hojas anchas elípticas (5-17 cm de largo, 10 a 40 cm de ancho). Sus flores aromáticas están dispuestas en cabezuelas globosas, con el cáliz truncado y la corola tubular de color blanco. El fruto de noni (3-10cm largo, 3-6 cm de ancho) es oval, su color varía de verde a amarillo hasta casi blanco al momento de su recolección, con una cáscara

cubierta de pequeñas protuberancias, cada una de las cuales contiene una semilla. El fruto maduro despide un fuerte olor a rancio semejante al del ácido butírico; la pulpa es jugosa y amarga, de color amarillo opaco o blanco y aspecto gelatinoso, presentando numerosas cavidades triangulares de color marrón rojizo los cuales contienen cuatro semillas. Esta especie generalmente se encuentra a 400 m de altitud sobre el nivel del mar, sin embargo se adapta mejor a las regiones costeras. Bajo condiciones favorables, el arbusto tiene fruta alrededor de los nueve a los doce meses después de plantada.

Usos:

La fruta es recomendada para prevenir y curar diversas enfermedades; principalmente se usa para estimular el sistema inmune y de esa forma combatir bacterias, virus, parásitos e infecciones fúngicas, así como para prevenir la formación y proliferación de tumores, incluyendo algunos de tipo maligno. El fruto del noni se consume principalmente en forma de jugo, aunque también se pueden utilizar las hojas, flores, corteza y raíz de la planta. Dos estudios clínicos reportan el alivio de la artritis y diabetes asociados al consumo de noni debido al efecto benéfico de la presencia de ciertos compuestos como la escopoletina, alcaloides y esteroides, así como también su potencial antioxidante.

Amate (Ficus cotinifolia)



Familia: Moraceae.

Descripción:

Son árboles, que alcanza un tamaño de 20 m de alto, iniciándose como epífitos y tornándose estranguladores; ramas jóvenes acostilladas, flocosas, gris claras. Hojas obovadas, ovadas a elípticas, 5.5–13 cm de largo y 3.5–6.5 cm de ancho, redondeadas a obtusamente obtusas en el ápice, redondeadas a levemente cordadas en la base, glabras, lisas, rígidamente cartáceas y café claras cuando secas, 4–7 pares de nervios secundarios, formando un marcado nervio submarginal, nervios terciarios ligeramente prominentes en el envés; pecíolos 2–9 cm de largo, flocosos pero tornándose glabros y la epidermis desprendiéndose, gris claros, estípulas 0.5–0.9 cm de largo, densamente flocosas, gopipinas con tricomas blancos. Higos 2 por nudo, globosos, 0.5–1 cm de diámetro, glabros, cremas, verdes con manchas moradas o cafés, ostíolo ligeramente hundido dentro de un anillo de tejido engrosado, sésiles, brácteas basales 2, 3–5 mm de largo, densamente puberulentas.

Usos:

Esta planta se emplea en estado de Guerrero para desinflamar el bazo: la "leche" de la planta se junta en jícaras y se bebe. Para la inflamación del abdomen se hace lo mismo, pero también se cubre éste con hojas de "amate". En Morelos, para el paludismo, cortan las ramas, desprenden las hojas y dejan caer la "leche" en un vaso con agua "hasta que quede blanca"; se toma una vez al día por 3 ó 4 días. En Yucatán para la bronquitis, se toma por la noche un vaso de la infusión de las hojas y en los casos de "diligencias" las hojas se usan localmente.

Guayaba (Psidium guajava L.)



Familia: Mirtaceae

Nombres comunes: Guayabo; Guayaba perulera; Al-pil-cal (l. chontal, Oax.); A'sihuit't (l. totonaca, Pue.); Bjuí, Bui, Pehui, Yaga-huíí (l. zapoteca, Oax.); Ca'aru (l. cora, Nay.); Chak-pichi, Pichi (l. maya, Yuc.).

Descripción:

Es un arbusto o árbol de 4 a 10m de altura, con la corteza lisa y de color café. Tiene las hojas duras, ovadas, con el reverso veloso y las nervaduras realzadas. Las flores son solitarias, blancas o crema, olorosas y con muchos estambres. Sus frutos son globosos, con olor fragante y la pulpa es de color amarillo o rosa, con numerosas semillas. Nativa. La guayaba es originaria de los trópicos del Viejo Mundo.

Usos:

La fruta se come toda, rebanada y servida con azúcar y crema como postre. En La guayaba hervida también es usada extensivamente para hacer dulces, jaleas, mermeladas y jugos.

La fruta más rica en vitamina C y con carencia de carbohidratos, su composición la convierte en un antigripal natural e interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones.

Guarumo (*Cecropia peltata* L.)



Familia: Moraceae

Nombres comunes: guarumbo, koochlé.

Descripción:

Es un árbol de rápido crecimiento perteneciente a la familia de las Moráceas. Es uno de los árboles más comunes de la vegetación secundaria. Se establece con facilidad en sitios perturbados por las actividades humanas. Llega a medir hasta 21 metros de altura con hoja perenne y la copa amplia y dispersa. El árbol se reconoce por sus hojas alternas, peltadas, de 30 a 50 centímetros de diámetro, con largos pecíolos y profundamente palmado-partidas, con 7 a 11 lóbulos oblongos a oblanceolados.

El árbol es dioico con flores masculinas y femeninas en individuos separados. Las flores son pequeñas e inconspicuas y nacen agrupadas en espigas de color amarillo y sostenido por una bráctea espátiforme caediza. En la madurez las infrutescencias cilíndricas adquieren un tamaño de 10 centímetros de largo por 15 milímetros de diámetro. Un árbol maduro produce en un año más de 1 millón de frutos (en un gramo hay alrededor de 2,500 frutos) los cuales son dispersados por pájaros y murciélagos principalmente.

Usos:

El guarumo es una planta con propiedades medicinales. La raíz, la corteza, las hojas, la sabia y los frutos son empleados como remedio para aliviar algunas enfermedades como el asma y la diabetes, hipertensión, desordenes respiratorios, cardiovasculares y obesidad. La planta también es empleada en casos de mordeduras de serpientes. El guarumo es una planta con valor ornamental apropiada para embellecer parques y jardines. El tronco es hueco y en algunos lugares es empleado para conducir agua.

Granada (*Punica granatum* L.)



Familia: Punicaceae

Descripción:

Pequeño árbol caducifolio, a veces con porte arbustivo, de 3 a 6 m de altura, con el tronco retorcido. Madera dura y corteza escamosa de color grisáceo. Algunas ramas a veces espinosas. Ramillas angulosas. Copa extendida y con mucho ramaje.

Usos:

La pulpa, que envuelve las semillas, mitiga el ardor y la sed, debido a su sabor agridulce. El jugo es refrescante y se emplea para hacer jarabes como la granadina, confituras y helados.

El pericarpio, rico en taninos y en materias colorantes, se emplea en tenería y sirve para teñir. Se usa también en farmacia, por sus propiedades astringentes, con el nombre de malicorium.

Las bebidas preparadas con el jugo de la pulpa tegumental de las semillas, diluida en agua, son muy higiénicas y refrescantes.

Con la infusión de la corteza se combate la tenia. Con las flores se hace una tinta roja.

El granado también se emplea en jardinería como árbol ornamental o para la formación de setos muy espesos y de bello aspecto.

TINTA CHE' (*Randia aculeata* L.)



Familia: Rubiáceas

Nombres comunes: *tinta che'*, *cruz k'iix* (español-maya); *kat ku'uk*, *kajal k'aax*, *peech kitam*, *puuts' che'* (maya). Palo de cotorra, palo de navidad, sota caballo, tintillo, crucetillo.

