

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO “MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA”.

NERY ARMANDO SALVATIERRA RAMÍREZ

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN
EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA,
GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO
“MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL
CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA”.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

NERY ARMANDO SALVATIERRA RAMÍREZ

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR EN FUNCIONES

Lic. M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Guitiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Pr. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Vladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, JULIO DE 2021

Guatemala, julio de 2021

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: “ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO “MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA” como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,



NERY ARMANDO SALVATIERRA RAMÍREZ

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser la fuente de sabiduría, mi guía y fortaleza en mi sendero.

Mi mamá

Elvia Rosana Ramírez Gómez, por todo tu amor, esfuerzo y fe en mí para ayudarme a ser quien hoy soy.

Mi papá

Nery Armando Salvatierra Morales, el hombre que me brindó su apoyo incondicional, creyendo en mí para alcanzar la meta que hoy estoy cumpliendo.

Mis hermanos

Benjamín y Christopher Salvatierra, para que los motive a lograr sus metas y orgullecer a nuestros papás.

Mi familia

Elvia Gómez, Olimpia Gómez, Verónica Gómez, Marta Gómez y Olga Salvatierra (Q.P.D.), por su amor y apoyo incondicional y ser un ejemplo que las cosas buenas se logran con esfuerzo, tenacidad y disciplina.

Ejemplo de mujeres fuertes e independientes para mi mamá.

Personas especiales

Paola Estrada, Joel Us, Senobio Velásquez, Raquel Méndez, Diego Tobar, Emeli Ramírez, Carlos de León.

Mis amigos

Andrea Saucedo, Baltazar Montejo, Beatriz Merlos, Claudia Alvarado, Mariano Arenales, Marlon Guerra, David Figueroa, Stefany Paiz, Sofía Solís, Neydi Morales, Julio Urizar, Rosy del Cid, Andrea Saucedo, Edgar Hernández, Brandon del Cid, Fernando Ramírez, Argentina Álvarez.

AGRADECIMIENTOS

A:

Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser el centro de formación profesional que me abrió sus puertas durante estos años.

Facultad de Agronomía, por permitirme cumplir con este capítulo en mi vida.

Mis asesores, MSc. Oscar Ernesto Medinilla Sánchez y MSc. Edin Alejandro Gil Esturban, por todo el apoyo y asesoramiento brindado durante el desarrollo de la investigación y sobre todo por su valiosa amistad.

Al Ing. Agr. David Mendieta y Lcda. María José Hernández por las enseñanzas y amistad brindada durante el desarrollo de mi ejercicio profesional supervisado.

Mi supervisor, MSc. Ernesto Yac por su apoyo, amistad y dedicación en mi etapa de ejercicio profesional supervisado.

Guardabosque, Juan Manuel Alvarado Ramírez, y a toda persona que desempeña un papel en la protección de los recursos naturales, incluidos los animales y las plantas silvestres.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
RESUMEN	VIII
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO, DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES BIOFÍSICAS DEL VALLE DEL RÍO MOTAGUA, EN LOS DEPARTAMENTOS DE EL PROGRESO, ZACAPA Y CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1 Características socioeconómicas del Valle del río Motagua en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula.....	4
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 General.....	14
1.3.2 Específicos	14
1.4 METODOLOGÍA	15
1.4.1 Gabinete	15
1.4.2 Recopilación de información primaria.....	15
1.4.3 Análisis de la información	16
1.5 RESULTADOS.....	17
1.5.1 Características biofísicas del Valle del río Motagua	17
1.1.1 Diversidad.....	22
1.1.2 Índices climáticos.....	24
1.5.2 Principales problemáticas dentro de los sistemas naturales y agroforestales	26
1.6 CONCLUSIONES.....	29
1.7 BIBLIOGRAFÍA	31

TÍTULO	PÁGINA
CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN, ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERIA EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.	35
2.1 PRESENTACIÓN.....	37
2.2 MARCO CONCEPTUAL	39
2.2.1 Geobotánica	39
2.2.2 Fitosociología	39
2.2.3 Sinecosistema	40
2.2.4 Distribución de las poblaciones	43
2.2.5 Análisis florístico.....	44
2.2.6 Método fitosociológico.....	48
2.2.7 Índices de diversidad.....	50
2.2.8 Género Bursera.....	51
2.3 MARCO REFERENCIAL	59
2.3.1 Ubicación del área de estudio	59
2.3.2 Aspectos biofísicos de Cabañas	60
2.3.3 Impacto antrópico en la región	61
2.3.4 Aspectos socioeconómicos y culturales	62
2.3.5 Ficha técnica del área protegida	63
2.3.6 Estudios realizados en la región sobre vegetación o estudios florísticos	65
2.4 OBJETIVOS.....	66
2.4.1 Objetivo general	66
2.4.2 Objetivos específicos	66
2.5 METODOLOGÍA	67

TÍTULO	PÁGINA
2.5.1 Descripción de las comunidades vegetales y flora asociada al género Bursera	67
2.5.2 Determinación de la distribución del género Bursera	71
2.5.3 Método para desarrollar la diagnosis bioclimática	72
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
2.6.1 Descripción de las comunidades vegetales y flora asociada al género Bursera	74
2.6.2 Distribución del género Bursera dentro del parque.....	82
2.6.3 Diagnósis bioclimática del Parque Regional Municipal Niño Dormido	91
2.7 CONCLUSIONES.....	99
2.8 RECOMENDACIONES	101
2.9 BIBLIOGRAFÍA	102
2.10 ANEXOS	109
CAPÍTULO III: SERVICIOS TÉCNICOS REALIZADOS EN EL PROYECTO “MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA”, DESARROLLADO EN LOS DEPARTAMENTOS DE EL PROGRESO, ZACAPA Y CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.....	117
3.1 PRESENTACIÓN.....	119
3.2 SERVICIO 1: ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO, EN LOS DEPARTAMENTOS DE EL PROGRESO Y ZACAPA.....	120
3.2.1 Objetivos.....	120
3.2.2 Metodología	121
3.2.3 Resultados.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de los municipios, Valle del río Motagua.....	4
Figura 2. Gráfica de distribución porcentual, habitantes por departamentos.	7
Figura 3. Mapa de cobertura, Valle del río Motagua (INAB 2012).	18
Figura 4. Mapa de cobertura, Valle del río Motagua.	24
Figura 5. Árbol de problemas dentro del Valle del río Motagua.	28
Figura 6. Mapa ubicación del área de estudio.	59
Figura 7. Perfil de vegetación en base al levantamiento de inventarios.	75
Figura 8. Especies por familia, representadas en porcentajes.....	78
Figura 9. Resumen de las especies por presencia en porcentaje.....	79
Figura 10. Dendrograma para relacionar especies.	83
Figura 11. Dendrograma para relacionar parcelas.....	84
Figura 12. Perfil de Vegetación, primer gran grupo del análisis clúster de parcelas.....	86
Figura 13. Perfil de Vegetación, segundo gran grupo del análisis clúster de parcelas.	87
Figura 14. Correlación de las variables ambientales (CCA).....	89
Figura 15. CCA entre las variables ambientales y las especies.....	90
Figura 16. Diagrama ombrotérmico de la parte baja del parque.	91
Figura 17. Diagrama ombrotérmico de la parte alta del parque.	92
Figura 18. Mapa horizontes ómbricos (Io).....	93
Figura 19. Resumen de los índices y la diagnosis bioclimática.	94
Figura 20. Mapa de horizontes termotípicos (It).....	95
Figura 21. Mapa de los Bioclimas.	97
Figura 22A. Mapa con la ubicación de las unidades de muestreo.	113

FIGURA	PÁGINA
Figura 23A. Trabajo de campo para el levantamiento de parcelas.	115
Figura 24. Bolsas de colecta utilizadas durante el levantamiento de parcelas.....	125
Figura 25. Colectas dentro la reserva para la conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa.	125
Figura 26. Colectas dentro en el parque regional municipal El Astillero Lo de China, El Júcaro, Zacapa.....	126
Figura 27. Prensado improvisado para preservar muestras suculentas.....	126
Figura 28. Libreta de campo y toma de fotos de flores.	127
Figura 29. Levantamiento de parcelas en la finca el Chilar, Sanarate, El Progreso.....	127
Figura 30. Levantamiento de parcelas en la reserva para la conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa.....	128
Figura 31. Coordinador del proyecto en la finca el Chilar, Sanarate, El Progreso.....	128
Figura 32. Secado improvisado para preservar muestras suculentas.....	129
Figura 33. Materiales para el secado de especímenes.	129
Figura 34. Cuidados durante el secado de los especímenes.	130
Figura 35. Prensas botánicas utilizadas para transportar los especímenes.....	130
Figura 36. Vista desde el microscopio de una flor, familia Malvaceae..	131
Figura 37. Herbario Prof. Ernesto Carrillo, AGUAT, FAUSAC.....	131
Figura 38. Reunión de la comitiva para evaluación de los avances dentro del proyecto.	140
Figura 39. Participación de la comitiva en los avances dentro del proyecto.	140

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Municipios del El Progreso, ubicados dentro del Valle del río Motagua.	5
Cuadro 2. Municipios de Zacapa, ubicados dentro del Valle del río Motagua.	6
Cuadro 3. Municipios de Chiquimula, ubicados dentro del Valle del río Motagua.	6
Cuadro 4. Modelos Silvopastoriles en el corredor seco, Valle del río Motagua.	9
Cuadro 5. Producción de granos básicos en el Valle del río Motagua.	10
Cuadro 6. Producción de cultivos varios en el Valle del río Motagua.	11
Cuadro 7. Consumo anual de agua para uso industrial por departamento.	13
Cuadro 8. Cobertura dentro del Valle del río Motagua, según metodología INAB.	17
Cuadro 9. Índices de diversidad para alfa, beta y gama.	50
Cuadro 10. Comparativa entre <i>B. bipinnata</i> , <i>B. diversifolia</i> , <i>B. excelsa</i> , <i>B. graveolens</i>	52
Cuadro 11. Comparativa entre <i>B. permollis</i> , <i>B. schlechtendalii</i> , <i>B. steyermarkii</i> , <i>B. simaruba</i>	55
Cuadro 12. Estudios realizados dentro del Valle del río Motagua, Guatemala.	65
Cuadro 13. Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet.	69
Cuadro 14. Riqueza de grupos taxonómicos de la flora.	76
Cuadro 15. Resultado del número de especies por familia.	77
Cuadro 16. Índice de diversidad de los muestreos.	82
Cuadro 17. Índice de las variables ambientales (VA) para cada parcela.	88
Cuadro 18A. Boleta de campo utilizada durante el levantamiento de parcelas.	109
Cuadro 19A. Listado de especies durante el levantamiento de parcelas.	110
Cuadro 20A. Índices de las especies arbóreas según el método fitosociológico.	111
Cuadro 21A. Índices de las especies arbustivas según el método fitosociológico.	112
Cuadro 22. Numero de inventarios realizados durante la etapa de EPS.	124

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 23. Especies determinadas durante la etapa de EPS.	132
Cuadro 24. Boleta de campo de la parcela 1, Finca el Chilar.	135
Cuadro 25. Boleta de campo de la parcela 2, Finca el Chilar.	136
Cuadro 26. Boleta de campo de la parcela 1, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.....	137
Cuadro 27. Boleta de campo de la parcela 8, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.....	138
Cuadro 28. Boleta de campo de la parcela 20, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.....	139

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERIA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO “MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA”.

1 RESUMEN

En el presente documento se encuentra integrado el diagnóstico, investigación y servicios realizados como elementos del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA) durante los meses de agosto 2019 a mayo 2020.

El diagnóstico se realizó enfocado en las características socioeconómicas, siendo una ratificación del entorno social, cultural y laboral del área, enriquecido por medio de investigaciones y validación de referencias; además, cuenta con una parte biofísica, que permitió conocer los elementos bióticos, abióticos y fisiográficos que se interrelacionan dentro del bosque seco en los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula. Por lo tanto, el diagnóstico, establece la orientación de la investigación, así mismo, ubicar las oportunidades para realizar muestreos de bosque potencial de la zona y el lugar para la prueba piloto del levantamiento de encuestas.

La investigación fue una aproximación al conocimiento del género *Bursera* dentro del ecosistema del bosque seco, con otras especies dentro de las comunidades en las que se desarrolla, con un estudio en un área mínima como el Parque Regional Municipal Niño Dormido, donde se desarrolló la relación existente con las características bioclimáticas presentes en el Valle del río Motagua por medio del método Bioclimatic de Rivas Martínez, generando información acerca del desarrollo dentro de su hábitat para el análisis de las comunidades vegetales gracias al método fitosociológico.

El servicio que se realizó, fue apoyando las metas que se querían alcanzar dentro del proyecto “Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos del cambio climático: mejora de la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales en el corredor seco de Guatemala”. Siendo el servicio, la asistencia técnica dentro de las actividades de campo, para el levantamiento de parcelas y la flora dentro del bosque seco, organizar la información recopilada en campo, durante las actividades de coleta y herborización de los especímenes de campo, y servir de enlace con la unidad académica (FAUSAC).

Cada uno de los elementos, se detallan en el mismo orden dentro de los siguientes capítulos, en los cuales se abarcan los objetivos y resultados alcanzados.



CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO, DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES BIOFÍSICAS DEL VALLE DEL RÍO MOTAGUA, EN LOS DEPARTAMENTOS DE EL PROGRESO, ZACAPA Y CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

La región del Valle del río Motagua, es un área de importancia trascendental por la singularidad de su vegetación, su clima marcadamente pluviestacional y una relativa baja precipitación, derivada de un fenómeno orográfico de sombra de lluvia provocado por la presencia de altas montañas como la Sierra de las Minas que se ubica al norte y la Sierra Madre y Montañas del Merendón al sur; las cuales actúan como barrera de la humedad proveniente del océano Atlántico y Pacífico, provocando un clima cálido y seco. Además de su endemismo, esta región es crucial para la obtención de alimento y la migración de especies residentes del área (Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera 2018).

La elaboración del diagnóstico está enfocado en las características socioeconómicas, es la corroboración de la forma de vida, las referencias laborales del lugar, estableciendo el entorno social, cultural y laboral de una persona, enriquecido por medio de investigaciones y validación de referencias; contando además con una parte biofísica del Valle del río Motagua. Ello permitió conocer los elementos bióticos, abióticos y fisiográficos que se interrelacionan dentro del bosque seco en los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula.