Descripción:

Es un arbusto que alcanza un tamaño de hasta 4 m de alto, glabro a pubérulo, generalmente armado con espinas apareadas, de 6–15 mm de largo. Hojas generalmente apareadas en nudos separados o agrupadas en espolones, elípticas a oblanceoladas, de 1–6 cm de largo y 0.5–3 cm de ancho, el ápice obtuso, base cuneada a aguda y atenuada, papiráceas, con nervios secundarios 4–6 pares; subsésiles; estípulas caducas, 1–1.5 mm de largo. Flores terminales en espolones, subsésiles, las estaminadas solitarias o fasciculadas, las pistiladas solitarias; limbo calicino de 1 mm de largo, 5-lobado; corola glabra, excepto vellosa en la garganta, tubo 4–8 mm de largo, lobos 5, 4–5 mm de largo. Frutos globosos, 0.8–1.5 cm de diámetro, lisos, glabros, verde pálidos a blanquecinos o amarillentos.

Usos:

Ocasionalmente se usa como cerca viva.

KA'AAL CHE' (*Randia longiloba* Hemsl.)



Familia: Rubiaceae

Nombres comunes: *cruz k'iix* (español-maya); *aak'aax, k'aax, ka'aal che', k'aaxil* (maya) *Xkax*

Usos: Forrajera y melífera.

ALTANISA (*Randia obcordata* S. Watson).



Familia: Rubiaceae

Otros nombres: Altanisa (español); *cruz k'iix* (español-maya); *kat k'aax, k'atoch, pay oochil, peech kitam* (maya).

Usos: Forrajera y melífera.

BONETE (*Jacaratia mexicana* A. DC.)



Familia: Caricaceae

Nombres comunes: Cuaguayote (del náhuatl “Cuahuitl”- árbol, “ayotl”- calabaza, Árbol calabaza), también llamada bonete, k’umché (maya), cualsuayote, orejona, papaya de montaña o papayón.

Descripción:

Árbol de 4,5 a 12 m de altura, el tronco muy grueso en la base, cuyo diámetro disminuye hacia arriba, la copa formada por pocas y gruesas ramas; las ramillas gruesas y blandas; la madera muy floja; el tronco está constituido principalmente por medula; corteza lisa, gris; hojas caducas, amontonadas en los extremos de las ramillas; los folíolos de 5 a 7, obovados, acuminados, de 10 cm de largo y 6 cm de ancho o menos; flores dioicas, las masculinas en panículas terminales o axiares, color amarillo pálido; la corola como de 2 cm de largo; estambres 10, libres; las flores femeninas terminales, largamente peduñeuladas; los pétalos verdosos, de 4 cm de largo; fruto de 15 cm o más de largo y 8 cm de grueso, con 5 celdas; colgante, cónico u blongo-ovoide, 5-angular, los ángulos a menudo prolongados debajo en forma de protuberancias cónicas o alas, la piel verde o amarilla; semillas rugosas, negras (Standley).

Usos:

El látex del fruto verde tiene las mismas propiedades digestivas que el de la papaya. Con la pulpa del fruto maduro, de color amarillo algo anaranjado, hacen batidos con ese jugo agregándole limón, y también se hace dulce con la parte comestible del fruto verde.

De sus semillas se extrae hasta el 23 % de aceite comercial. La semilla se come tostada como botana. Los frutos tiernos son usados en sopa. Los frutos maduros se comen cocidos en dulces o conservas. Con la pulpa se preparan aguas frescas. Una cualidad de este árbol es que su cáscara hervida y untada en el piquete es eficaz contra el veneno del alacrán.

TAA K'IN CHE' (*Caesalpinia yucatanensis* (Britton & Rose) Greenm)



Familia: Fabaceae

Descripción: Árbol o arbusto hasta 10 m.

Usos: Melífera.

8.1.5.5 Palmas

Huano (Sabal japa C. Wright. Ex H.H. Bartlett.)



Familia: palmae.

Nombre común: huano, xa'an.

Descripción:

Palma de hasta de 12 mts de altura, de tronco recto y corteza lisa con marcas en los pecíolos desprendidos, de copa pequeña y redonda; las hojas son simples, con forma de abanico, de hasta 2 mts de diámetro, de color verde en toda su extensión, dispuestas en forma radial; las flores son pequeñas de 6 mm de diámetro, con pétalos de color blanco-crema, se agrupan en panículas de hasta 1 m de largo; los frutos son nueces globosas de 1 cm de color verde intenso, cuando madura queda de color negro y caen de la palma.

Usos:

Aunque su tronco se puede usar para construcciones rurales, son las hojas, por su gran tamaño y resistencia las más apreciadas para el techado de palapas y casas. Es una planta melífera.

8.1.5.6 Cactáceas

CRUCETA (*Acanthocereus tetragonus*)



Familia: Cactaceae

Descripción:

Es un cactus rampante, de vez en cuando columnar y arbustivo, los troncos mayores se redondean. Planta erecta o arqueada, de hasta 7 m de largo, el promedio en altura es de 2 a 3 m, con frecuencia formando matorrales con múltiples tallos, de 3 a 8cm de grueso, formado de 3 a 5 costillas longitudinales, las espinas grises y aciculares, sin hojas evidentes. En lugares abiertos son decumbentes y las partes que tocan el suelo producen raíces y forman nuevas ramas. Los troncos viejos se vuelven cilíndricos de hasta 5 cm de diámetro. Areolas distantes entre sí de 3 a 5 cm. Espinas radiales al inicio de 6 a 7 y de 1 a 4 cm de longitud, espina central solitaria, más larga que las radiales. Flores de color verde claro con lana de color marrón en el exterior y color púrpura crema por dentro. Florece al final del verano y sus flores se abren durante las noches. Produce frutos comestibles de 2,5 cm de color rojo, 5 de 14 a 25 cm de largo y cerca de 10 cm de diámetro, nocturnas, el tubo receptacular, con aréolas distantes, escamas y tricomas cafés con 1 a 2 espinas aciculares; partes sepaloides del perianto linear-elípticas, verde pálido con márgenes blanquecinos o rojizos; las partes petaloides del perianto blancas o verdosas. Frutos oblongos de color rojo o púrpura al madurar, de 10 cm de largo por 5 cm de ancho, con aréolas circulares de 2 a 5 mm de largo y terminadas en punta; semillas negras, lustrosas y numerosas.

Usos:

Los brotes tiernos se comen crudos o cocidos como verdura. Es comida típica en varias regiones mexicanas. Las frutas son dulces y también comestibles.

8.1.5.7. Bromelias

Piñuela (*Bromelia pinguin*)



Familia: Bromeliaceae

Nombres comunes: Piñiela. *Guámara* o *aguama*

Descripción: Con penca y hojas en rosetas, espinosas, y con vainas grandes, cubiertas de escamas color café oscuro. Las flores son de color rosado. Da un fruto comestible llamado *caraguatá* o *chicuipo*. Sirve también como planta ornamental y se utiliza, por sus hojas espinosas, para formar setos. Tiene hojas que alcanzan un tamaño de 1–2 m de largo; vainas glabrescentes a densamente tomentoso-lepidotas; láminas lineares a alargado-triangules.

Usos: Ornamental, medicinal, alimenticio, ceremonial, así como para la obtención de fibras y textiles, y para usos locales regionales. Se consume para aliviar enfermedades respiratorias.

Se recomienda para el tratamiento de la tos ferina; con el fruto se prepara un cocimiento junto con menta, poleo y toronjil y se toma varias veces al día.

8.1.7 Conclusiones.

A pesar de lo contradictorio que pudiera resultar para algunos mostrar un solo nombre común local estandarizado y valido a las especies, se agregaron solo aquellas que son

más referenciados, prácticos, en lo posible descriptivos y fáciles de aprender, para atender las diferentes tareas relacionadas con educación, concientización, divulgación, turismo, gestión y regulación de las especies vegetativas y de la biodiversidad, no sólo en el estado de Yucatán y en el país, sino en todo el mundo, ya que muchas de las especies comparten la misma distribución de las especies en otros países del continente americano.

8.1.8 Referencias.

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. (2009 en adelante).
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx>

Durán R. y M. Méndez (2010). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. *Usos de la Biodiversidad*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México. ISBN: 978-607-7823-08-7

Herbario CICY. (2010 en adelante). Flora de la Península de Yucatán.
<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán (SEDUMA). (2010 en adelante).
<http://www.seduma.yucatan.gob.mx/flora/fichas-flora.php>

[Conrad, Jim. \(2012\). 101 Yucatan trees.](#)

8.2 RESULTADOS DEL BOSQUE COMESTIBLE

8.3.1 Restauración Forestal.

La restauración forestal es la intervención que a través de distintas herramientas logra el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original. La ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) expresa que este proceso engloba el conjunto de actividades tendientes a la re habilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución (Artículo 7).

Con base en información del Centro Internacional para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR); la restauración forestal es una actividad deliberada (intencional) que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies de interés del ecosistema de referencia.

8.3.2 Bosque comestible.

Debido a que la deforestación fue, y sigue siendo, uno de los problemas más importantes que amenazan la conservación del patrimonio natural de México y del estado de Yucatán, comprometiendo así la biodiversidad, los recursos hídricos, el recurso del suelo y potenciando la vulnerabilidad en el país a deslizamientos e inundaciones que pueden generar importantes pérdidas económicas y sociales y que esta situación es motivo que justifica la presencia de áreas protegidas, incentivos y otros mecanismos, como medida para minimizar el deterioro ambiental, particularmente a los bosques del país.

Como parte del apoyo para la implementación del bosque comestible se realizaron actividades para plantación de plántulas de diversas especies maderables, frutales y

ornamentales durante el periodo de Agosto-Septiembre 2017 con un total de 250 plantas.

En esta actividad es imprescindible reducir las causas de la degradación subyacentes en sus elementos a su mínima expresión. Si el factor de perturbación persiste, las posibilidades de recuperar la cubierta forestal y vegetal son bajas, a pesar de todos los esfuerzos que se realicen. El establecimiento de propágulos se justifica ya que la vegetación del ecosistema donde se encuentra el área del bosque comestible no tiene la calidad genética necesaria para recuperar su composición, los servicios ecosistémicos que proporciona y mucho menos incrementar la capacidad de resiliencia que poseía antes del impacto ambiental que se había generado.

Destacando que el aprovechamiento sustentable, la preservación y la restauración del suelo y los demás recursos naturales, debe ser de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la población con la preservación de los ecosistemas.

Con ello se espera acelerar los procesos de restauración y de resguardar la condición de conservación del área forestal en el estado de Yucatán como medida para contrarrestar o minimizar la deforestación, procurando mantener y/o mejorar la condición de la cobertura forestal de los bosques.

8.3.3 Importancia de utilizar especies nativas en la reforestación con fines de restauración.

La sucesión ecológica puede entenderse como un proceso evolutivo natural, resultado de la modificación del ambiente físico por causas internas o externas al ecosistema. Este ecosistema por su propia dinámica sustituye a los organismos que lo integran. El proceso culmina con el establecimiento de un ecosistema biológicamente estable (Walker, 2005).

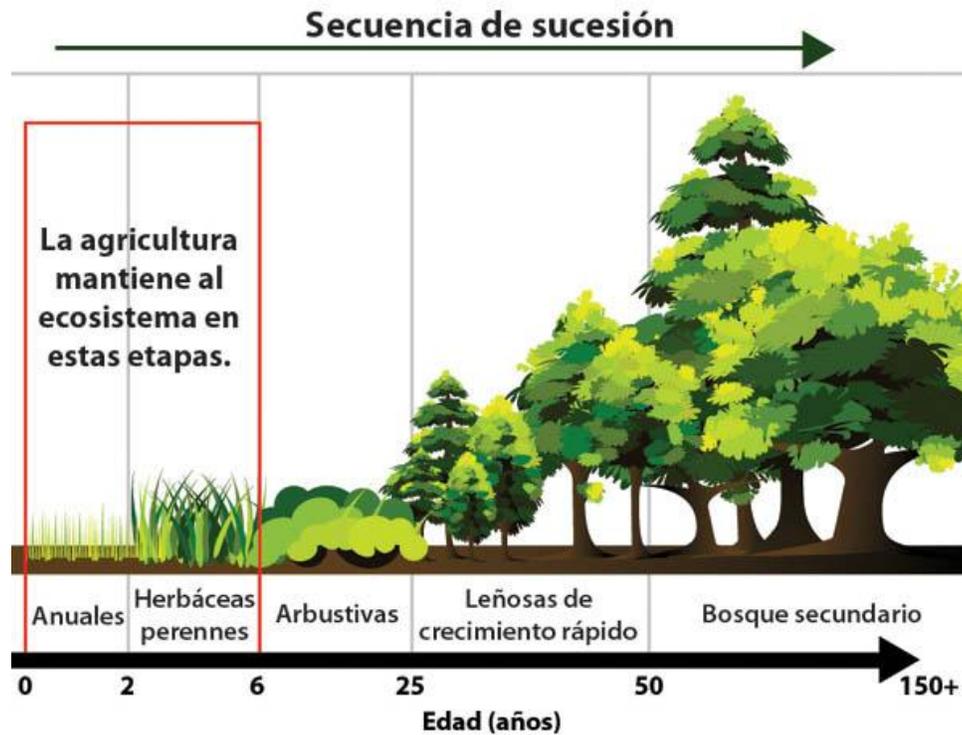


Figura 25 Sucesión ecológica en un ecosistema terrestre

En términos de restauración, la sucesión ecológica es imprescindible, ya que permite establecer la base sobre los procesos mediante los cuales las comunidades bióticas dentro del ecosistema restaurado responden a las distintas afectaciones y permite valorar si éstas ocurren de manera similar a las condiciones de un ecosistema no perturbado.

Según Vanegas (2009) es preciso indicar que la sucesión ecológica, más allá de ser un proceso mecánico y predecible, es de naturaleza estocástica. Esta condición puede ser el producto de que alguno de los tres procesos propuestos por Connell y Slatyer ocurran solos o simultáneamente como se muestra en la continuación (**Figura 22**):

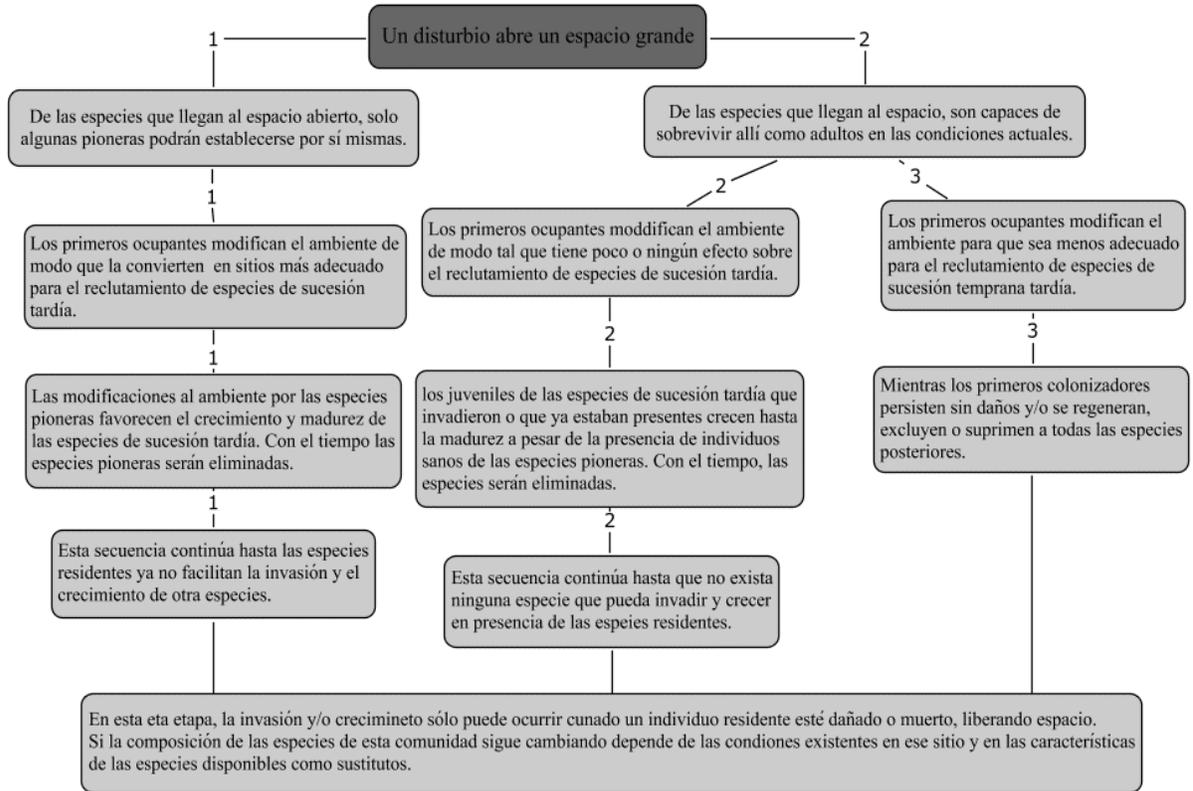


Figura 26 Modelos de los mecanismos que producen la secuencia de las especies en la sucesión ecológica

Fuente: Modificación de Connell y Slatyer (como se citó en López, M. (2016).