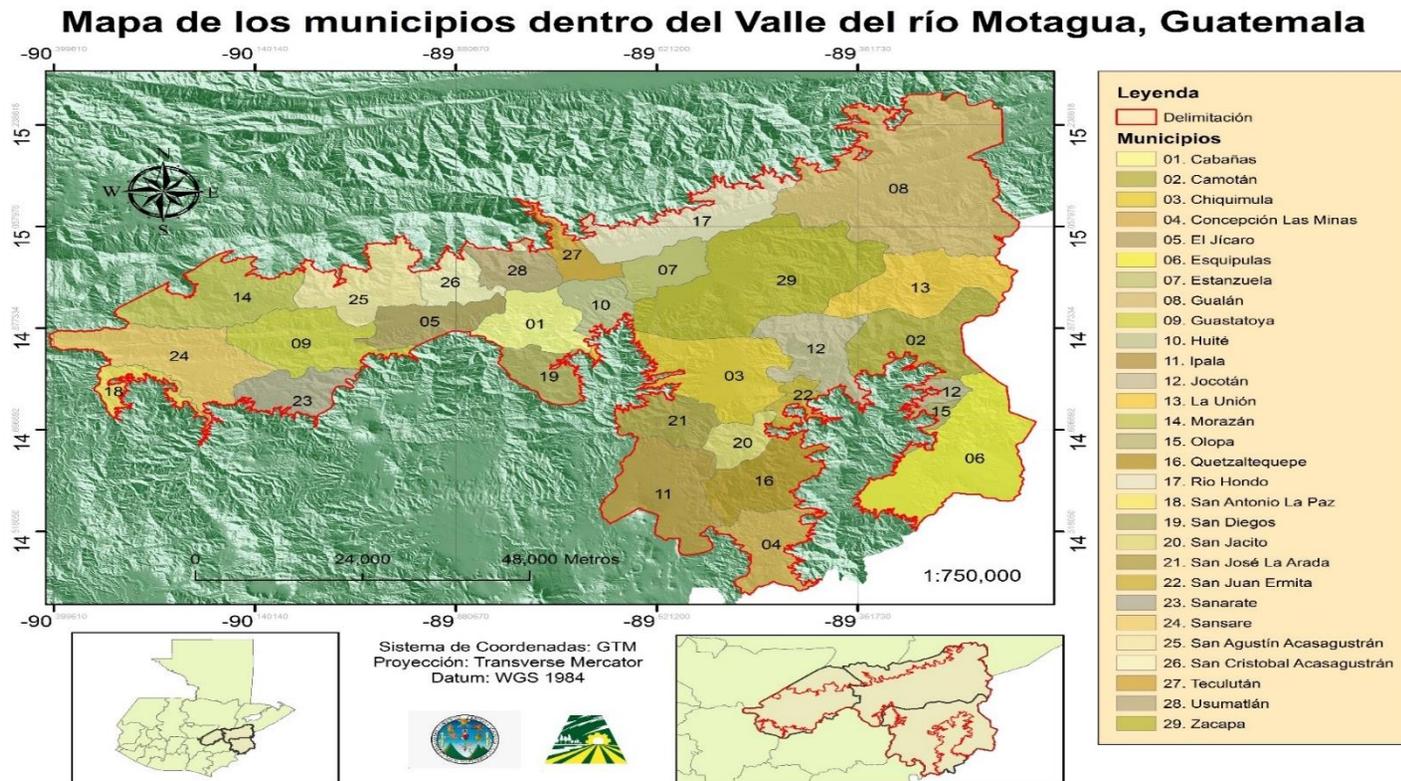
El desarrollo de la ganadería y el avance de la frontera agrícola dentro de las praderas y tierras llanas dentro del Valle del río Motagua, dan como resultado, un efecto marcado en el deterioro ambiental del ecosistema del bosque espinoso, en los departamentos de El Progreso con 8,342 ha, Zacapa 12,188 ha y en Chiquimula 14,388; siendo entre los tres departamentos una pérdida del 6.19 % de la cobertura forestal durante el período de 1991/93 – 2001 de 12,188 ha, equivalente a 2.16 % de la cobertura forestal, según los registros obtenidos (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

Por lo tanto, el presente diagnóstico, establece con detalle la orientación de la investigación, determinando el municipio en que se realizaría la investigación; así mismo, ubicar las oportunidades para realizar muestreos de bosque potencial de la zona y el lugar para la prueba piloto del levantamiento de encuestas; como un apoyo a los objetivos enmarcados dentro del proyecto “Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos del cambio climático: Mejora de la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales en el corredor seco de Guatemala”.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Características socioeconómicas del Valle del río Motagua en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula

El DIAGNÓSTICO se realizó en el Valle del río Motagua, Guatemala (figura 1).



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 1. Mapa de los municipios, Valle del río Motagua.

A. Demografía

El corredor seco de Guatemala, cuenta con 62 municipios de los cuales el 75.61 % están en vulnerabilidad y riesgo por desnutrición crónica; sin embargo, dentro de la figura 1, se puede observar la zona de estudio, el Valle del río Motagua, donde se encuentran ubicados los departamentos: El Progreso con 8 municipios, Zacapa con 10 municipios y Chiquimula con 11 municipios; un total de 29 municipios con una extensión total de 5,149.24 km² (Polanco Duran 2016).

a. El Progreso

El Progreso siendo su cabecera municipal Guastatoya y con una extensión territorial de 1,922 km², es considerado como uno de los departamentos más calurosos y secos del país; y en los meses de mayo a octubre la lluvia es mínima. Según estudio por el Instituto Nacional de Estadística en 2006, El Progreso posee una población del 41.8 % en pobreza y un 8.1 % considerados en pobreza extrema (Polanco Duran 2016).

Cuadro 1. Municipios del El Progreso, ubicados dentro del Valle del río Motagua.

Municipio	Población		Área	
	2002	2018	(ha)	(km ²)
Sanarate	33,025	39,444	10,737.71	107.38
San Antonio La Paz	15,151	20,957	5,284.47	52.84
Sansare	10,721	13,154	24,878.41	248.78
Guastatoya	15,642	24,821	19,871.67	198.72
El Júcaro	8,774	13,128	11,437.92	114.38
San Cristóbal Acasaguastlán	4,898	7,199	8,424.46	84.24
Morazán	10,874	12,164	22,004.47	220.04
San Agustín Acasaguastlán	26,739	45,765	17,783.47	177.83
TOTAL	125,824	176,632	120,423	1,204

Fuente: elaboración propia con información del CENSO INE 2018.

b. Zacapa

El departamento se encuentra ubicado en la región nororiente del país, con una extensión territorial de 2,690 km², siendo su cabecera municipal Zacapa. Según estudios por el Instituto Nacional de Estadística en 2006, Zacapa posee una población del 53.9% en pobreza y un 18.9% considerados en pobreza extrema (Polanco Duran 2016).

Cuadro 2. Municipios de Zacapa, ubicados dentro del Valle del río Motagua.

Municipio	Población		Área	
	2002	2018	(ha)	(km ²)
San Diego	5,825	7,235	8,643.74	86.44
Cabañas	11,211	13,641	13,608.12	136.08
Huite	8,835	11,470	8,079.44	80.79
La Unión	23,705	33,572	21,388.79	213.89
Estanzuela	10,210	9,797	9,199.79	92
Usumatlán	9,326	12,232	8,814.54	88.15
Zacapa	59,089	60,424	50,461.81	504.62
Teculután	14,428	17,602	6,909.64	69.1
Rio Hondo	17,667	21,434	21,178.48	211.78
Gualán	39,871	45,663	69,736.61	697.37
TOTAL	200,167	233,070	218,021	2,180

Fuente: elaboración propia con información del CENSO INE 2018.

c. Chiquimula

Chiquimula, es considerado un departamento montañoso, por presentar en su interior un brazo de la cordillera central (conocida como la Sierra del Merendón) proveniente de Jalapa, la cual ayuda a la limitación entre Honduras y el país. Cuenta con una extensión territorial de 2,376 km², siendo su cabecera municipal Chiquimula. Según estudios por el Instituto Nacional de Estadística en 2006, Chiquimula posee una población del 59.5 % en pobreza y un 27.7 % considerados en pobreza extrema (Polanco Duran 2016).

Cuadro 3. Municipios de Chiquimula, ubicados dentro del Valle del río Motagua.

Municipio	Población		Área	
	2002	2018	(ha)	(km ²)
Concepción Las Minas	9,743	11,693	13,381.06	133.81
Ipala	15,964	22,413	22,912.51	229.13
Quetzaltepeque	19,768	28,075	16,667.88	166.68
San Jacinto	8,455	12,619	6,846.16	68.46
Olopa	13,383	27,511	2,090.75	20.91
San José La Arada	6,117	8,756	10,599.36	105.99
San Juan Ermita	9,415	16,418	4,264.88	42.65
Esquipulas	32,815	53,556	35,135.97	351.36
Chiquimula	65,099	111,505	24,974.31	249.74
Jocotán	30,868	66,379	19,104.71	191.05
Camotán	27,044	56,138	20,502.92	205.03
TOTAL	238,671	415,063	176,481	1,765

Fuente: elaboración propia con información del CENSO INE 2018.

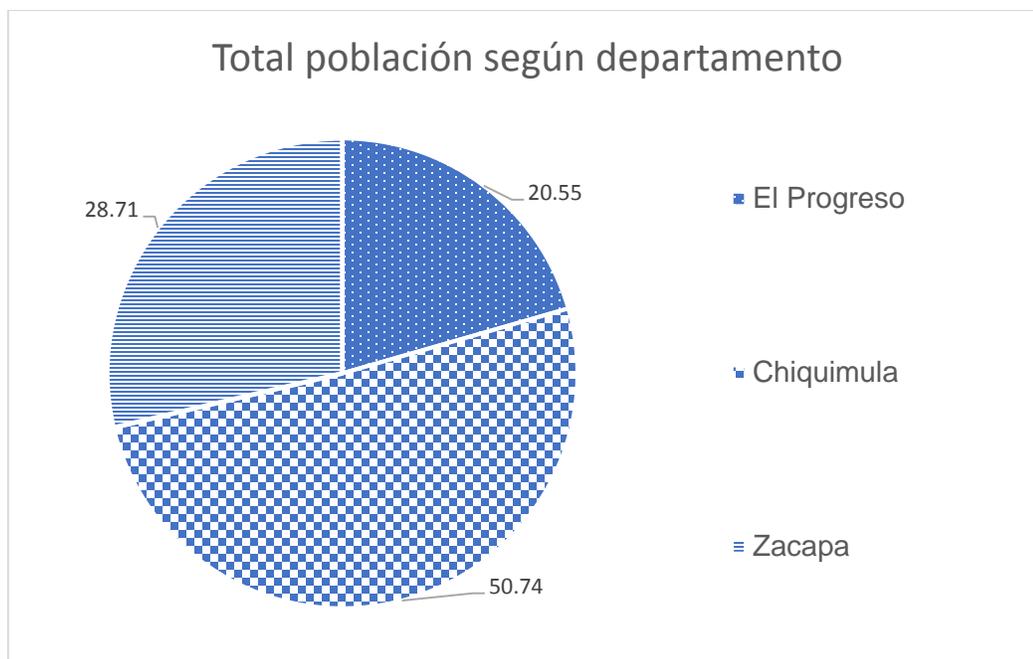


Figura 2. Gráfica de distribución porcentual, habitantes por departamentos.

La figura 2, representa los porcentajes por poblado que conforman los 3 departamentos, siendo el departamento de Chiquimula el más poblado con la mayor cantidad de habitantes para el 2020, con un 50.74%, seguido del departamento de Zacapa con un 28.71 % y El Progreso con menor porcentaje de habitantes con 20.55 %.

B. Economía

La economía dentro del valle del río Motagua, se basa en la producción de maíz, frijol, arroz maní, maicillo, café, caña de azúcar, papas, cacao, frutas de clima cálido, trabajo y banano; por parte de Chiquimula destaca la producción de arroz, tabaco y grandes fincas ganaderas (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017).

Parte de la población inicia su economía familiar en base a cooperativas, bancos y otro negocio regional como producción de vidrio, cemento, minería como plata, cobre, hierro, mármol y piedras calcáreas; y empleos en agro industrias, como madera, tejidos de algodón (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017). Cuentan como una economía familiar basada en remesas, debido a la migración a países extranjeros, principalmente a Estados Unidos; por parte de personas en poblados rurales, buscando mejorar el nivel de vida de sus familiares.

a. Tipos de trabajo (distribución de ingresos)

Por el desarrollo de zonas industriales en el lugar, se tenía mano de obra de otros departamentos, las cuales han ido transformándose en modernas empresas comerciales que con comercialización nacional y extranjera como Coca Cola, Cementos Progreso, Cervecería BRAVA, entre otros (Valenzuela de Pisano 2012).

Se tienen datos que productores de Chiquimula migran para la cosecha de la caña de azúcar cerca de la costa del Pacífico y otra parte migra a El Salvador para mano de obra barata (Zee Arias, Amparo van der; der Zee, Jaap van; Meyrat, Alain; Poveda, Carlos; Picado 2012).

Del lado de Zacapa, destaca la producción de quesadillas, dulces de toronja y mazapán; cuenta con una industria minera basadas en mármol, hierro, poco de oro y cromo en cantidades apreciables, por ser tierras no aptas para la producción agrícola. Pequeña parte de la población se encarga de producir cerámicas, cuero, jarcia, para el comercio dentro del país, exportados a los mercados de la Terminal, Mercado Central y el Centro Comercial Pradera (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017).

C. Agricultura

Según estudios realizados en el año 2010 Guatemala contaba con una cobertura del Bosque de 33.8 % y de otras tierras forestales de 2.2 % en las cuales incluyen áreas boscosas para la producción de bienes y servicios ya sean forestales o ambientales, presentaba cultivos mixtos con un 25.8 % sobre la cobertura nacional, contenía una zona por vegetación arbustiva clasificada como matorrales con un 16.4 % (DIGEGR (Dirección de Información Geográfica Estrategia y Gestión de Riesgos 2015).