Las acciones de reforestación se justifican cuando se busca intervenir con el propósito de acelerar el proceso de sucesión ecológica.

Los trabajos de restauración deben realizarse con especies nativas y evitar el uso de especies introducidas. El uso de especies introducidas puede desencadenar graves problemas ecológicos tales como: pérdida de biodiversidad, incremento de enfermedades, disminución de alimento y nutrientes para las especies nativas, comportarse como invasoras y evitar el establecimiento de especies nativas, lo que mermaría los resultados de todos los esfuerzos que se realicen con las actividades de restauración.

En la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CONABIO, 2010) se señala, con base en lo indicado por Kolar (2004) que, “a pesar de que no todas las especies exóticas se vuelven invasoras de forma inmediata, los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles y pueden llegar a ser devastadores, por lo que la defensa más eficiente es la prevención...”. En dicha Estrategia también se indica que hay especies exóticas que, en ausencia de especies mutualistas asociadas, pueden no afectar el ecosistema donde fueron introducidas.

Otro componente de sumo valor en los ecosistemas forestales lo constituyen los remanentes²² de vegetación natural, consecuencia de las perturbaciones presentes en los ecosistemas (Wang *et al.*, 2016). Las perturbaciones conducen a cambios en la estructura de la vegetación; y los remanentes de vegetación nativa (parches producto de las perturbaciones) constituyen una posibilidad para a partir de ellos, iniciar actividades de restauración forestal.

8.3.4 Monitoreo de plantas.

Para verificar el óptimo crecimiento de las especies plantadas en el área del bosque comestible, se

La acumulación de biomasa se describe con base en los incrementos, entre los cuales se conoce el Incremento Corriente Anual (ICA), que corresponde al crecimiento que se genera en los árboles en un año específico, el Incremento Periódico Anual (IPA), que corresponde al crecimiento para cualquier período específico de tiempo, el cual es dividido por el número de años en dicho período y el Incremento Medio Anual (IMA), que es el crecimiento total del individuo o del bosque dividido por la edad total. Estos incrementos se relacionan alométricamente con variables dasométricas tales como la altura total del árbol, el grosor del tronco, el área basal, el área foliar o la biomasa acumulada. Igualmente, se ha encontrado que dentro de un mismo bosque, dichos

²² Remanentes: Restos/desechos

valores dependen del tipo de especie y estado de desarrollo del individuo (Lieberman & Lieberman 1987, Kohyama 1992; Bullock 2000).

Debido a que en la reforestación se utilizaron árboles que aún se encuentran en crecimiento y desarrollo, así como a la falta de instrumentos y equipos de laboratorio, para llevar a cabo un análisis de la tasa de crecimiento, que compruebe mediante ecuaciones alométricas la cantidad de carbono capturado, no fue posible aplicar esta metodología.

8.3.4.1 Índices de crecimiento.

Para conocer el los cambios que se han generado durante el monitoreo del bosque comestible se realizaron cálculos para determinar el número de muestras a obtener, por ello se empleó la fórmula de cálculo:

Tamaño de la muestra que se presenta a continuación como fórmula (1). Para el tamaño o universo de población fue empleado el total de árboles plantados, el procedimiento para obtener el número de muestras se puede observar a continuación:

$$n = \frac{\sigma^2 N p q}{e^2 (N - 1) + \sigma^2 p q}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño o universo de población (Número de plantas sembradas) = 250

σ = Área bajo la curva (nivel de confianza) = 1.96

e = Error de estimación = 0.05

p = Probabilidad de éxito = 50% = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 50% = 0.5

sustitución:

$$n = \frac{(1.96)^2(250)(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(250 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{230.40}{1.58} = 145.82$$

De acuerdo a los cálculos realizados y resultados obtenidos para conseguir la proyección fue necesario realizar 145.82 muestras, debido a esto se redondeó la cantidad a 146 muestras que fueron tomadas durante 2 meses.

Después de tener el total de plantas a monitorear, se dividió las 146 muestras entre los 14 tipos de especies sembradas obteniendo:

$$n = \frac{146}{14} = 7.42$$

Por lo que se estudiaron 7 individuos de cada especie.

Una vez establecido el número de muestras se tomaron datos en campo de todas las especies sembradas. Primero se inició con la identificación de las especies, y la localización de cada una de ellas (se colocó una cinta con un número de identificación) para tomar las posteriores medidas.

Después se registraron las medidas se tomaron en cuenta desde la base de la planta sembrada en altura (base-tronco y base-hojas) y el diámetro del tallo (inferior y exterior de la planta); se realizó, de la misma manera para cada una de las especies. Una vez concluida la toma de medidas de las plantas, se registraron los datos necesarios para realizar la cuantificación de cada especie (Ver **ANEXO I**).

Análisis de resultados.

Se analizaron 14 especies de plantas las cuales se muestran a continuación (ver **Tabla 1**).

Tabla 1 Especies de árboles plantadas

Especie

(Ramón) Brosimum alicastrum
(Guaya) Melicoccus bijugatus
(Nance) Byrsonima crassifolia
(Granada) Punica granatum L.
(Guayaba) Psidium guajava
(Mango) Mangifera indica
(Aguacate) Persea americana
(Tamarindo) Tamarindos indica
(Moringa) Moringa oleifera
(Jaka) Artocarpus heterophyllus
Citrus x limon
Anona
(Carambolo) Averrhoa carambola L.
(Guaje) Crescentia cujete L.

Se presentan los registros de crecimiento de las plantas sembradas de la especie *Brosimum alicastrum*. Por último se muestra el promedio de su crecimiento de cada una de las medidas por cada mes de muestreo.

Tabla 2 Valor de la sobrevivencia en campo de las plantaciones en el primer mes de la siembra.

8.3 RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCARBÓN

El biocarbón es un material sólido carbonoso poroso producido por la conversión termoquímica de materiales orgánicos en un ambiente empobrecido o carente de oxígeno, el cual tiene propiedades físico-químicas aptas para el almacenamiento seguro y a largo plazo de carbono en un medio natural y, potencialmente, la mejora de la fertilidad de los suelos. El biocarbón es producido a través de tecnologías de pirólisis (similar a la gasificación) en un proceso de sistema pirólisis-biocarbón (PBS, ver Figura 1). El PBS combina tecnología de pirólisis, opciones de transporte, distribución, infraestructura de almacenamiento y la eventual aplicación de biocarbón (por ejemplo en la mejora del suelo, Shackley & Sohi 2010).

Beneficios

El biocarbón estabiliza el carbono en el material carbonizado, reduciendo de este modo las emisiones directas de carbono a la atmósfera. También funciona como un potenciador de los suelos al retener nutrientes en estos. En algunos contextos, el biocarbón tiene el potencial de incrementar la fertilidad del suelo, mientras que su proceso de producción reduce los desechos de la agricultura y otras industrias y produce energía renovable.

Numerosos estudios (Lehmann y Joseph, 2009; Woolf *et al.*, 2010; Shrestha *et al.*, 2010; Major, 2010) sugieren que los componentes del biocarbón son altamente recalcitrantes en los suelos; esto es, que resisten la oxidación química y biológica, por lo que su tiempo de residencia es de cientos a miles de años, al menos de 10 a 10 mil veces más grande que los tiempos de residencia de la mayoría de la materia orgánica del suelo. Por esta característica de recalcitrancia, la adición de este producto al suelo puede actuar como un sumidero potencial de carbono (Verheijen *et al.*, 2009) y así contribuir a la mitigación del exceso de CO_2 en la atmósfera. Sin embargo, es importante mencionar que no todo el biocarbón permanece inalterado en el suelo, sino que una parte de éste puede ser oxidada (Cheng *et al.*, 2008) lo que modifica algunas cualidades del suelo.

La cinética de pirólisis rápida de biomasa usa un mecanismo semiglobal en dos etapas que se muestra en la **Figura** . Este modelo tiene en cuenta la formación primaria de gases no condensables (gases), volátiles condensables (tar) y carbonizado (char), además incluye reacciones secundarias de craqueo y repolimerización del tar para producir gas y char secundario.

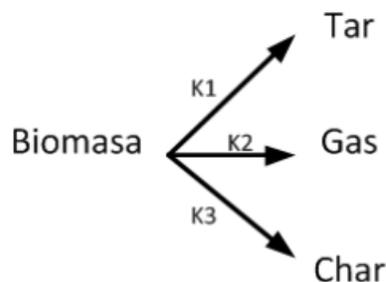


Figura 27 Esquema de reacción en el reactor de pirólisis

Proceso.

El proceso de pirólisis involucra una red compleja de reacciones asociadas a la descomposición de los principales constituyentes de la biomasa, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, que se caracterizan por su reactividad diferente. La celulosa es uno de los componentes importantes de los residuos agrícolas, por ello resulta interesante observar cuál es su cambio durante la pirólisis. Su degradación térmica entre 250 y 350 °C da lugar a muchos compuestos volátiles (vapores de agua y alquitrán, hidrocarburos, ácidos, H_2 , CH_4 , CO , y CO_2) quedando una matriz de carbono amorfa y rígida (Novak *et al.*, 2009). Al aumentar la temperatura, se incrementa la proporción relativa de carbono aromático por la pérdida de compuestos volátiles y se lleva a cabo la conversión de carbonos, de oxialquilos a arilos y oxiarilos cuyas estructuras son semejantes a la del furano (Baldock y Smernik, 2002). A 330 °C las láminas de grafeno poliaromático empiezan a crecer lateralmente, a expensas de la fase de carbono amorfo y eventualmente coalescen.

En general; la pirólisis es la conversión termoquímica de la biomasa en tres productos (ruta clásica): líquido (bioaceites), gas (biogás) y residuo carbonoso (biocarbón), por calentamiento de la biomasa, (alrededor de 500 °C), en ausencia de aire.

Hay diferentes tipos de pirólisis en función de la velocidad de calentamiento y el tiempo de residencia de la biomasa en los reactores.

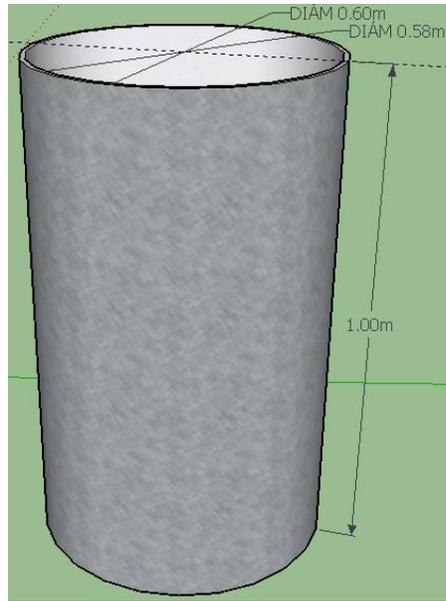


Figura 28 Sistema de pirolisis-biocarbón

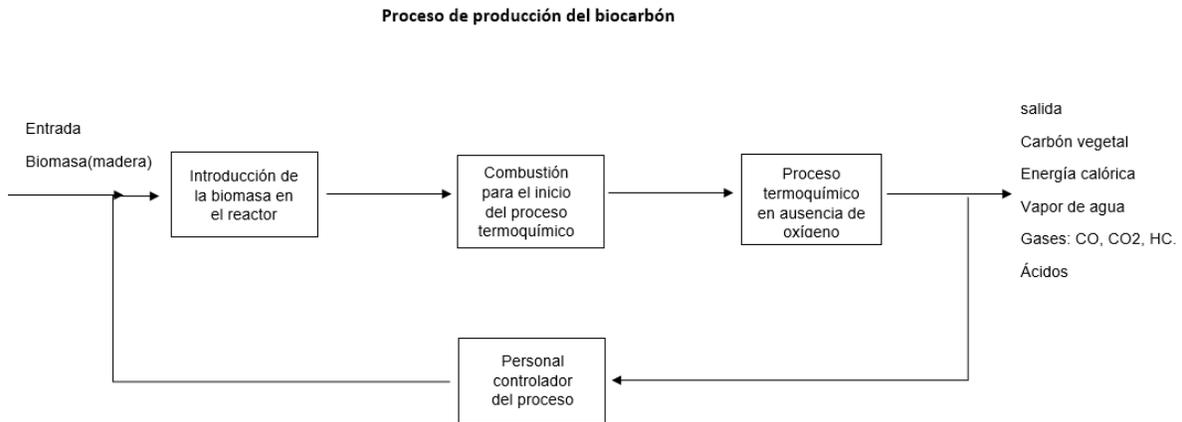


Figura 29 Diagrama de entradas y salidas del proceso de pirolisis

8.4 RESULTADOS DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

El clima, 85.5% de la superficie del estado presenta climas cálido subhúmedo y el restante 14.5% presenta clima seco y semiseco, que se localiza en la parte norte del estado.

La temperatura media anual es de 26°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 36°C y se presenta en el mes de mayo, la temperatura mínima promedio es de 16°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 1 100 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre.

Con base a ello se llevaron a cabo los cálculos necesarios para la captación de agua de lluvia.

8.5. RESULTADOS DEL ESTANQUE ARTIFICIAL

Además del estanque terminado, se avistaron cerca de del perímetro diferentes especies de aves de fauna silvestre. Lo que demuestra que el ecosistema artificial asiste a la regeneración y supervivencia de los seres vivos en los ecosistemas.



Figura 30 Estanque concluido

9. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA ORGANIZACIÓN

9.1 Evento “Bioblitz Un Día de Descubrimiento I”

La organización crea eventos relacionados a cultura, conocimiento y cuidado del ambiente, en el cual se tuvo la oportunidad de participar para la identificación de flora a través del apoyo del biólogo Manuel Bojórquez Acevedo, que es parte de SEDUMA (Secretaría de Desarrollo Urbano y Manejo en el estado de Yucatán) en el departamento de manejo de sistemas kársticos. Así como la participación mediante una plática acerca de la ingeniería ambiental y su relación con el ambiente natural. En este evento acudieron especialistas relacionados con el cuidado y preservación de flora, fauna y de la cultura medicinal maya (Ver **ANEXO I**).



Figura 31 Participación en el evento "Bioblitz"



Figura 32 Identificación de flora en bibliografía junto al biólogo de SEDUMA



Figura 33 Plática acerca de la ingeniería ambiental

9.2 Plática acerca del trabajo que realiza la organización

A petición de la organización y con motivos de divulgación para el conocimiento de las actividades que realizan en EARTH CONNECTION, con el objetivo de la preservación y cuidado del ambiente, se ofreció una plática a los alumnos de ingeniería ambiental, para motivarlos a que consideren como una opción, al sitio donde se encuentra ubicada la organización, para la aplicación de tecnologías e implementación de proyectos como servicio social y prácticas profesionales.