En los departamentos de Zacapa con 7,320 ha, El Progreso 7,695 ha y Chiquimula con 13,485 ha, presentaron el 14.56 % de la cobertura de bosques de coníferas a nivel nacional. Determinaron que el departamento de Chiquimula ocupaba el 1.94 % de bosque mixto, el cual ha sufrido los mayores números de pérdida de cobertura antecedido por Petén y Quiché (Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera 2018).

Durante los años 1982, 1986, 1997, 2001, 2002, 2006, 2009, 2012 y 2014 (relacionado con el fenómeno de El Niño) se presentaron eventos de sequía que afectaron fuertemente a la agricultura del país; sin embargo, en el año 2016 por medio de una estimación preliminar de daños a los cultivos de granos básicos realizado por la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2016), la pérdida fue de 37,309 hectáreas de cultivos donde se demostró que El Progreso, Zacapa y Chiquimula fueron los departamentos con 123,201

familias afectadas por las condiciones del Niño en ese año, aumentando la inseguridad alimentaria de las familias de pequeños agricultores del Corredor Seco (SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional) 2016).

a. Modelos de agricultura

Según la caracterización de Osman Polanco (2016) como se puede observar en el cuadro 4, dentro del corredor seco de Guatemala en el servicio de agua, se ubica Zacapa, la cual presenta la mayor producción ganadera siendo un área dentro de bosques, matorrales y pastos.

Cuadro 4. Modelos Silvopastoriles en el corredor seco, Valle del río Motagua.

Departamento	Número de fincas	Hectáreas	Tipo de Ganado
Zacapa	1781	20,699	avícola, bovino, porcino y caprino
El Progreso	1773	3,342	avícola, bovino y porcino
Chiquimula	1,798	2,757	vacuno

Fuente: elaboración propia en base a los datos recolectados por Osman Polanco 2016.

La venta de ganado se da al menor, en las afueras de donde se produce, la labor de crianza y en los estratos con fincas familiares o multifamiliares, para la producción de carne o productos secundarios, como huevos, leche, queso crema para consumo local o mercados municipales. Según reportes en el periodo 2016 la producción de leche sin procesar fue de 21, 184,840 lt. (Polanco Duran 2016).

En cuanto al ganado porcino, su producción se basa popularmente en obtención de carne para consumo local, y se desarrolla en micro fincas desarrolladas alrededor de los valles. Lo importante es que no se necesita una extensión amplia para su producción a diferencia del ganado vacuno que son necesarias áreas extensas para su pastoreo (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017).

Se presenta el inicio de una producción en desarrollo por el valle del río Motagua, con la producción de peces y camarones; de la cual no se tiene hasta el momento un control en su producción, iniciando a presentar problemas de las granjas ya que contaminan el agua superficial y los estuarios costero, con la sal de las piscinas, el desperdicio orgánico y los químicos y antibióticos utilizados en su desarrollo acuícola (MARN (Ministerio Ambiente y Recursos Naturales) 2016).

b. Principales cultivos

Al ser la agricultura la actividad que genera la mayor parte del producto bruto del valle del río Motagua y áreas aledañas a su extensión territorial. Los principales productos cultivados son: el maíz, frijol, tabaco, tomate, melón, sandía, chile pimiento y otros como la caña de azúcar. Presente en el cuadro 5, la producción en quintales de los principales granos básicos que han sido y siguen siendo la base alimenticia de la población (Roldán Sosa de Robles 2006).

Cuadro 5. Producción de granos básicos en el Valle del río Motagua.

Producción (qq)	Frijol Negro	Frijol blanco y rojo	Arroz	Maíz amarillo	Maíz blanco
El Progreso	95,641	1,405	2,921	10,557	216,511
Zacapa	223,717	757	21,073	12,619	373,026
Chiquimula	52,535	0	433	11,335	672,813

Fuente: elaboración propia en base a los datos recolectados por Osman Polanco 2016.

- **Maíz:** es uno de los más cultivados del valle del río Motagua, por ser un cultivo que se adapta a diferentes condiciones climáticas, aunque muy poco se traslada al mercado, porque lo siembran para uso doméstico.
- **Frijol:** este, al igual que el maíz se utiliza para autoconsumo, pero en su mayoría, se comercializa en los mercados locales.
- **Tabaco:** es de la región oriental, adaptado por el suelo y el clima adecuados para su desarrollo. Se produce en suelos arcillosos o franco arenosos de la región del valle, además las condiciones topográficas y las labores de mecanización ayudan en la obtención de una buena producción.

La producción de granos básicos dentro del valle del río Motagua se utiliza para la subsistencia y la producción de pan y quesadillas, se utiliza para el intercambio entre los mercados locales y mercados circunvecinos. El arroz producido en el Valle representa más del 10 % de lo producido a nivel nacional (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017).

En el cuadro 6, se presenta los conocidos regadíos, como la extracción de frutos como zapote, chico, mamey, pacaya. En su mayor los cultivos de yuca, tomate, loroco, limón, aguacate, papa, mango, uva verde, mandarina y banano son para consumo local o familiar

y presentan un pequeño porcentaje para el intercambio de productos a departamentos vecinos.

Sin embargo, se cultiva variedad de frutas que se exportan al extranjero o se venden a los turistas y transeúntes que viajan por la ruta al Atlántico, también en la aldea Santa Cruz (Roldán Sosa de Robles 2006).

Cuadro 6. Producción de cultivos varios en el Valle del río Motagua.

Producción (qq)	Tomate	Melón	Papa	Pepino	Repollo	Sandía	Zanahoria
El Progreso	108,408	10,478	4,543	52,336	165	29,363	0
Zacapa	121,623	2,541,288	0	20,049	1,320	176,048	7
Chiquimula	200,571	0	14	4,804	1,625	6,627	177

Fuente: elaboración propia en base a los datos recolectados por Osman Polanco 2016.

- **Tomate:** generalmente se destina para consumo familiar y para la agroindustria, es muy susceptible al ataque de plagas y enfermedades, también a daños por condiciones atmosféricas, algo importante es que no existe control en época de siembra, lo que provoca que el precio sufre constantes variaciones en el año (Roldán Sosa de Robles 2006).
- **Melón:** cultivo que se viene sembrando desde el año 1978 y con los años cobra mayor importancia. Además, es un producto de exportación y se traslada a Estados Unidos y Europa. Se cultiva melón blanco y rosado.
- **Sandía:** otro producto de exportación, es reducido debido a los requisitos de mercado y por el riesgo que corren los agricultores, porque es un cultivo atacado por muchas plagas (Roldán Sosa de Robles 2006).
- **Chile pimiento:** constituye una buena alternativa para los agricultores, pero es muy sensible al ataque de enfermedades y plagas, lo que exige una fuerte inversión en insumos y produce alternativas en su precio.
- **Café:** se produce en clima templado y frío. Se produce especialmente en la aldea de Santa Rosalía Mármol (Roldán Sosa de Robles 2006).
- **Caña de azúcar:** se cultiva para la elaboración de dulce panela (negra y blanca), miel, melaza, melcocha, batidos y otros derivados.

D. Uso del agua

El río Motagua, considerado como el río más largo del país, tiene una longitud de 486.55 km, proveniente de la vertiente del Atlántico, presenta pendientes más suaves, con caudales menos bruscos, en las partes altas recorre barrancos, presenta crecidas durante la época de invierno caudales de 3500 mm/anuales y en época de verano caudales de 500 mm/anuales, por lo que se vuelve susceptible a la erosión en un 56 % de su superficie total (DIGI (Dirección General de Investigación) 2009).

Según estudios realizados en 2009, demuestran que el río Motagua, presenta una de las cuencas más grandes de Guatemala con un área de 12,719 km², con 563 microcuencas. Presenta una recarga hídrica potencial anual de 55,000 m³/km², en cuanto al uso diario para consumo humano la cual está en 10.08 m³/día/km² por cada 95 habitantes/km² (DIGI (Dirección General de Investigación) 2009).

El municipio de Zacapa es una de las partes más importantes de la cuenca del río Motagua, en donde el río Grande considerado como un río corto del sur de Guatemala con 87 km de largo, y una superficie de 2,462 km², desemboca directamente al río Motagua, alimentado a su vez por los ríos Punilá, Jumuzna y el Riachuelo y las quebradas de San Juan y EL Jute (Polanco Duran 2016).

a. Demanda de agua

Según los datos obtenidos por el IARNA-URL (2006) (cuadro 7), el crecimiento demográfico y la urbanización implican la demanda de servicios relacionados con el recurso agua. Dentro del corredor seco se cuenta con la cuenca del río Motagua la cual sirve para el suministro de agua dentro de los 3 departamentos, siendo Chiquimula el de mayor consumo de agua.

Según el cuadro 7, el mayor consumo anual de agua se cuenta en el uso industrial de embotelladoras y de alimentos, ya que dichos departamentos cuentan hasta el día de hoy, con industrias como Cementos Progreso, Fundación Licorera, empresas exportadoras y productoras de melón, café, papel; entre otros (FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala) 2012).

Cuadro 7. Consumo anual de agua para uso industrial por departamento.

Tipo de Industria	Agroindustrial	Embotelladoras de alimentos	Textiles	Otras Empresas	Consumo anual
Departamento	Consumo (m³)				
El Progreso	328,535	3,244,432	80,062	993,103	4,646,132
Zacapa	657,071	6,902,695	213,498	2,112,878	9,886,142
Chiquimula	525,657	11,454,832		3,506,263	15,486,752
TOTAL	1,511,263	21,601,959	293,560	6,612,244	30,019,026

Fuente: elaboración propia en base a los datos del Perfil Ambiental de Guatemala 2006.

El río Motagua cuenta con altos niveles de turbidez entre 1,200 y 1,500 UNT (Unidades Nefelométricas de turbiedad), altos niveles de contaminación 10,000 veces mayor que el permisible para ser agua apta para consumo humano, entre las variables químicas los niveles de Cianuro se reportó en el 2001 y 2002 con valores mayores al 25 % permisible, el Manganeso siendo una sustancia no deseada para el agua potable alcanzando 0.170 mg/l el doble a lo permitido.

Por otra parte el río Motagua cuenta con sustancias como calcio, cloro, cobre, magnesio, sulfatos, zinc, fluoruro, hierro debajo de los límites establecidos en las normas COGUANOR para que el agua pueda ser de consumo humano (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Describir la situación actual dentro del Valle del Motagua en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, Guatemala.

1.3.2 Específicos

1. Definir características biofísicas del Valle del Motagua de los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula.
2. Identificar las principales problemáticas dentro de los sistemas naturales y agroforestales ubicados dentro del Valle del Motagua

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Gabinete

Por medio de una recopilación de información de fuentes secundarias, como investigaciones, tesis, estudios previamente realizados en el área por parte de la USAC, IARNA, MAGA, PNDU, entre otros; se obtuvieron datos para establecer la parte socioeconómica del área de estudio, como demografía, economía, y principales cultivos del área.

En investigaciones, tesis, estudios previamente realizados en el área por parte de la USAC, IARNA, MAGA, CONAP, INAB, WWF, Plan Maestro de la Sierra de las Minas, entre otros; se realizó la compilación de información para establecer la parte biofísica del área.

Haciendo uso del software QGis en versión gratuita para estudiantes, se llevó a cabo la elaboración de un mapa para detallar de mejor manera las características socioeconómicas y biofísicas del lugar y la cobertura de bosques en los municipios ubicados dentro del Valle del río Motagua.

1.4.2 Recopilación de información primaria

Se realizó el reconocimiento del área de trabajo por medio del mapa base y hojas cartográficas, ubicando sus vías de acceso, puntos clave para la recolección de información y programando los sitios de visita; así como sus puntos clave, detallando la información primaria que se recaba, por medio de diálogos con los pobladores.

Por medio de visitas programadas a los lugares establecidos en la fase de gabinete se tomó datos sobre la actividad agrícola, ganadera y forestal que se lleva a cabo en el área de estudio.

A partir de la autorización por parte de la municipalidad, se recopiló información sobre el manejo que se le da a los sistemas agrícolas (huertos, unidades de producción, regadíos, etc.) y ganadería (vacuno, bovino, avícola) del lugar, a partir de una serie de preguntas claves, previamente formuladas en gabinete y como parte del proyecto.

Por medio de las encuestas se realizó la toma de datos socioeconómicos específicos del área de estudio, tomando los poblados dentro de los municipios ubicados dentro del valle del Motagua (Sanarate en El Progreso; Rio Hondo, Teculután, Usumatlán, Cabañas en Zacapa).

1.4.3 Análisis de la información

Una caracterización del área de estudio donde se contenga lo más relevante en cuanto a las características socioeconómicas, centrándose en los modelos naturales y los sistemas agroforestales, que se desarrollan en el valle del Motagua, así como sus deficiencias, dentro de los parámetros dados por el proyecto.

Se realizó la definición de las características biofísicas claves sobre el área de estudio, como temperatura, precipitación, elevaciones, suelos, entre otros; para comprender el desarrollo de la vegetación dentro de los bases del proyecto.

Por medio de las características socioeconómicas y biofísicas recopiladas en la información secundaria, se realizó el análisis de las problemáticas del área a partir de un árbol de problemas.

Se realizó una descripción de los problemas que están presentes en el desarrollo del proyecto; dando como justificación la pérdida de la vegetación y la falta de importancia sobre la biodiversidad presente en el Valle del río Motagua, para la realización de la investigación; así mismo, se encuentra entre los objetivos del proyecto. Sin embargo, los servicios que el proyecto requería apoyo, era el levantamiento de parcelas y determinación de especímenes al grado de especie, principalmente, por lo tanto no tienen un sustento clave dentro del diagnóstico.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Características biofísicas del Valle del río Motagua

A. Cobertura

En el año 1999, se creó el Fondo de Tierras, por medio del Decreto 24-99, el cual es el ente encargado de las acciones de regulación y otorgamiento de créditos para la compra de tierras, siendo el segundo aspecto que realiza un mecanismo de acceso a la tierra en Guatemala; en el cual dentro del periodo 2001 a 2005 presentó a 12,557 familias beneficiadas humano (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

Por medio de la metodología realizada por el INAB en el 2012, se pudo obtener la cobertura vegetal que presentó el valle del río Motagua para el año 2012, en el cual en el cuadro 8, se puede ver que los pastos naturales conocidos como charral o matorral, con un área de 31,324.26 ha dentro del Valle con un 9.26 %, sin embargo, existe un porcentaje de 8.64 %, en bosque de latifoliadas ubicadas entre los 500 a los 850 m s.n.m.