Figura 34 Presentación ofrecida a los alumnos de ingeniería ambiental

10. CONCLUSIONES DE PROYECTO, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA

10.1 Conclusiones

A través de los resultados obtenidos se concluye que EARTH CONNECTION-CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP es un espacio idóneo para el desarrollo de proyectos de la ingeniería ambiental, ya que ésta organización está enfocada a la aplicación de tecnologías sustentables, preservación y divulgación sobre el cuidado del ambiente, también este estado ha sido parte de la conquista de México por los españoles, lo que trajo a esta zona la ubicación de haciendas y con esto, el cultivo intensivo del henequén; el estado de Yucatán es parte de las zonas turísticas de México, ya que aquí se pueden encontrar áreas naturales que son de interés social, además cuenta con zonas arqueológicas, sin embargo no se practica el turismo responsable para la preservación de los ecosistemas, debido a estas situaciones es importante la aplicación de tecnología enfocada a la restauración de áreas transformadas por las actividades antropogénicas así como de técnicas para apoyar la biorregeneración.

La aplicación de tecnología para asistir un ecosistema impactado, dependerá del conocimiento que se tenga acerca de cómo se encontraba el ecosistema, antes y después del impacto, de las actividades que ocasionaron este impacto ambiental, así como identificar a qué tipo de impacto pertenece, en este caso la LGEEPA (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente) hace mención de un impacto ambiental significativo o relevante , resultante de la acción del ser humano y en su caso, de la naturaleza. La restauración activa implica, que con intervención humana, se asista al ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación. Es importante señalar que las tecnologías y los resultados descritos podrían variar, dependiendo de condiciones climáticas, latitud, la altitud, tamaño, diversidad, componentes, tipo de ecosistema y el impacto ambiental que presente. Las investigaciones realizadas relacionadas con la

restauración indican que los resultados solo podrán notarse con el tiempo, a causa del dinamismo del ecosistema.

En los estudios de biodiversidad se obtuvo un inventario de la flora identificada de la zona, la identificación florística ayuda a conocer la relación que esta mantiene dentro del ecosistema. Con esta investigación realizada se comprobó que el estado de Yucatán cuenta con una diversidad de flora y que al indagar sin tener un antecedente, resulta complicado obtener la información e identificar en campo la diversidad de plantas. La plantación de 250 árboles en el área destinada al bosque comestible, favorecerá la biorregeneración de nuevas plántulas y a la germinación de semillas, así como el aumento de materia orgánica en el suelo, pero se requiere de tiempo para permitir que el ecosistema se restaure. La obtención del biocarbón fue utilizada para hortalizas y ocupada en la germinación de nuevas plántulas para la reforestación; cabe destacar que utilizar el biocarbón en la restauración de ecosistemas es conveniente para el desarrollo de la vegetación y la retención de agua. Es importante recalcar que los resultados de la restauración ecológica en el ecosistema solo pueden ser observados a largo plazo, pero que es necesario realizar esta labor, que favorece la biodiversidad y genera beneficios de servicios de regulación, servicios de provisión de abastecimiento, servicios culturales y servicios de soporte. Se espera que este trabajo contribuya a facilitar y promover estas y otras actividades vinculadas con la conservación, conocimiento y preservación de los ecosistemas naturales en México y el mundo.

10.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar proyectos relacionados en la implementación de estrategias a fin de mitigar los actuales problemas ambientales de acuerdo al ecosistema presente.

En relación a la restauración de ecosistemas se debe tomar en cuenta: especies forestales que el fuego estimula sus yemas en las raíces y las hace crecer después de estar sometidas a la quema, aquellas que propicien a contribuir con la disminución del calentamiento global; y de esa manera promover la reforestación con el uso de especies de gran captura de CO₂.

Se recomienda que las personas encargadas de implementar estas tecnologías, tengan conocimientos básicos de construcción, uso de herramientas, medidas de prevención de riesgos y que conozcan las características de los materiales a utilizar.

Con respecto a las actividades y a las limitantes inherentes al proyecto se generaron una serie de recomendaciones.

Biocarbón se recomienda la inversión para un reactor de material más resistente a altas temperaturas, ya que debido al proceso termoquímico con que se trabaja en la obtención del biocarbón, el reactor utilizado sufre daños que lo vuelven obsoleto para su posterior. Para garantizar la menor compactación posible de biomasa en el equipo, el valor más alto de transferencia de calor por convección (gases de la combustión), y por consecuencia mayor rapidez en el proceso de pirólisis, el equipo debe tener una relación diámetro/altura que garantice que el cilindro sea más ancho que alto.

Definir un área específica para el banco de semillas, de esta manera las semillas ortodoxas y recalcitrantes podrán mantenerse en un lugar adecuado.

10.3 Experiencias Personales

En el desarrollo y conclusión de este proyecto, se tuvo la oportunidad de conocer a personas dedicadas al cuidado y preservación del ambiente natural, quienes a partir de su trabajo colaboraban en la preservación de los ecosistemas, esto es un incentivo en la labor que se realiza, percatarse que existen personas preocupadas y con acción, que realizan actividades con beneficio social y ambiental. Las actividades se efectuaron en un sitio diferente a la región huasteca, por lo tanto, era necesario la implementación de tecnología referente a las necesidades y características de la región, el encontrarse en un contexto diferente es un reto que abre puertas hacia nuevos conocimientos que mejora la perspectiva para la solución de problemas.

11. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

- Identificación de las pautas a seguir para la restauración de ecosistemas.
- uso adecuado de recursos tecnológicos en el campo profesional con relación al contexto.
- capacidad de análisis en investigación encaminada a la solución de problemas ambientales.
- Participación social en actividades de causa laboral, ambiental y humana.

12. FUENTES DE INFORMACIÓN

Agenda Ecológica Federal (2013). (Sexta edición) Editorial Ediciones Fiscales ISEF. México, D.F. ISBN: 978-607-406-440-7

Amemiya, Michiko (2012). *Energía y sustentabilidad: Algunas características de la energía sustentable*. Revista Digital Universitaria. Núm. 13 (Vol. 10). ISSN: 1067-6079. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num10/art102/index.html>

CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL Y FUNDACIÓN NATURA. (2014). *CONVENIO No. 005 DE 2013, SUSCRITO ENTRE FUNDACIÓN NATURA Y LA CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL* Bogotá.

FERTINOVA AGROPRODUCTOS. *Ficha técnica UREA 46-00-00*. Recuperado de: <http://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20UREA.pdf>

Fuentes Hernández, Ana Cristina y Recio Recio, Ángel. (2005). *Propuesta de Diseño de un Horno-Reactor para Realizar la Pirólisis de la Cáscara de Arroz*. REVISTA TECNOLOGÍA QUÍMICA (Vol. XXV), (No. 2): ISSN: 0041-8420. Cuba Tecnología Química, vol. XXV, núm. 2, mayo-agosto, 2005, pp. 87-98.

Fundació fòrum ambiental. *Guía para la ecoeficiencia: Ventajas de la ecoeficiencia* Barcelona. Recuperado de: <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf> Romero Litvin, N. (2010). *Manual Básico de Ecotecnias: un acercamiento con las Ecotecnias y los buenos hábitos.* Recuperado de: http://s81c843597189ba68.jimcontent.com/download/version/1402506390/module/6413671368/name/01eco_tecnicas.pdf

Hernández, Silverio y Garduño, Aldemar. (2010). *Tecnologías actuales aplicadas al desarrollo urbano sustentable.* Núm. 20 (Vol. 1). Universidad de Guanajuato.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. *Antecedentes de Dirección de Producción Limpia y Consumo Sustentable.* Recuperado de: <http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=13> (ref. enero 2009).

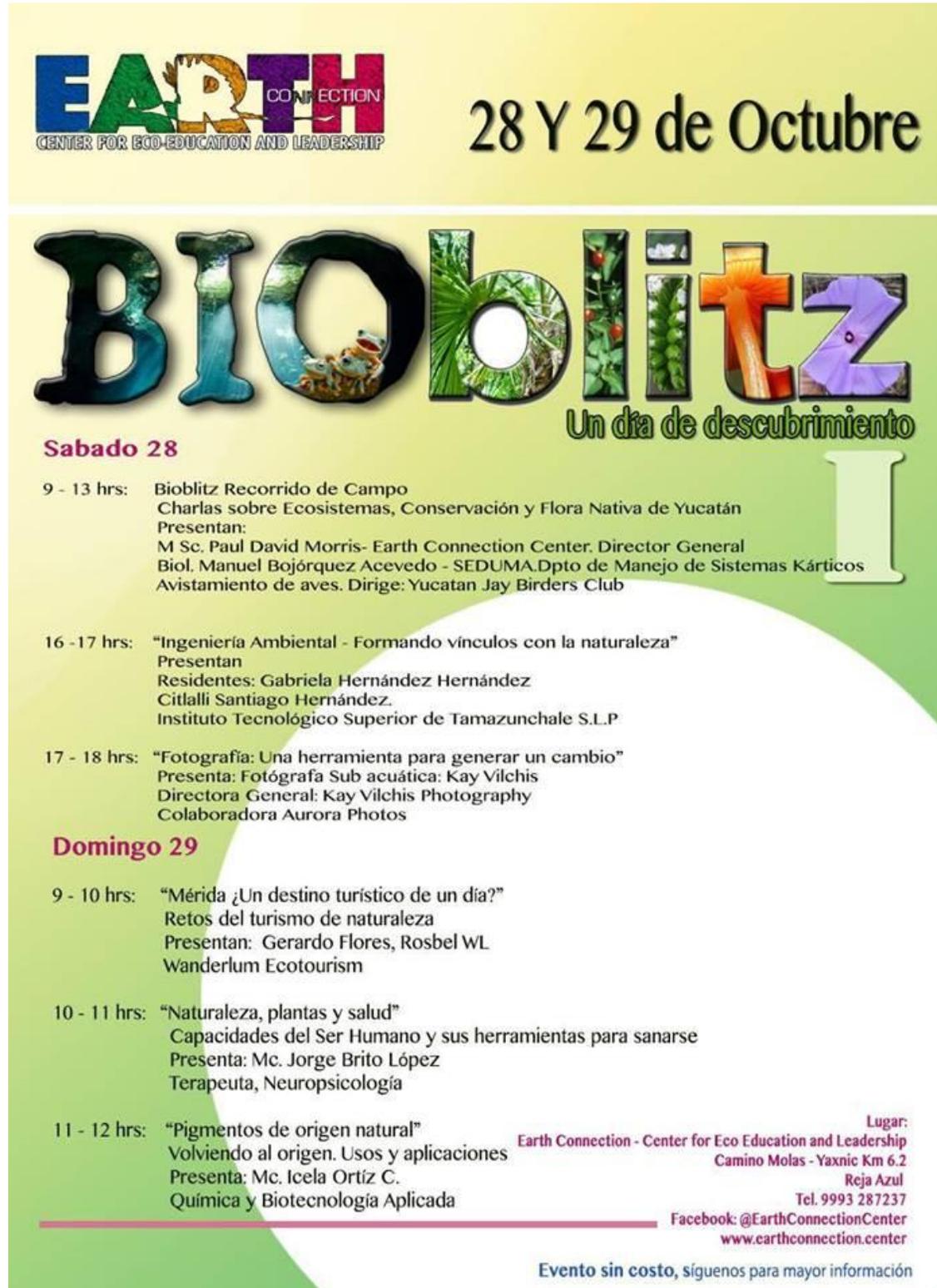
Ministerio de Salud y Ambiente de Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Indicadores Ambientales. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de seguimiento: República Argentina 2006. Parte 7.* Recuperado de: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=2018>

Vanegas López, M. (2016). *Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizado para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”.* CONAFOR,

ANEXOS

ANEXO I

AL CARTEL DEL EVENTO DEL BIOBLIT



EARTH CONNECTION
CENTER FOR ECO-EDUCATION AND LEADERSHIP

28 Y 29 de Octubre

BIOblitz

Un día de descubrimiento

Sábado 28

9 - 13 hrs: Bioblitz Recorrido de Campo
Charlas sobre Ecosistemas, Conservación y Flora Nativa de Yucatán
Presentan:
M Sc. Paul David Morris- Earth Connection Center. Director General
Biol. Manuel Bojórquez Acevedo - SEDUMA.Dpto de Manejo de Sistemas Kárticos
Avistamiento de aves. Dirige: Yucatan Jay Birders Club

16 - 17 hrs: "Ingeniería Ambiental - Formando vínculos con la naturaleza"
Presentan
Residentes: Gabriela Hernández Hernández
Citlalli Santiago Hernández.
Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale S.L.P

17 - 18 hrs: "Fotografía: Una herramienta para generar un cambio"
Presenta: Fotógrafa Sub acuática: Kay Vilchis
Directora General: Kay Vilchis Photography
Colaboradora Aurora Photos

Domingo 29

9 - 10 hrs: "Mérida ¿Un destino turístico de un día?"
Retos del turismo de naturaleza
Presentan: Gerardo Flores, Rosbel WL
Wanderlum Ecotourism

10 - 11 hrs: "Naturaleza, plantas y salud"
Capacidades del Ser Humano y sus herramientas para sanarse
Presenta: Mc. Jorge Brito López
Terapeuta, Neuropsicología

11 - 12 hrs: "Pigmentos de origen natural"
Volviendo al origen. Usos y aplicaciones
Presenta: Mc. Icela Ortiz C.
Química y Biotecnología Aplicada

Lugar:
Earth Connection - Center for Eco Education and Leadership
Camino Molas - Yaxnic Km 6.2
Reja Azul
Tel. 9993 287237
Facebook: @EarthConnectionCenter
www.earthconnection.center

Evento sin costo, síguenos para mayor información

ANEXO II

AII. RESULTADOS DEL MONITOREO DE PLANTAS DEL BOSQUE COMESTIBLE

AII.1 Datos de crecimiento de la especie *Brosimum alicastrum*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Ramón) <i>Brosimum alicastrum</i>	33.5	36	3	2	34	36.8	3	2
	17	17.5	2	1	17.4	17.7	2.5	1.25
	43.6	47	2.2	3	43.6	47.4	2.3	3.3
	19.3	21	3	2.5	20.2	21.8	3.1	2.7
	22	24.7	3	3.4	22.3	24.9	3.5	3.8
	15.2	15.3	2.5	1.82	15.4	15.5	2.7	2.5
	17.6	18	2.3	2	17.7	18	2.4	2.3
Promedio	24.03	25.64	2.57	2.25	24.37	26.01	2.79	2.55

All.2 Datos de crecimiento de la especie *Melicoccus bijugatus*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura Tronco (cm)	Hojas (cm)	Diámetro del tronco Inferior (mm) Superior (mm)		Altura Tronco (cm)	Hojas (cm)	Diámetro del tronco Inferior (mm) Superior (mm)	
(Guaya) <i>Melicoccus bijugatus</i>	53	58	7	6	53.4	58.2	7.2	6.3
	39.5	51	6	5	39.7	51.2	6	5.2
	30.2	30.4	4.2	3.6	30.4	4.3	4.5	3.6
	41	42	3.2	3	41	42.2	3.4	3
	31	33	2.6	2.4	31.2	33.3	2.7	2.5
	26	29	2.4	2	26	29.2	2.6	2.1
	35	37	4.3	4	35.1	35	4.3	4
	Promedio	36.53	40.06	4.24	3.71	36.69	36.20	4.39

All.3 Datos de crecimiento de la especie *Byrsonima crassifolia*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Nance) <i>Byrsonima crassifolia</i>	12.4	13	2	1.4	12.5	13	2	1.4
	33	34	3.4	2	33.6	33.6	3.6	2.2
	17.8	18.4	1	1	19	20	1.2	1
	13.9	14.3	2.2	2	14	15	2.6	2.4
	26	27	1.4	1	26.8	27.5	2	1.2
	31	32	2	1	32	32	2.6	2.4
	33	33.8	2.2	2	33	34	2.5	2
	Promedio	23.87	24.64	2.03	1.49	24.41	25.01	2.36

All.4 Datos de crecimiento de la especie *Punica granatum L.*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Granada) <i>Punica granatum L.</i>	47	47	4	3	47	48	4	3
	41	47	3	1	42	47.4	3.2	2
	57	59	5	4	57.6	60	5	5
	32	38	3	2	32.4	38	3.4	4
	40	40.5	2	1	41	42	2	3
	35	36	3	2	35.8	37	3	4
	49	50	2	1	49.8	51	2.4	3
Promedio	43.00	45.36	3.14	2.00	43.66	46.20	3.29	3.43