Se considera un bosque de coníferas en un 8.66 %, ya que es resultado de las reforestaciones realizadas en el lugar por trabajadores de la Fundación Defensores de la Naturaleza, los cuales lograron sobrevivir por las distintas fluctuaciones de temperatura y precipitaciones que existen más arriba del valle del Motagua, lo cual se considera como una transición para el bosque nuboso que se encuentra a los 2,000 m s.n.m.

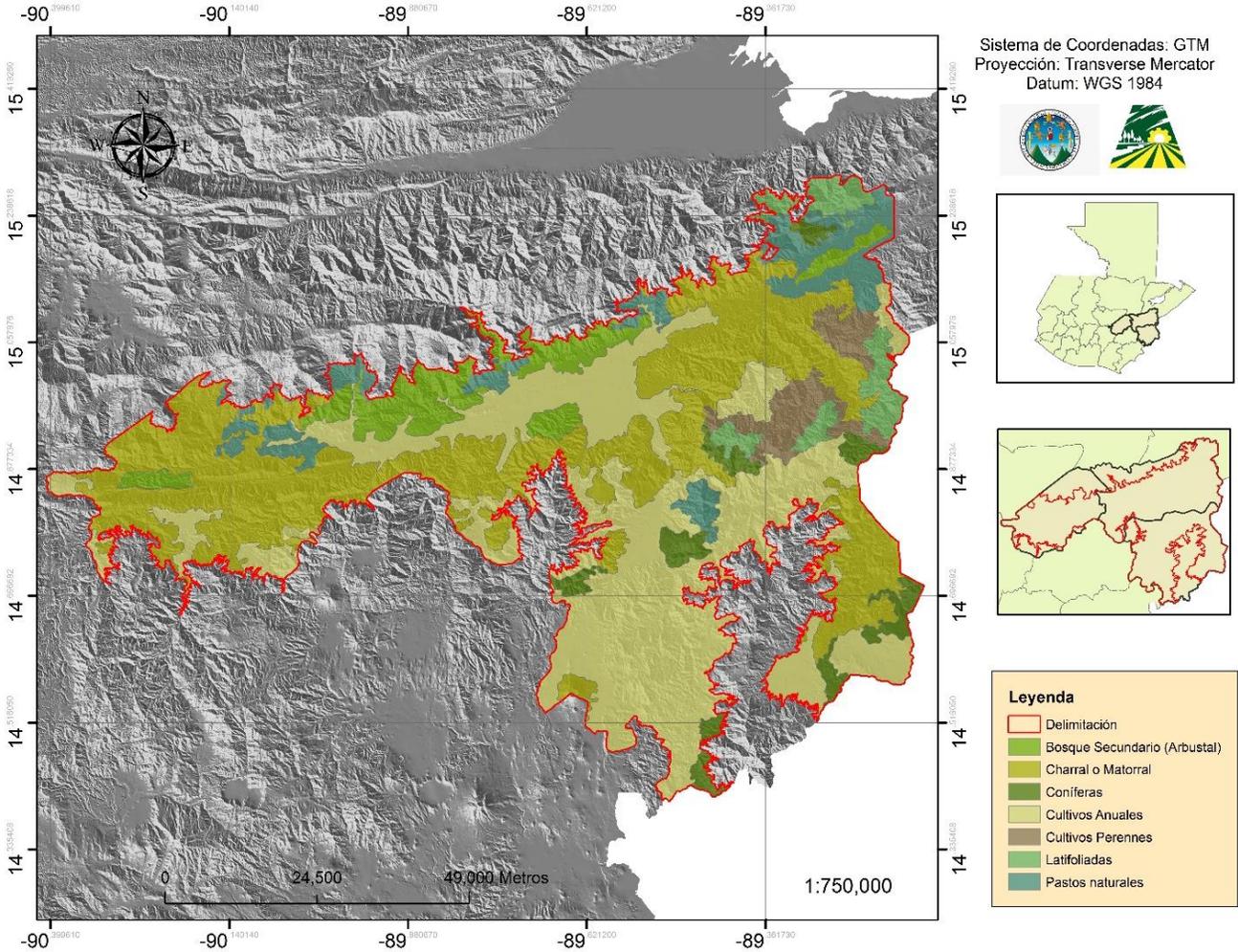
Cuadro 8. Cobertura dentro del Valle del río Motagua, según metodología INAB.

Cobertura Según Metodología INAB	Área (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Secundario (Arbustal)	37,846.16	11.18
Charral o Matorral	31,324.26	9.26
Coníferas	29,296.01	8.66
Cultivos Anuales	191,137.06	56.47
Cultivos Perennes	19,611.16	5.79
Latifoliadas	29,240.85	8.64
TOTAL	338,455.50	100.0

Fuente: elaboración propia en base a los datos obtenidos de base de datos de Usos Metodología INAB, 2019.

Hay que considerar que la agricultura durante 8 años se ha logrado desarrollar y por el incremento poblacional se ha ido aumentando la necesidad de producir más, en el año 2012 los cultivos predominaban en un 56.47 % los cultivos anuales y perennes sobre el área que tienen los matorrales y arbustos con un área de 19,611.16 ha correspondiente a un 5.79 % sobre el área total.

Mapa cobertura Valle del río Motagua, Guatemala (INAB 2012)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 3. Mapa de cobertura, Valle del río Motagua (INAB 2012).

B. Bosque

Se conoce como zona semiárida de Centroamérica a la clasificación de bosques subtropicales muy secos o espinosos, comprendidas entre los departamentos de El Progreso, Zacapa y parte de Chiquimula, incluyendo en el 1996, 928 km² en altitudes que van de los 140 a 560 msnm, atravesado por el río Motagua, en donde desembocan una

variedad de ríos y arroyos ubicados de las partes altas de las Sierras de las Minas (Castañeda & Ayala 1996).

Según el estudio realizado por la Universidad Rafael Landívar (2016), dentro del valle del río Motagua, presenta una variedad de ecosistemas, ubicado en el cuadro 10.

Cuadro 10. Ecosistemas ubicados en el valle del río Motagua.

bosque húmedo montano bajo tropical	bh-MBT
bosque húmedo premontano tropical	bh-PMT
bosque húmedo tropical	bh- T
bosque muy húmedo montano bajo tropical	bmh-MBT
bosque muy húmedo premontano tropical	bmh-PMT
bosque muy seco tropical	bms-T
bosque pluvial montano tropical	bp-MT
bosque seco premontano tropical	bs-PMT
bosque seco tropical	bs-T

Fuente: elaboración propia en base a la clasificación propuesta por Holdridge; 2016.

Los estudios realizados, el ecosistema presente está dominado por características tropicales, como tener una menor diversidad de árboles y un dosel menos desarrollado, fauna y vegetación característico de esa región en altitudes de 200 a 900 msnm (Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera 2018).

a. Instituciones encargadas del corredor seco

Las instituciones que tienen mayor presencia dentro de la toma de decisiones económicas, sociales y ambientales dentro del valle del Motagua para el manejo de los recursos naturales e hídricos, entre las cuales son la administración de las zonas de captación hídrica, se encuentra la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN) principal institución de proteger y cuidar el bosque del Sierra de las Minas, varias municipalidades por medio de sus parques regionales, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), tiene a su cargo distintas áreas protegidas y el Instituto Nacional del Bosque (INAB), por el desarrollo de sus programas PINFOR y PINPEP aún vigentes hasta la fecha (Medinilla 2020).

b. Deterioro del bosque

Por el fenómeno de los pobladores locales y el mal uso del suelo, ha presentado a nivel de cuenca un deterioro de los recursos naturales e hídricos durante los últimos 40 años. El potencial agrícola que está presente en las tierras planas del valle del río Motagua, ha sido desde sus inicios la principal causa de la deforestación extensiva para la obtención de leña

y a su vez, para la implementación de zonas ganaderas, conversión de praderas en campos agrícolas para la siembra de varios cultivos (Medinilla 2020).

c. Presión sobre los recursos

En el análisis realizado en 1996 por Cesar Castañeda y Hermer Ayala; en las comunidades dentro del valle del río Motagua, han sido sometidas desde antes a presión por cacería de la fauna como conejos, mapaches, culebra y algunas aves ya sea para subsistencia, reptiles como la culebra cascabel, deshidratada, es vendida directamente en mercados de Zacapa o casas de la región como El Rancho, El Progreso con propósitos medicinales (FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala) 2012).

El uso de sistemas de temporales en áreas de alta pendiente y pedregosidad para uso de áreas agrícolas como el maíz y frijol en su mayoría para el autoconsumo, es el mayor impacto de la pérdida de biodiversidad ya que empobrecen las tierras y no realizan una integración de la agricultura con los recursos naturales, finalizan en ecosistemas reducidos y pérdida en la biodiversidad (FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala) 2012).

Algunas especies nativas se han ido perdiendo durante los años, como el loroco, orquídeas; y endémicas como, la yuca, el cimarrona, el yaje, la zarza, los nopales, cola de zorro y la lengua de vaca. Los animales en peligro de extinción dentro del valle del río Motagua son; el coyote, nutria, perro de agua, culebra cascabel, escorpión y el monstruo de gila, camarones y peces del río Motagua por motivos de caza o de subsistencia (Castañeda, C; Ayala 1996).

d. Aprovechamiento

Dentro de los antecedentes que se tiene es que a nivel nacional se aprovecha 3.4 millones de m³, la cual tiene un uso del 63 % destinado a la industria forestal y del 35 % para leña que es considerado en Guatemala como la fuente principal para la obtención de energía (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

Hasta la fecha no se tiene registros exactos de aprovechamiento forestal avalados por instituciones o municipalidades dentro del valle del río Motagua, sin embargo a nivel general dentro de los municipios se cuenta que para el año 1998 al 2010, por medio del programa PINFOR, avalado por el INAB, se tiene un total de 61,268 hectáreas, distribuido un 5.1 % para manejo forestal productivo, proyectando un 74.5 % para protección de bosques (FCG

(Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala) 2012).

e. Deforestación

Entre las principales causas de la deforestación hasta la fecha son: “el consumo familiar” concedido por la ley forestal utilizada para el comercio de madera, las exportaciones madereras realizadas ilegalmente realizadas sin permisos o licencias de aprovechamiento forestal y el uso como leña (IARNA-URL (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2004).

Se tuvo una pérdida de la cobertura forestal en el periodo de 1991/93 – 2001 dentro del departamento de El Progreso de 8,342 ha, Zacapa de 12,188 ha y en Chiquimula 14,388; siendo entre los 3 departamentos una pérdida del 6.19 % de la cobertura forestal durante ese periodo según registros INAB (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

La expansión de la actividad ganadera y agrícola intensivos conllevaron al inicio de la deforestación inicial del valle, han conllevado a la actualidad a un desarrollo de un proceso de desertificación (Valenzuela de Pisano 2012).

En otras partes del bosque ubicado en el valle, se encuentran asociados con bosque arbustivo, pastos naturales, matorrales, áreas degradadas, cultivos anuales y pequeñas áreas con monocultivo. En la actualidad se encuentran varias áreas protegidas en el valle del río Motagua las cuales son administradas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP); siendo Zona de Veda Definitiva Volcán Quezaltepeque, Área de Uso Múltiple Volcán y Laguna de Ipala. El parque municipal Castillo, El Parque Regional Niño Dormido, Cabañas, Reserva Natural Privada La Laguna, Reserva Natural Privada El Mirador, están a cargo de la Fundación Defensores de la Naturaleza (MINECO (Ministerio de Economía Guatemala) 2017).

f. Incendios

Durante el periodo de 1999 – 2003 se tiene un registro que El Progreso perdió 3,652.5 ha, Zacapa 16,512.1 ha y Chiquimula 6,961.6 ha, haciendo una pérdida causada por incendios del 31.72 % a nivel nacional (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

Según desarrollos realizados por SEGEPLAN en el 2010, Chiquimula con 8 municipios, Zacapa con 7 y El Progreso con 5 municipios, son los departamentos con mayor número de

incendios acumulando 25,000 ha, esto por la demanda de leña y área para desarrollar agricultura intensiva realizada dentro de los poblados cercanos al valle del río Motagua, situación que se sale de control para brigadas cortafuego, por el material vegetal seco (ramas, hojarasca, leña), la dirección del viento; lo cual causa la pérdida de la fauna, flora y el caudal de los ríos se encuentra reducido (Polanco Duran 2016).

1.1.1 Diversidad

La dinámica climática que se desarrolla anualmente dentro del valle del río Motagua, crea comunidades vegetales clasificadas como caducifolias (botan sus hojas en octubre, al inicio del verano) o deciduas (reverdecen en junio, inicios de invierno), predomina la morfología de espinas en un 50 %, entre las que destacan comúnmente como subín, zarza, brasil y manzanote, notable por ser un individuo primitivo de la familia cactaceae con hojas no suculentas (Castañeda, C; Ayala 1996).

Durante la evolución de la biodiversidad en el periodo Pleistoceno; guarda restos fósiles de megaterio, armadillo gigante, tapir primitivo y mastodonte, aproximadamente hace unos treinta mil años (Castañeda & Ayala 1996), demuestran la evolución y modificación de la distribución, tanto como climáticos como geológicos los cuales fueron elementos importantes en la evolución y biodiversidad de las especies actuales (Gonzáles 2016).

A. Vegetación

Para muchos guatemaltecos que han conocido el valle del río Motagua, es un paisaje con impresión de vegetación de cactáceas, sistemas improductivos en el ámbito forestal y agrícola, sin embargo, cuenta con una variedad de especies de importancia económica y de sistemas naturales y productivos, como bosques sucesionales utilizados para diferentes propósitos en cuanto a servicios ambientales; y sin el conocimiento necesario hasta el momento cuentan como áreas extensas de deforestación, utilizadas para cultivos con riego, huertos de frutales o fines ganaderos como el pastoreo (Valenzuela de Pisano 2012).