III.5 Datos de crecimiento de la especie *Psidium guajava*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Guayaba) <i>Psidium guajava</i>	50	49	4	3	50.5	50	4.5	4
	51	53	4	3	52	53	4.2	5
	20	22	2	1	21	22.5	2.2	2
	43	47	5	2	45	47.4	6	3
	43	45	3	2.5	44	46	5	4
	32	26	2	1	33	28	3	1.4
	28	31	2	1	30	32	4	1.8
Promedio	38.14	39.00	3.14	1.93	39.36	39.84	4.13	3.03

AII.6 Datos de crecimiento de la especie *Mangifera indica*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Mango)	37	38.6	7	4	37.5	39	7.7	4.2
<i>Mangifera indica</i>	45.5	47.5	10	7	46	48	14	7.5
	27	28	6	3	27.5	29	6.5	3.6
	20.5	21	4	3	21	21.5	4.2	3.4
	39	40	5	4.3	41	42	5.7	4.6
	28	29.5	3	2.8	28.6	32	3.3	3
	17	19	2	1	18	21.5	1	1.3
Promedio	30.57	31.94	5.29	3.59	31.37	33.29	6.06	3.94

All.7 Datos de crecimiento de la especie *Persea americana*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Aguacate) <i>Persea americana</i>	57	61	4	3	57.6	62	4.2	3.5
	45	45.5	7	7.5	46	46	7.5	8
	43	43.5	5	4	43.4	44	5.4	4.7
	55.3	54	6	4	56	55	7	4.9
	52	53	4.7	3	52.8	53	5	3.5
	48	48.5	4.2	3	48.4	49	5	4
	37	37.6	3.8	2.8	37.2	38.6	4.5	3
Promedio	48.19	49.01	4.96	3.90	48.77	49.66	5.51	4.51

All.8 Datos de crecimiento de la especie *Tamarindus indica*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Tamarindo)	57	70	8	6.5	57.5	72	9	7
<i>Tamarindus indica</i>	57	64	8	4	57	65.5	9.3	4.5
	58	60	4	3	58.4	61	4.5	4
	66	67	6	5	68	69	6.7	6
	68	68.6	7.3	6.4	69.7	69.5	8	7
	44	45.5	6.5	6	46	46.2	7	6.6
	37	39	7	6.3	37.2	40	7.6	4
Promedio	55.29	59.16	6.69	5.31	56.26	60.46	7.44	5.59

All.9 Datos de crecimiento de la especie *Moringa oleifera*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Moringa)	101	101	7	5	102	102	7.2	7
<i>Moringa oleifera</i>	42	49	3	2	44	50	4	3.3
	26	32	2.5	1	27.8	33	3	2.8
	92	100	1	5	93.3	102	2	1.5
	89	84.5	7	5	90	85	7.5	5.8
	43	54	6	5.5	44	55	6.6	6
	52	54	9	6.7	53.3	54.8	9.8	7
Promedio	63.57	67.79	5.07	4.31	64.91	68.83	5.73	4.77

All.10 Datos de crecimiento de la especie *Artocarpus heterophyllus*

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Jaka) <i>Artocarpus heterophyllus</i>	19	19.5	3	2	20	21.5	3.6	2.6
	17.5	18.5	7	4	18.2	19	7.8	4.5
	20.5	22.5	4	3	22	23	5.1	3.6
	51	53	4	3	53	54.3	5	3
	54	58	7	5	54.5	59	7.6	5.2
	37	39	5	4.5	39	40	5.9	5
	45	49	3.5	3	46.4	50	4	3.5
Promedio	34.86	37.07	4.79	3.50	36.16	40.88	5.57	3.91

All.11 Datos de crecimiento de la especie *Citrus x limon*

Especie vegetal	Mes 1		Diámetro del tronco		Mes 2		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Limón)	75.5	77	4	1.3	76	78	5	1.9
<i>Citrus x limon</i>	21	27.5	3	2	22	28.6	4	2.5
	33	35	5	3	34	37	6	4
	45	47	4	3.3	15.9	48	5	4
	54	55	6	5.2	55.1	55.7	7.4	5.8
	24	26	2	1.4	27	27	2.6	2
	26	28	5	4.8	26.8	29	6	5
Promedio	39.79	42.21	4.14	3.00	36.69	43.33	5.14	3.60

All.12 Datos de crecimiento de la especie

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
Anona	95	96.8	8	5	96	97	9	6
	27	28	8	5	27.6	29	9	6.2
	36	39	6	4	37	42	7	4
	76	77	7	5	77	79	8	5.1
	76.5	77	7	5	77	78	8.5	5.5
	64.5	66	7	6	65	67	7.9	6.5
	33	33.9	6	5.2	34	34	7	6
Promedio	58.29	59.67	7.00	5.03	59.09	60.86	8.06	5.61

All.13 Datos de crecimiento de la especie

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Carambolo) <i>Averrhoa</i> <i>carambola L.</i>	26.5	27	5	3	27	27.5	6	4
	26	28	3	2	27	29	3.5	2.7
	21	22	2	1.5	21.9	23	2.6	2
	36	39	6	2	36.8	40	6.9	3
	28	30	4.5	2	28.5	32	5	3.4
	22	23	2	1	23	24	2.4	2
	34	35	2	1	35	36	2.8	2
Promedio	27.64	29.14	3.50	1.79	28.46	30.21	4.17	2.73

All.14 Datos de crecimiento de la especie *Crescentia cujete* L.

Especie vegetal	Mes 1				Mes 2			
	Altura	Diámetro del tronco		Altura	Diámetro del tronco			
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Guaje) <i>Crescentia cujete</i> L.	33	36	7	6	34	37	8	7
	54.5	55	1.4	1.3	56	56	2	2
	44	45	3	2	46	45.5	4	2.8
	34	35.5	5	4	35	36	6	4.5
	56	37	7	5	37	37.3	7	6
	32	33	3	3	33.5	34	4	3
	23	25	4	3	24	26	4	3.5
Promedio	39.50	38.07	4.34	3.47	37.93	38.83	5.00	4.11

ANEXO 2

A2. CRECIMIENTO DE CADA ESPECIE EN LOS 2 MESES DE

Especie	Mes 1				Mes 2			
	Altura		Diámetro del tronco		Altura		Diámetro del tronco	
	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)	Tronco (cm)	Hojas (cm)	Inferior (mm)	Superior (mm)
(Ramón) Brosimum alicastrum	24.03	25.64	2.57	2.25	24.37	26.01	2.79	2.55
(Guaya) Melicoccus bijugatus	36.53	40.06	4.24	3.71	36.69	36.20	4.39	3.81
(Nance) Byrsonima crassifolia	23.87	24.64	2.03	1.49	24.41	25.01	2.36	1.80
(Granada) Punica granatum L.	43.00	45.36	3.14	2.00	43.66	46.20	3.29	3.43
(Guayaba) Psidium guajava	38.14	39.00	3.14	1.93	39.36	39.84	4.13	3.03
(Mango) Mangifera indica	30.57	31.94	5.29	3.59	31.37	33.29	6.06	3.94
(Aguacate) Persea americana	48.19	49.01	4.96	3.90	48.77	49.66	5.51	4.51
(Tamarindo) Tamarindus indica	55.29	59.16	6.69	5.31	56.26	60.46	7.44	5.59
(Moringa) Moringa oleifera	63.57	67.79	5.07	4.31	64.91	68.83	5.73	4.77
(Jaka) Artocarpus heterophyllus	34.86	37.07	4.79	3.50	36.16	40.88	5.57	3.91
Citrus x limon	39.79	42.21	4.14	3.00	36.69	43.33	5.14	3.60
Anona	58.29	59.67	7.00	5.03	59.09	60.86	8.06	5.61
(Carambolo) Averrhoa carambola L.	27.64	29.14	3.50	1.79	28.46	30.21	4.17	2.73
(Guaje) Crescentia cujete L.	39.50	38.07	4.34	3.47	37.93	38.83	5.00	4.11
Promedio	40.23	42.06	4.35	3.23	40.58	42.83	4.97	3.81