La vegetación dentro del valle del río Motagua, destaca por estar constituido por comunidades por distintas etapas de desarrollo sucesionales, constituida en su mayoría por comunidades arbustivas de subín zarza y brasil; comunidades arbóreas pioneras dominadas por yaje o mixtas de cactáceas, cesalpiniáceas, mimosáceas y fabáceas. En la zona para el 1996, existían 165 correspondientes a menos de 50 familias; se ubicaban 5 estratos bien definidos (Castañeda, C; Ayala 1996).

B. Fauna

La región del valle del río Motagua, presenta una variedad de animales silvestres, como venado, ardillas, gato de monte, cotuza, taltuza, tacuazín, mapache, mico león, pizotes, zorrillo, zorra; existen aves como las oropéndolas, carpinteros, urracas, pico de navaja, tucán, zanates, colibrí, palomas de castilla, gavilanes, zopilotes, pericos, tortolitas. En los reptiles a destacar están, las corales, zumbadoras, ratoneras, barba amarilla, cascabel, zumbador, iguanas, lagartijas, y el conocido niño dormido (*Heloderma horridum charlesbogeti*) el cual reside la mayoría del tiempo en la región semiárida del valle del río Motagua en los departamentos de El Progreso y Zacapa (CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) 2020).

C. Relieve

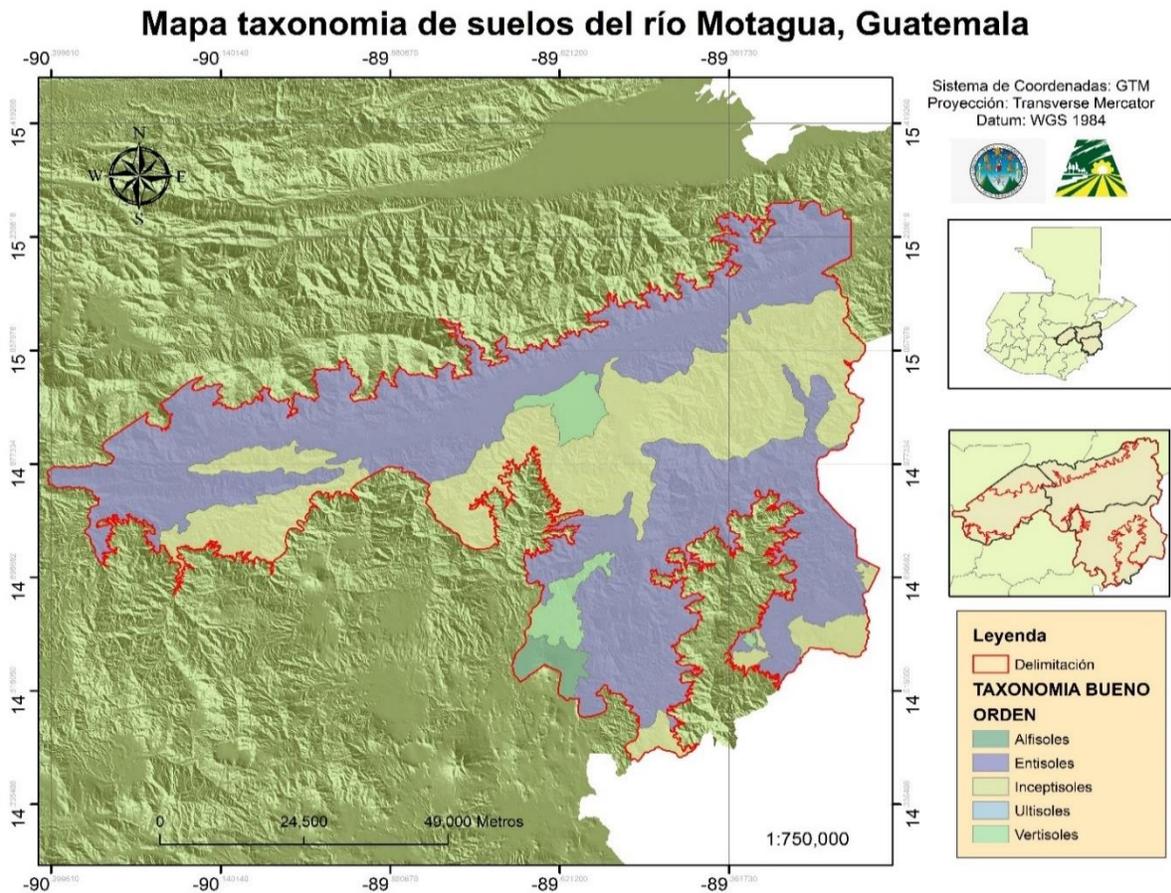
Guatemala es considerado como un país con relieve marcadamente montañoso en un 60% aproximadamente de su superficie, presenta distintas zonas ecológicas dependiendo de su altitud y precipitación. Dentro del corredor seco se presentan dos tipos de zonas ecológicas las cuales son; Tierras Altas Volcánicas la cuales se caracterizan por provenir del material arrojado por los volcanes, presentan pendientes dentro de sus laderas de un 40% de inclinación como máximo y las Tierras Metamórficas las cuales están constituidas por rocas volcánicas y materiales calizos (MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) 2009)

D. Suelos

Los suelos que se logran identificar dentro del valle del río Motagua, están compuestas por aluviones cuaternarios (suelos formados por rocas en proceso de depositación, por ser recientes del Cuaternario), rocas ultrabásicas de edad desconocida, conocidas como serpentinitas, y rocas volcánicas incluidas coladas de lava, edificios volcánicos, presentando una variedad de textura, estructura, profundidad y fertilidad (Castañeda, C; Ayala 1996).

Dentro de las características geológicas, existen las rocas metamórficas (constituidas por filitas, esquistos, gneises, mármol y pegmatitas de edad Paleozoica), rocas intrusivas (constituidas por granitos y dioritas, provienen de los tiempos Paleozoico y Mesozoico), rocas sedimentarias como los Carbonatos del Cretácico (rocas de la edad Cretácica), areniscas Subinal (provenientes de la edad Cretácica - Terciaria) (Herrera Villatoro 2005).

Por medio del mapa taxonomía de suelos (figura 4), se lograron identificar los siguientes suelos, contando con las siguientes características: Alfisoles, son suelos jóvenes con reservas notables minerales, Entisoles, suelos que no muestran desarrollo en sus perfiles, Inceptisoles suelos con pocas características definidas, con baja temperatura, en lugares húmedos (fríos y cálidos), Ultisoles, suelos con bajo porcentaje de saturación de bases, presenta un horizonte argílico; Vertisoles, característicos por tener textura arcillosa, alta capacidad de cambio de bases, predomina el magnesio y calcio (Herrera Villatoro 2005).



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 4. Mapa de cobertura, Valle del río Motagua.

1.1.2 Índices climáticos

El corredor seco comprendido por 62 municipios del país, con una extensión aproximada del 11% del territorio entre la franja costera cercana al océano Pacífico, es conocida como canícula de sequía, a la depreciación a casi ausencias de la precipitación por un tiempo de 15 días, consiguiendo así, un aumento de la temperatura entre los meses de julio o agosto. Sin embargo, dentro del valle del río Motagua, en los últimos años se presenta de manera prolongada la canícula, causando una evapotranspiración mayor a la precipitación mensual (Rojas 2012).

Para la definición de las características climáticas que se desarrollan dentro del valle del río Motagua, se utilizaron las estaciones meteorológicas de La Fragua, Pasabien ubicadas en Zacapa y la estación de Camotan en el departamento de Chiquimula, dichas instalaciones está destinada a medir y registrar periódicamente las variables de temperatura y precipitación en su mayoría, y son reguladas por el INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología e Hidrología de Guatemala) (MARN 2009).

A. Temperatura

Dentro del valle del río Motagua se presentan temperaturas promedio entre 22 °C y 28 °C, dichos afluentes de temperatura dentro de la región se debe a las sombras montañosas de la Sierra del Merendón y la Sierra de las Minas (MARN 2009).

B. Precipitación

Según la FAO (1996), se le conocía a la zona semiárida, aquellas zonas que estaban contenidas con una precipitación promedio anual 400 a 600 milímetros, sin embargo dentro del valle del río Motagua, se ubican precipitaciones de 500 a 650 mm anuales, la evapotranspiración de 600 a 800 mm al año y la influencia de las sobras montañosas dentro de la Sierra, produce un déficit de agua durante el año, por lo cual se crean condiciones para ser clasificada como una zona semiárida (Castañeda & Ayala 1996).

C. Zonas de vida

En el plan de Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de la Región Semiárida del Valle del Motagua en el 2006; identificada como una región muy calurosa, con escasa lluvia y con tasas de evapotranspiración mayores a la precipitación pluvial, es considerada como una ecorregión contenida en dos zonas de vida según Holdridge, denominadas Monte Espinoso Subtropical (me - S) y Bosque Seco Subtropical (bs - S) (Rojas 2012).

Los biomas son considerados como paisajes climáticos, en base a la latitud, precipitaciones, altitud y temperatura se pueden dividir zonas en base a características semejantes; en el valle del río Motagua destacan dos tipos de biomas; selva tropical lluviosa, conocida por una diferencia de mayor precipitación y humedad relativa, contiene pantanos, humedales, sabanas de palmas y pastizales. El segundo bioma es el chaparral espinoso, se caracteriza por presentar cactáceas y zarzas de mediana altura, integrando entre su vegetación especies con espinas y capaces de adaptarse a las sequias (Celis 2008).

1.5.2 Principales problemáticas dentro de los sistemas naturales y agroforestales

En base al árbol de problemas (figura 5), enfocado a la parte socioeconómica y biofísica evaluada durante la elaboración del diagnóstico, se priorizaron los problemas que más afectan dentro del bosque seco del Valle del río Motagua.

A. Priorización de problemas

1. **La deforestación del bosque**, una característica principal dentro del valle del río Motagua, por el crecimiento de las poblaciones durante los últimos 40 años, incentiva la actividad antrópica como los incendios provocados para la extracción de leña, aumento en áreas de pastoreo y el avance de la frontera agrícola, desarrollan la pérdida de riqueza en cuanto a flora y fauna dentro de sus ecosistemas, la disminución de los bosques impacta a los reservorios de agua subterráneos, al fijación de dióxido de carbono, degradan tierras hasta dejarlas no productivas.

Por lo tanto, es necesario considerar estudios de vegetación, manejar los bosques de manera sostenible y crear educación ambiental sobre la importancia de este ecosistema que cumple una función en la biodiversidad del país.

2. **Escasa información sobre los sistemas agroforestales y sus modelos de siembra**, sin un sistema de protección, los suelos presentan una pérdida acelerada del suelo y su fertilidad se ve perjudicada por la disminución de sus nutrientes, es importante considerar que dentro del valle del río Motagua, los recursos son escasos, zonas de sequía extensas, el desarrollo e implementación de sistemas agroforestales y agroecológicos, ofrecen metodologías necesarias en base a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas del lugar, la regeneración natural, un equilibrio entre la protección de los recursos forestales y la producción de productos agrícolas; como mejoramiento del suelo y retención de la humedad.

Por lo tanto, se debe obtener información primaria sobre la manera en que los pobladores presentan su subsistencia económica en base a la agricultura, la manera en que logran desarrollar sus cultivos considerando las zonas de sequía extensas y los suelos pedregosos.

3. **Escasa información socioeconómica**, la información socioeconómica está sujeta principalmente a la cantidad de individuos por área y las actividades económicas para la subsistencia de sus familias, sin embargo, dentro del valle del río Motagua, la información es escasa y no presenta una actualización de sus datos, por lo tanto, la labor de investigación y desarrollo de proyectos se puede estar afectada por el desarrollo de actividades agrícolas en este caso que se den dentro de la población. Es importante conocer las características socioeconómicas para poder planificar los ingresos y egresos que futuros proyectos se pueden dar.

En el caso del proyecto lo importante de la parte socioeconómica, está enfocado en las actividades para la subsistencia económica, tipo de empleos y el desarrollo de actividades, siendo de importancia el levantamiento de información primaria, por medio de encuestas para la actualización de la información y tener datos certeros para las actividades futuras del proyecto.

B. Árbol de problemas

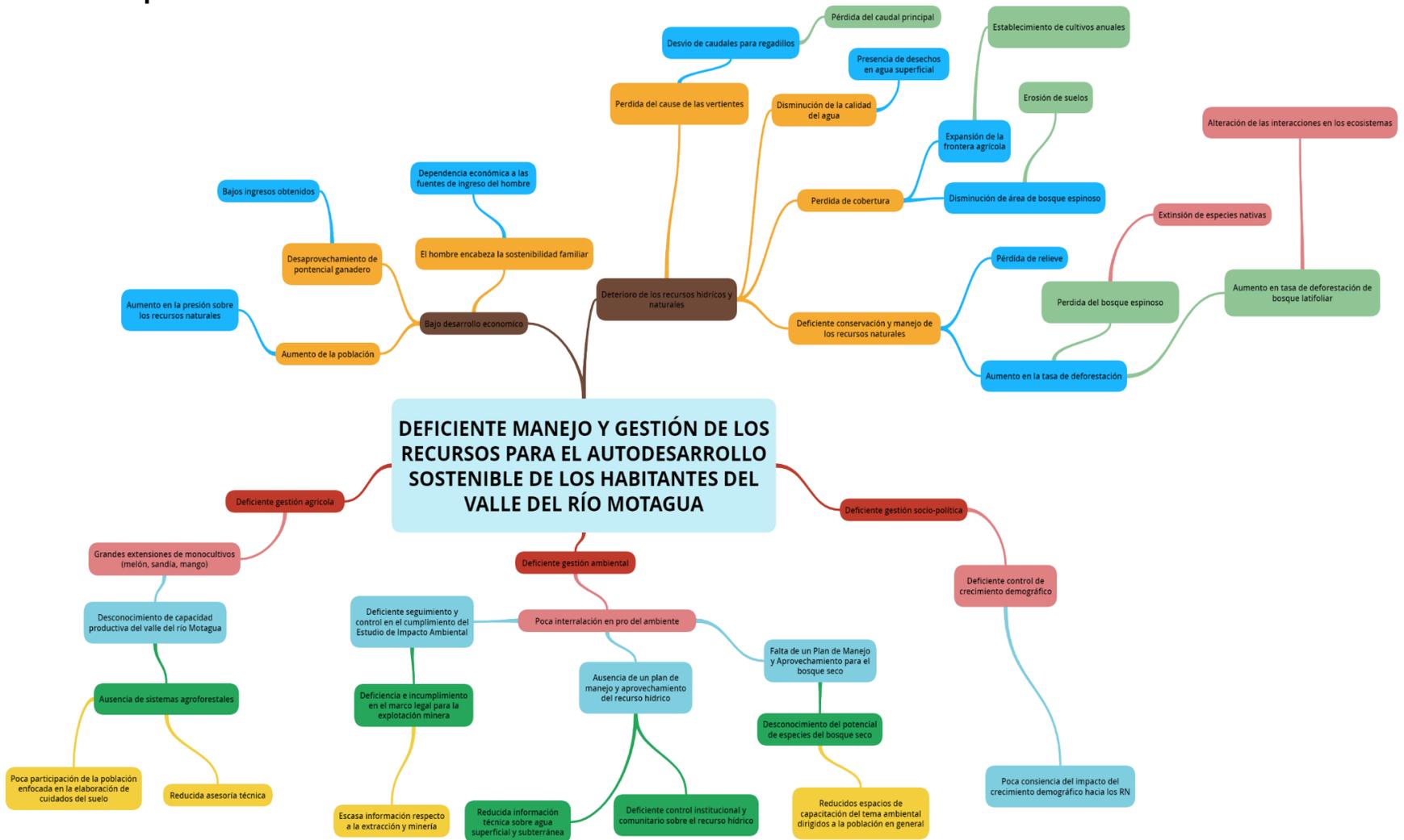


Figura 5. Árbol de problemas dentro del Valle del río Motagua.

1.6 CONCLUSIONES

1. El Corredor seco abarca en total los departamentos Baja Verapaz, Zacapa, Jalapa, El Progreso, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa en un total de 62 municipios con un 75.61% de vulnerabilidad y riesgo por desnutrición crónica; sin embargo, el valle del río Motagua, concentrado en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, cuenta con una extensión total de 5,149.24 km² distribuido en 29 municipios, presentan una media de 51.66% en pobreza y un 18.23% en pobreza extrema, según datos registrados en 2006 por el Instituto Nacional de Estadística.

Las actividades económicas dentro del valle, están concentradas en la producción de granos básicos como ya sea para consumo propio, venta en mercados locales o departamentales, y cultivos como el arroz es utilizado para hacer quesadillas principalmente, existen grandes fincas ganaderas parte de la economía de familias de clase alta; otra parte de su población activa su economía en negocios regionales como tejidos, maderas, en empresas industriales como Cemento Progreso, Cervecería BRABA, minería como GuateMarmol, principalmente.

La demanda de agua esta principalmente consumida por embotelladoras de alimentos, existe dentro del valle del Motagua la empresa Coca Cola, el río Grande ubicado en Zacapa es mayormente utilizado para actividades industriales dentro del valle, sin embargo ríos aledaños al río Motagua presentan una gran demanda del recurso por el crecimiento demográfico y la urbanización, siendo Chiquimula en departamento más poblado dentro del valle y por ende el que presenta mayor demanda en el consumo del agua.

2. El valle del Motagua está definido por distintos gradientes de temperaturas entre los 22 y 28 °C y precipitaciones máximas de 600 a 650 milímetros en las épocas de lluvia; mínimas de 250 a 400 milímetros anuales, y evapotranspiraciones mayores de 800 milímetros anuales, a causa de la topografía del lugar, se encuentra la sierra de las Minas, que atraviesa los departamentos de El Progreso y Zacapa y la Sierra el Mentón atravesando Chiquimula, con pendientes máximas de 60% en su superficie. Según el plan de Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de la Región Semiárida del Valle del Motagua, es una región muy calurosa, contenida en dos zonas de vida según la clasificación Holdridge, Monte Espinoso Subtropical y El Bosque Seco Subtropical.

Los ecosistemas más maduros aproximadamente el 20%, se encuentran en suelos arcillosos, poco profundos y con pendientes inclinadas no convenientes para la agricultura, tiene una variación de característica geológicas, están compuestas por

aluviones cuaternarios (suelos formados por rocas en proceso de depositación, por ser recientes del Cuaternario), rocas ultra básicas de edad desconocida, conocidas como serpentinitas, y rocas volcánicas incluidas coladas de lava, edificios volcánicos, presentando una variedad de textura, estructura, profundidad y fertilidad por lo cual, se tiene la actividad minera, principalmente en jade, y mármol.

La dinámica climática que se desarrolla anualmente dentro del valle del río Motagua, crea comunidades vegetales predominando la morfología de espinas, sin embargo, presenta distintos estratos vegetativos, con en cualquier ecosistema con un predominio del estrato arbóreo, con una mínima cobertura del dosel en épocas de sequía, paisaje que cambia al iniciar las primeras lluvias en los meses de mayo, junio. Destaca el desarrollo arbustivo y de cultivos anuales y perennes durante el año ya que es una actividad de subsistencia o de consumo familiar. Las Instituciones con mayor desarrollo en el manejo de los recursos hídricos y naturales, son la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y el Instituto Nacional del Bosque (INAB).

3. Entre las principales problemáticas que se presentan dentro del valle del río Motagua, está la deforestación a causa del avance de la frontera agrícola y ganadera, y la obtención de leña, lo recomendable es iniciar con análisis fitosociológicos de la vegetación presente en el valle, para ver futuros planes de restauración paisajística. La falta de conciencia ambiental en cuanto el desarrollo de actividades agrícolas, de reforestación en las partes medias del valle del río Motagua y la utilización del recurso suelo, implementación de manuales para el desarrollo de sistemas agroforestales y naturales.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Castañeda, C; Ayala, H. 1996. Vida en la zona semiárida de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Cuadernos Chac no. 3. 36 p.
2. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas Guatemala). 2020. Estrategia nacional de conservación del Heloderma y su habitat 2020 -2025. Guatemala, CONAP. 28 p.
3. DIGEGR (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación - Dirección de Información Geográfica Estrategia y Gestión de Riesgos Guatemala). 2015. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2010. Guatemala, MAGA. 205 p.
4. DIGI (Universidad de San Carlos de Guatemala - Dirección General de Investigación Guatemala). 2009. Proyecto de investigación en recursos hídricos. Guatemala, USAC. 59 p.
5. FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala). 2012. Diagnóstico preliminar de situación de la cuenca del río Motagua (en línea). Guatemala, Informe final. 78 p. Disponible en <http://fcg.org.gt/documentos/Publicaciones/DIAGNÓSTICOPreliminarDeSituacionDeLaCuencaDelRioMotagua.pdf>.
6. Gonzáles, LA. 2016. Prehistoria guatemalteca (en línea). Guatemala, Prensa Libre; 24 ene. Disponible en <https://www.prensalibre.com/revista-d/prehistoria-guatemalteca/>.
7. Herrera Villatoro, LC. 2005. Caracterización e investigación geológica de los materiales utilizados en la construcción civil en Guatemala (en línea). Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 221 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2541_C.pdf.
8. IARNA-URL (Universidad Rafael Landívar - Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente Guatemala). 2004. Perfil ambiental de Guatemala: Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática (en línea). Guatemala, URL. 451 p. Disponible en <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/pPublicacion.aspx?pb=368>.
9. IARNA (Universidad Rafael Landívar - Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente Guatemala). 2006. Perfil ambiental de Guatemala: Tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental (en línea). Guatemala, URL. 252 p. Disponible en <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=41022>.

10. MARN (Ministerio Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Marco de manejo ambiental y social para el proyecto manejo integrado transfronterizo con enfoque de la cuenca al arrecife para el sistema arrecifal mesoamericano (en línea). Guatemala, MARN. 65 p. Disponible en <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/15589.pdf>.
11. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Informe ambiental del Estado de Guatemala (en línea). Guatemala, MARN. 238 p. Disponible en http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/infor_amb/2009.pdf.
12. Medinilla, O. 2020. Relación bioclima y vegetación en el cuadrante suroccidental de la Sierra de las Minas, Guatemala (Entrevista). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área Ciencias Biologicas (28 de septiembre del 2020).
13. MINECO (Ministerio de Economía Guatemala). 2017. Perfil departamental Zacapa (en línea). Guatemala, MINECO. 31 p. Disponible en https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/zacapa_0.pdf.
14. Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera, G. 2018. Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de zonas de vida (en línea). Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (URL-IARNA). 140 p. Disponible en <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de-Guatemala-final.pdf>.
15. Polanco Duran, OG. 2016. Estudio del manejo y utilización del agua en el Corredor Seco de Guatemala (en línea). Tesis Ing. Mec. Inds, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 234 p. Disponible en [http://www.repositorio.usac.edu.gt/4530/1/Osman Gerardo Polanco Durán.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/4530/1/Osman%20Gerardo%20Polanco%20Dur%C3%A1n.pdf).
16. Roldán Sosa de Robles, EL. 2006. Historia del municipio de Río Hondo departamento de Zacapa (en línea). Tesis MSc. en Investigación, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades. 149 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1905.pdf.
17. SESAN (Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional Guatemala). 2016. Plan de respuesta para la atención del hambre estacional (en línea). Guatemala, SESAN. 34 p. Disponible en <http://www.siinsan.gob.gt/siinsan/wp-content/uploads/cedesan2/libros/ESTRATEGIA-HAMBRE-ESTACIONAL-2016.pdf>.
18. Valenzuela de Pisano, I. 2012. Agricultura y bosque en Guatemala: Estudio de caso en Petén y Sierra de las Minas. Guatemala, Universidad Rafael Landívar (URL). 244 p.

19. van der Zee Arias, A; van der Zee, J; Meyrat, A; Poveda, C; Picado, L. 2012. Estudio de caracterización del Corredor Seco centroamericano (en línea). Honduras, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 70 p. Disponible en https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/tomo_i_corredor_seco.pdf.



Rolando Barrios



2 .CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN, ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La región del Valle del río Motagua, es un área de importancia trascendental por la singularidad de su vegetación, su clima marcadamente pluviestacional y una relativa baja precipitación, derivada de un fenómeno orográfico de sombra de lluvia provocado por la presencia de altas montañas como la Sierra de las Minas que se ubica al norte y la Sierra Madre y Montañas del Merendón al sur; las cuales actúan como barrera de la humedad proveniente del océano Atlántico y Pacífico, provocando un clima cálido y seco, caracterizado por precipitaciones anuales 400 mm a 800 mm (Castañeda, C; Ayala 1996).

El clima, la historia natural y la fisiografía del Valle del río Motagua, han generado una variada diversidad de flora destacando entre estas diversas especies del género *Bursera*, del cual se conocen a nivel mundial alrededor de 100 especies. La obra Flora de Guatemala, indica que en el país el género *Bursera* es representado por especies con hábito arbóreo o arbustivos, con un comportamiento caducifolio, varias tienen un valor económico por sus diversos usos, con importancia cultural y diversidad, puesto que existe un total de 8 especies, siendo estas: *B. bipinnata*, *B. diversifolia*, *B. excelsa*, *B. graveolens*, *B. permollis*, *B. schlechtendalii*, *B. simaruba*, *B. steyermarkii* (Stadley y Steyermark 1946)

A causa del desarrollo de la ganadería y el avance de la frontera agrícola dentro de las tierras llanas dentro del Valle del río Motagua, dan como resultado, un deterioro ambiental del ecosistema del bosque espinoso; en el departamento de Zacapa se ha sufrido una pérdida de la cobertura forestal en el período de 1991/93 – 2001 de 12,188 ha, equivalente a 2.16 % de la cobertura forestal, según los registros obtenidos del INAB.

El Parque Regional Municipal Niño Dormido no ha sido la excepción en cuanto a la destrucción de los ecosistemas, hoy en día ha padecido de saqueos de flora y fauna; a pesar de haber sido declarada como área protegida, no se le da el apropiado interés para evitar su depredación, sin embargo, se observa que el área dentro del parque un área homogénea, característico de un bosque seco caducifolio (IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente) 2006).

La realización de dicha investigación estableció una riqueza florística de 36 especies, distribuidas en dos estratos: estrato arbóreo con 19 especies y el estrato arbustivo con 16 especies. Dentro del parque, el género *Bursera*, representa un comportamiento distribuido en diversas áreas, principalmente la especie de *B. simaruba*, se encuentra en lugares con pendiente elevada y la especie *B. schlechtendalii* distribuido en roca expuesta, es la manera más interesante en la que se desarrollan las comunidades vegetales. La diversidad floral que existe dentro de las comunidades vegetales dentro del parque se ve reflejado con *B. americanum* que sobrevive a expensas de las raíces de *B. schlechtendalii*, según datos científicos de estudios previos en otras regiones y lo observado en campo.

Dentro de la diagnosis bioclimática del Parque Regional Municipal Niño Dormido, los diagramas ombrotérmicos representan de forma gráfica lo pluviestacional del bosque seco, donde las mayores precipitaciones se dan en los meses de junio a septiembre, la disminución parcial de las lluvias, conocido como el fenómeno El Niño y en octubre ya va disminuyendo la precipitación, dando inicio en el mes de noviembre la época seca.

Por medio de los avances de mapas bioclimáticos, realizados en la investigación denominada “Relación entre bioclima y la vegetación en el cuadrante suroccidental de la Sierra de las Minas Guatemala” (Medinilla 2020), se establecen dos pisos bioclimáticos, en relación al gran macroclima el tropical, con un bioclima tropical xérico y tropical pluviestacional, son los de mayor distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico, se encuentra presente una vegetación de bosques secos de habito caducifolio.

Por lo tanto, la presente investigación, es una aproximación al conocimiento del género *Bursera* dentro del ecosistema del bosque seco, con otras especies dentro de las comunidades en las que se desarrolla, la relación existente con las características bioclimáticas presentes en el Valle del río Motagua por medio del método Bioclimatic de Rivas Martínez, generando información acerca del desarrollo dentro su hábitat para el análisis de las comunidades vegetales gracias al método fitosociológico, así mismo; enmarcado dentro del proyecto “Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos de cambio climático: mejora de la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales en el corredor seco de Guatemala”.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Geobotánica

Según Salvador Rivas-Martínez, geobotánica es la ciencia que estudia la relación entre la vida vegetal y el medio terrestre, la cual tiene como principal objetivo el estudio de la diversidad biológica (considerada como la suma de la diversidad dentro de una asociación vegetal) y de su hábitat, utilizado para mejorar su gestión, conservación y producción de los recursos naturales renovables. Las ciencias auxiliares que más comprende su estudio son: fitosociología, bioclimatología y edafología; estableciendo modelos bioclimáticos, vegetaciones, funcionales y biogeográficos (Rivas-Martínez 2005).

La heterogeneidad de la vegetación, que conforma los distintos paisajes naturales de la Tierra; se da en un espacio y en constante cambio durante el tiempo. Siendo uno de los problemas que aborda la geobotánica, para observar las determinadas combinaciones de especies dentro de una biocenosis (comunidad ecológica); refiriéndonos a un conjunto de seres vivos que habitan en un ambiente, el cual podemos denominar biotipo (en pocas palabras, lugar para vivir) (Oesterheld, M; Aguiar, M; Ghera, C; Paruelo 2005).

2.2.2 Fitosociología

La fitosociología es considerada como una disciplina para el estudio de la vegetación, siendo su corriente de desarrollo la geobotánica para la interpretación de paisajes vegetales y comunidades vegetales en relación con el medio en el que se desarrollan, sin embargo; su fin es basado principalmente en la investigación de comunidades ecológicas (biocenosis), ligadas a cambios poco estables por actividades antrópicas (Oesterheld, M; Aguiar, M; Ghera, C; Paruelo 2005).

La fitosociología, es el estudio de agrupaciones entre plantas, sus interrelaciones y la sumisión con el medio ambiente que lo rodea. Las comunidades vegetales, no se pueden considerar como sistemas independientes o cerrados, ya que se encuentran ligadas con el desarrollo del reino animal y a su desarrollo en características climáticas específicas (biocenosis), formando interrelaciones muchas veces en dos vías (Rivas-Martínez 2005).

Desde el desarrollo de la fitosociología en 1950, Braun-Blanquet han influido en la botánica y la manera en cómo se estudia la vegetación, ya que, en esa época, el estudio de la vegetación estaba básicamente centrada en la botánica, en el estudio morfológico y clasificación de la flora; sin embargo, después de desarrollar la técnica el desarrollo de comunidades dentro de un hábitat; la Botánica, se ha vuelto más científica, rigurosa, útil y descriptiva (Loidi 2004).

A. Ventajas de los estudios fitosociológicos

Al conocer que la fitosociología es una ciencia ecológica, ocupada en el estudio de las comunidades vegetales y la relación presente con el medio en que se encuentra, las ventajas existentes en estos estudios son:

- a. Se incluyen todas las formas de vida existentes dentro de una comunidad vegetal.
- b. Por ser un método muy exigente al conocimiento de la flora, se ha obtenido bastante éxito en ecosistemas de zonas templadas.
- c. Se obtiene una acertada interpretación ecológica de los ecosistemas, por sus unidades de muestra (Lozada Dávila 2010).

2.2.3 Sinecosistema

La sinecosistema también conocido como sinfitosociología, forma parte de la fitosociología, siendo una subciencia de la fitosociología clásica siendo una propuesta inicial en 1921 de Braun-Blanquet; es la encargada de estudiar las complejas unidades vegetales, valorando las distintas etapas evolutivas del paisaje vegetal, hasta su etapa, clímax, refiriéndose a un sistema de interacciones estables u óptimas; en el cual se tiene un punto máximo de equilibrio entre las relaciones tróficas (Martínez Carretero, E; Faggi, AM; Fontana, JL; Aceñolaza, P; Gandullo, R.; Cabido, M.; Iriart, D.; Prado, D.; Roig, FA; Eskuche 2016).

El término Sinecosistema aporta a la fitosociología la comprensión y delimitación de las unidades vegetales, parte de un criterio geográfico sobre el paisaje, caracterizado como la base de la complejidad de las comunidades vegetales. Es utilizado como una unidad local de referencia, constituyendo organización fisionómica y florística en el marco de la biocenosis (Oesterheld, M; Aguiar, M; Ghersa, C; Paruelo 2005).

La comprensión de cada unidad vegetal, es de vital importancia para comprender los procesos de producción de alimentos y los medios de vida de los seres vivos como animales y plantas; relacionada con los sistemas de interacción humana como la agricultura dentro de cada unidad vegetal y como responde a los cambios antrópicos, se conoce que cada unidad está conectada entre sí, presentando servicios para muchas especies, evidenciando que los sistemas del paisaje vegetal exceden de ciertos umbrales o puntos de inflexión y no todas las unidades están a la disposición de servicios ecosistémicos para el ser humano, logrando a largo plazo, la pérdida de biodiversidad en distintas unidades (Oberhuber y Lomas, Pedro L; Duch, Gustavo; González Reyes 2010).

A. Ecosistema

El concepto de ecosistema surgió por primera vez entre 1935 - 1939 por Arthur Tansley, para describir un conjunto formado por un espacio determinado (medio físico) y todos los seres vivos que lo habitan (factores bióticos y abióticos), conformado por los dos componentes principales y las interacciones que realicen (Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera 2018). Según Tansley (1935), los ecosistemas son un complejo de comunidades con un entorno inanimado con organismos limitados a las características bioclimáticas o biotopos. Considerado como una unidad local de referencia del lugar, con organismos con una organización fisiológica de adaptación, relacionado con el límite ecosistémico. Los ecosistemas son considerados como la base del estudio de fenómenos naturales, así mismo en el planteamiento de las comunidades vegetales (Alcaraz Ariza 2013).

Es importante señalar que existen distintos ecosistemas que se utilizan de transición, para interaccionar entre los ecosistemas terrestres y marinos, estas zonas de transición son con recursos limitados y se encuentran bien definidos por límites, integrando especies de los ecosistemas a la vez, especies migratorias, que se superponen en la región de transición para sobrevivir llamada ecotono (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

Los ecosistemas, es la unidad básica de estudio de la ecología, están definidos como el conjunto de especies que crecen juntas, con ubicación específica, en distintos niveles de la biosfera, considerando el desarrollo, forma de crecimiento y afinidad o asociaciones entre las demás especies estrechamente ligadas a las leyes de la naturaleza. Puede ser caracterizado y clasificado, en biomasa o formaciones vegetales. Los estudios se han centrado en poblaciones e individuos que pueden ser agrupados, identificados en un área determinada en base a la cobertura de la tierra y su variación en la naturaleza, con el fin de lograr un registro de lo que los principales cambios y relaciones de vegetación, y así mismo, aplicar futuros planes de conservación y manejo (Alcaraz Ariza 2013).

B. Comunidad

Dentro de las unidades vegetales, existe una que es la más relacionada con las interacciones que se desarrollan dentro de un ecosistema, en 2008, Teresa y Gerald Audesirk, desarrollaron el termino comunidad, como el conjunto de todas las poblaciones que interactúan dentro de un ecosistema, considerado como el componente biótico del ecosistema (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

Estudiando a nivel de comunidad, se encuentran las interacciones interespecíficas, que pueden causar cambios en el tamaño de las poblaciones de especies, un ejemplo de esas interacciones son las especies introducidas que pueden aprovechar de mejor manera los

recursos limitados, reduciendo la oportunidad de sobrevivir de las especies nativas (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008). Es importante señalar que en las comunidades fluye energía mediante la cadena o red trófica en la que depende mucho el tipo de poblaciones que conviven, la cual sirve de alimento para poder sobrevivir a las adversidades de un determinado ecosistema (Fried 2010).

C. Hábitat

Según Rivas-Martínez, es el espacio y ambiente (la suma de los 5 factores mesológicos: suelo, relieve, luz, clima, ser humano y tiempo), en el que se constituyen algunas especies desarrollando comunidades bióticas, dentro de un medio estacional. Las características dentro de las comunidades vegetales están basadas en la distribución bioclimática dentro del hábitat, principalmente; por lo tanto, el hábitat se considera como el lugar específico en que se desarrolla una comunidad por ciertos factores externos (ambientales) que actúan sobre la comunidad (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

La delimitación y la distribución de distintos individuos dentro de los hábitats pueden establecerse en determinadas combinaciones o formas vitales:

- a. Según la fisionomía (cada uno de los organismos que proporciona algo dentro de las comunidades vegetales).
- b. Por medio de un estudio florístico se logra describir y comprender lo que desarrolla las comunidades vegetales.
- c. Basado en una valoración sociológica, de las especies dentro de la comunidad y su constituyendo su distribución.

Especies específicas se manifiestan por medio de adaptaciones, concentrándose en parches con determinadas condiciones ecológicas, los más relevantes que se presentan dentro de las especies nativas o endémicas principalmente son las características ambientales (temperatura y precipitación), así mismo, características edáficas debido a la geología y accidentes geográficos, que puede presentar en lugar (Alcaraz Ariza 2013).

La vegetación de un sitio es considerada como el resultado entre la interacción y acción entre los factores ambientales reflejados en el clima, la disponibilidad de nutrientes y agua, así como la naturaleza del suelo, los factores antrópicos y bióticos en los que interactúa una especie que cohabita en un espacio continuo. Es importante resaltar que la coexistencia de la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente, evolucionando conjuntamente los dos factores del sistema: la vegetación y el ambiente a lo largo del tiempo, evidenciando así las etapas de sucesión (Tórtola Lima 2015).

2.2.4 Distribución de las poblaciones

Según Audesirk, & Byres en 2008, la distribución de una población es la dispersión de individuos de una población dentro de un espacio, variando con el paso del tiempo, por ejemplo; migración, emigración, temporada de apareamiento. Algunas poblaciones naturales de plantas suelen distribuirse en forma heterogénea conforme a la cantidad de recursos y a la interacción con otras especies, reconociendo tres tipos principales de distribución que se manejan dentro de los ecosistemas de los autótrofos y heterótrofos; distribución agrupada, uniforme y aleatoria.

La distribución dentro de las poblaciones se hace responsable de los modos de reproducción y propagación de las especies, se considera como la base del comportamiento social de una especie, conociendo así si una especie es invasora o pasiva. La distribución de las especies puede provocar discontinuidades y desequilibrios ecosistémicos (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

A. Distribución agrupada

Es conocida también como una distribución de agregados, la más común de las distribuciones y frecuente en la naturaleza, ocurre en respuesta a distintos estímulos dentro del hábitat, conocidos como microclimas, en donde los individuos se establecen de manera irregular entre las combinaciones entre los factores ambientales y edáficos (Morlans 2004).

Cuando existe una distribución agrupada, indica que las interacciones entre los individuos y el medio son positivas, consecuencia de las interacciones sociales, organización en la manera de la distribución de los recursos y a factores intrínsecos, piensan en la supervivencia de la especie y no en la supervivencia ajena (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

B. Distribución uniforme

Dicha distribución puede ser observada en lugares desiertos o semidesiertos, lugares donde los recursos son limitados y tienen una fuerte competencia con especies individuales, obligando a presentar una separación y distancia entre sus vecinos, estableciendo un territorio (Morlans 2004).

La distribución uniforme es el resultado de las interacciones negativas de los miembros de una misma población, causada por factores intrínsecos (competencia, territorialidad, tensión social dentro de la misma población) y un espacio finito, provocado por un comportamiento agresivo intraespecífico por sobrevivir (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

C. Distribución aleatoria

También conocida como distribución al azar, se presenta cuando se da una distribución sin un patrón, ninguna tendencia de agregación o algún grado de afinidad, se da en las áreas donde el ambiente es muy homogéneo, también sucede en donde no se presenta la atracción social. Cuando se presenta una distribución de manera aleatoria, nos da a conocer que dentro del ecosistema se expresa una total ausencia de interacciones entre especies y el medio, haciendo así, baja la probabilidad de encontrar un individuo en todo un espacio, solo en donde las condiciones sean favorables (Morlans 2004).

- El tipo de reproducción que presente el individuo, y el tipo de diseminación de la nueva generación: esporas, semillas (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).
- Discontinuidad dentro del hábitat, como las variaciones climáticas, son las más conocidas dentro del desarrollo de la distribución cambios entre la temperatura, humedad, pH, provocando la supervivencia de la especie, gracias a la resistencia ante los cambios ambientales, o bien, claros dentro del dosel, dirección del viento, incendios, ganado, etc. (Morlans 2004).
- La competencia entre distintas especies, provocando la territorialidad y la fuerza de cada especie por sobrevivir y ocupar los recursos disponibles, modificados en cuanto al espacio y clima que se presente (Morlans 2004).

2.2.5 Análisis florístico

Existen varias aproximaciones para el estudio de la vegetación, las cuales se agrupan en dos categorías englobadas, basadas en la estructura de las distintas biocenosis. La primera, la teoría del continuo, hipótesis desarrollada por Gleason en 1926; en la cual se cree que las comunidades vegetales están formadas a lo largo de gradientes ambientales, independientes unas de otras, la herramienta asociada con esta teoría es ordenar las muestras en relación con distintos ejes de variación, como geográfica, fenotípica (carácter específico dentro de una población), etc. (Perelman et al. 2005).

Sin embargo, la teoría organísmica, por Clements desarrollada en los años 1916 y 1928, considera que la vegetación está distribuida en forma de unidades bien definidas, por el hecho que las comunidades tienen el ciclo de nacer, crecer, desarrollarse, reproducirse, mantenerse y finalmente morir; por lo tanto la clasificación usa la herramienta de agrupar las colectas en sitios que comparten gran parte de las especies de interés clasificadas en comunidades (categorías taxonómicas como lo utilizado por Braun-Blanquet en 1979) (Lozada Dávila 2010).

Por lo tanto, dentro de la investigación; se considera que los análisis florísticos serán estudios de flora, concentrados en colectas y listados de especies en determinadas áreas; enfocados a los sitios donde se centren las comunidades de *Bursera*; sitios en donde se conserve un bosque maduro.

A. Factores relacionados a las unidades vegetales

Dentro de un análisis florístico existen distintos factores que se relacionan con las unidades vegetales, las cuales derivan en el medio en el que se encuentren (Medio Ambiente), los principales factores que se encargan del desarrollo de distintos individuos y de compartir un ambiente adecuado para su desarrollo son, bioclimáticos desarrollada por Salvador Rivas-Martínez, edáficos y bióticos descritos por J. Alcaraz, dentro de los principios de la geobotánica (Braun-Blanquet 1979).

En la actualidad se consideran las actividades antrópicas, como el desarrollo de la ganadería, avance de la frontera agrícola y urbana dentro de los ecosistemas por el hecho que son un factor que puede afectar e influir en los sistemas ecosistémicos (Alcaraz Ariza 2013).

Con el fin de desarrollar una valoración sociológica, se presentan:

a. Factores bioclimáticos

La bioclimatología denominada por Salvador Rivas-Martínez como fitoclimatología, es una ciencia relacionada con la ecología; que se encarga de estudiar la relación existente entre lo biológico y climático, las relaciones y limitaciones por los seres vivos, específicamente, las plantas y la vegetación, la influencia entre variables observables que presenta valores numéricos del clima (precipitación y temperatura). Las características climáticas, se determinan en base a la toma de datos y observaciones, indicando el clima y microclima de un lugar. Muchas comunidades vegetales por más pequeñas que sean presentan factores climáticos con valores puntuales para su desarrollo, sin embargo, los ecosistemas clímax están asociados al desarrollo de microclimas y por distintos estratos de la vegetación (Peinado Lorca, Manuel; Monje Arenas, Luis; Martínez Parras 1985).

i. Precipitación

La precipitación es considerada como cualquier agua proveniente de la atmósfera en bolsas de aire húmedo obligadas a descender o ya sea bolsas de aire caliente provenientes de las tormentas de verano, en forma de lluvia, nieve o granizo. Es un factor decisivo en la producción de seres autótrofos, son las precipitaciones de todos los años, y forma la base

para la creación de un ecosistema, parte de la interacción entre los seres vivos y el medio ambiente que los rodea (Zuluaga y Restrepo 2009).

Los patrones de precipitación, a nivel del mar y nubosidad en relación a los promedios históricos, por el aumento de CO² y de las temperaturas, ha provocado un cambio climático, reflejado en estrés hídrico, humedad relativa, exceso de lluvias, obteniendo como resultado épocas secas más largas y los tiempos de las lluvias en tiempos cortos y en grandes calidades, haciendo que los ecosistemas cambien su manera de sobrevivir y adaptándose a las circunstancias (Yepes y Silveira Buckeridge 2011).

ii. Temperatura

La temperatura, es una medida de la cantidad de calor, es la manera de medir la energía que recibe la Tierra del Sol, es uno de los elementos más simbólicos en cuanto a cambios e interacciones dentro del ecosistema, cuanta con una serie de factores que la hacen dinámica como factor de formación de los ecosistemas, dando como resultado en las especies una resistencia al calor y una resistencia a la sequedad (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

Los individuos han logrado evolucionar y adaptarse a los cambios de temperatura ambiental, producto de las variaciones en la radicación e irradiación calórica y a las plantas establecidas (sombra), y el cambio de la altitud influye sobre la temperatura y la aclimatación de los distintos ecosistemas que se tienen; mientras la altitud aumenta, la cantidad de calor que retiene la atmósfera es menor, descendiendo 2 °C cada 305 m s.n.m. que aumenta de altitud, conocido como gradiente térmico (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

Las altas temperaturas aumentan la velocidad de procesos biológicos como el incremento del metabolismo y catabolismo, activación de proteínas/enzimas, y como estímulo para dar inicio a otros procesos como la fotosíntesis y la respiración celular (Bermudez 2015).

iii. Viento

El viento es uno de los elementos de menos importancia en cuanto la interacción que presenta sobre una unidad vegetal, sin embargo, las corrientes de aire crean extensas regiones climáticas, por la rotación de la Tierra, acarrea las corrientes de temperatura y masas de aire, conocidas como corrientes eólicas. El aire frío no retiene tanta humedad como el aire caliente, y, es por eso, que se condensa el agua del aire que sube y se precipita en forma de lluvia; la formación del entorno Trópico, se debe a los rayos del sol, y la precipitación pluvial, acercándose a la línea ecuatorial, por lo tanto, el aire caliente y húmedo se eleva y se enfría, creando una banda con entorno caluroso y húmedo de toda la Tierra (Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers 2008).

En Guatemala, respectivamente en el valle del río Motagua, existe el efecto sombra orográfica, la cual es el enfriamiento del aire, reduce la capacidad de retener humedad, formándose lluvia, sobre la ladera donde proviene el viento (Corriente del Caribe), el aire frío y seco se calienta bajando por la otra ladera de la Sierra, absorbiendo el agua del suelo, creando una zona seca local de factores edáficos (Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera 2018).

b. Factores edáficos

Edafología, como la ciencia que estudia el suelo, del término edafo (griego: pavimento y extensión de suelo). El suelo es el medio en el cual las plantas se abastecen de nutrientes, agua y enraízan para desarrollarse, mutuamente el suelo se beneficia al protegerse de la erosión, aumento de materia orgánica, almacén de humedad y elementos sólidos que sostienen la producción de biomasa (Peinado Lorca, Manuel; Monje Arenas, Luis; Martínez Parras 1985).

Los elementos que regulan el suelo, que influyen en el desarrollo, distribución y cantidad de flora y fauna son:

i. Físicos

Las principales propiedades físicas que afectan la composición del suelo son: la textura, la porosidad, densidad y la pedregosidad, los cuales están muy relacionados con la interacción de las actividades antrópicas y a su proceso de regeneración, provocando un cambio directo en la capacidad productiva cuantitativa y cualitativamente, en cuanto a la cobertura que pueden ofrecer a los seres autótrofos, afectando la capacidad de transmisión de fluidos, volumen de almacenar humedad y balance de gases, la cual puede ser evaluada por alteración en la densidad, cantidad y tamaño de poros, tasa de infiltración de agua en el suelo (Novillo Espinoza et al. 2018).

ii. Químicos

Las principales propiedades químicas del suelo son: materia orgánica, pH, CIC, conductividad, salinidad, los cuales son muy importantes para el intercambio iónico, y catiónico, número de cargas negativas y positivas, son propiedades muy delicadas y que afectan de gran manera a la composición del suelo; junto con la fotosíntesis y el intercambio de nutrientes y al ciclo del agua, carbono, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes esenciales, que son de gran importancia para las plantas (Ramírez Carvajal 1997).

El cambio de las características de dichas propiedades, afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas por el mal funcionamiento en el intercambio entre el suelo y la planta, dentro de los ciclos de los 16 nutrientes esenciales, causando la pérdida de la productividad de los

suelos, disminución de las propiedades biológicas, aunque algunas especies tengan rangos aceptables de adaptación, se pierden especies dentro del ecosistema que no se logren adaptar a los cambios químicos del suelo (Orozco Corral et al. 2016).

2.2.6 Método fitosociológico

La fitosociología como comúnmente se le conoce, la sociología de las plantas, es una orientación para la caracterización y reconocimiento de la estructura dentro de comunidades vegetales, a partir del estudio agrupado de especies, realizado por censos de la vegetación, representado en tablas fitosociológicas, desarrollado por Braun-Blanquet en 1950, en Zúrich-Montpellier, conocido en la actualidad como método fitosociológico (Oesterheld, M; Aguiar, M; Ghersa, C; Paruelo 2005).

La Fitofenología estudia cómo afectan las variables meteorológicas dentro de las comunidades vegetales, acompañado de la Sinecología, relacionada desde un principio con la geobotánica (Heer, Lecoo, Sendtner y Kerner), buscaron las causas de la presencia de determinadas especies dentro de un hábitat, y para ello Heer en 1895, inician las observaciones de las influencias entre las especies y las comunidades.

El método analiza la vegetación partiendo de su composición florística, lo que significa que se identifican distintas especies para determinar comunidades, sin embargo, las problemáticas que presenta el método son:

- Identificación de especies de plantas.
- Definir la toma y medición de abundancia.
- Tipo de muestreo.
- Tamaño de parcelas y delimitar la homogeneidad de un área.

A. Bases esenciales del método fitosociológico

- a. A través de la composición florística se reconocen a las comunidades de plantas como tipos de vegetación, expresando comunidades con el ambiente que lo caracteriza (Alcaraz Ariza 2013).
- b. Las especies que integran una comunidad son utilizadas para indicadores de interrelaciones, conocidas como especies de diagnóstico.
- c. Las especies de diagnóstico son utilizadas para organizar las comunidades, por la gran información que se analiza (Martínez-Quesada 2010).

B. Índices del método fitosociológico

Los análisis de comunidades vegetales se deben estudiar en base a su composición florística, por medio de componentes cuantitativos (índices), los cuales se estudian a través de sus estratos (herbáceo, arbustivo, arbóreo) principalmente, ya que es la manera en que se toma la información más relevante de la composición dentro un ecosistema. La ventaja del método fitosociológico propuesto por la Escuela Europea, es su rápida estimación y toma de datos en campo, se logran incluir todos los estratos, incluyendo musgos y líquenes, si el estudio lo requiere, principalmente el índice que se utiliza es la abundancia-dominancia para su muestreo (Merle Farinos y Ferriol Molina 2012).

a. Abundancia

El índice de abundancia nos permite identificar el número de individuos por especies, en un área determinada (densidad). Es muy útil para aquellas especies que por su escasa representatividad dentro de una unidad vegetal son más sensibles a las perturbaciones ambientales, útil también, para la identificación de cambios en la diversidad, procesos, empobrecimiento, siendo la pérdida en el número de especies (Moreno 2001).

c. Cobertura

En cuanto al índice de cobertura, es considerada la porción de terreno que ocupa por la proyección de su sombra de las especies consideradas dentro del inventario, usualmente medible en porcentaje, la cual es un aspecto florístico de las especies dominantes dentro del dosel (Merle Farinos y Ferriol Molina 2012).

d. Frecuencia

El índice de frecuencia representa la cantidad de veces que se repite una especie, en un área base, se encuentra determinada por la distribución de la especie y a su presencia dentro de las parcelas. Dentro de la metodología europea no se toma como tal el dato cuantitativo, sin embargo, en rangos de cobertura 2, ya se considera una especie con una presencia frecuente dentro del ecosistema (Hernández et al. 2000).

2.2.7 Índices de diversidad

Los índices de diversidad son un valor que incorpora la riqueza específica y la equitabilidad dentro de una comunidad, se puede obtener una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad, como una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad (Juárez Agis et al. 2016). En el cuadro 9, se muestra los índices de diversidad más utilizados en los estudios de comunidades.

Cuadro 9. Índices de diversidad para alfa, beta y gama.

Índice	Descripción	Ecuación	
Índice de Simpson (1-D)	Índice de Simpson indica la probabilidad que 2 individuos tomados al azar, dentro de un área sean iguales, influye la especie más abundante durante el muestreo.	(ecuación 1) $\lambda = \sum(pi)$ (ecuación 2) $D = 1 - \lambda$	Dónde: <ul style="list-style-type: none"> • λ= índice de abundancia proporcional. • pi= representa la abundancia proporcional de la especie i. • D= índice de diversidad.
Índice Shannon-Wiener (H')	Es un índice mide el grado de incertidumbre, predice que especie seleccionado al azar, representa a una determinada muestra. Los valores van de 0-1, mientras más cercano a 1 mayor equitativa en la muestra.	(ecuación 3) $H' = -\sum pi \ln pi$	Dónde: <ul style="list-style-type: none"> • H'= índice de diversidad de una comunidad de la que se conoce el número de especies. • pi= representa la abundancia proporcional de la especie i.
Índice de Jaccard	En el análisis Clúster se utilizó el modelo de Jaccard, para relacionar las 35 especies arbóreas y arbustivas de cada parcela y determinar su relación con la comunidad. También se utilizó para determinar la relación entre las 25 parcelas.	(ecuación 4) $Ij = \frac{c}{a+b-c}$	Dónde: <ul style="list-style-type: none"> • a= número de especies presentes en el sitio A. • b= número de especies presentes en el sitio B. • c= número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Fuente: Juárez-Agis, A; Herrera Castro, ND; Martínez y Pérez y Reyes Umaña 2016.

2.2.8 Género *Bursera*

El género *Bursera* perteneciente a la familia Burseraceae, del orden Sapindales y la subclase Rosidae; presenta a nivel mundial un estimado de 120 especies, en un área de distribución principal en América, desde el sur de la Florida hacia el sureste de América y parte de las islas Bahamas, localizando el mayor número en las costas del centro de México; probablemente, manteniendo su diversidad en la parte de México. El uso principal de las *Bursera* es la alimentación de aves e insectos en épocas secas, por su floración tardía, proporciona sombra y es comúnmente ornamental por su corteza. Son de importancia económica por su uso en la elaboración de resina conocido como copal y barniz, usado en medicina doméstica y quemar incienso en templos desde la época de la pre conquista (Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel 2001).

El género *Bursera*, se presenta con especies arbóreas o arbustivas, de hábito caducifolio presente en zonas tropicales, subtropicales a muy secas, en áreas con una precipitación anual que está entre los 500 mm a 1,400 mm, temperaturas entre los 18 °C a 26 °C. Se ubica en lugares muy húmedos en microclimas áridos o rocosos. Existente en suelos arenosos hasta muy arcilloso, en pH entre 5.5 a 8.5, tolerantes a suelos salinos o calcáreos; registrando hasta la fecha 8 especies en Guatemala, con una altitud máxima de 1,800 m s.n.m.; dentro del bosque seco del país su distribución se limita a 5 especies registradas, sin embargo, al ser una investigación exploratoria, no se tiene el conocimiento si ha cambiado su distribución; o se tiene registro de otra especie ubicada en los trópicos de las Américas, las especies son pocas y sin variación (Stadley y Steyermark 1946).

El género *Bursera*, presenta una corteza en su mayoría lisa, frecuentemente exfoliante en capas delgadas como papel o en escamas gruesas. Hojas alternas, deciduas, generalmente agrupadas con los extremos de las ramas y pecíolos en ocasiones alados, folíolos de crenados a enteros, todos sin pulvínulo (engrosamiento o ensanchamiento en forma de cojinete de la base de la hoja o del pecíolo de las hojas). Presenta inflorescencias paniculadas racemiformes, axiales, brotando junto una hoja o poco antes que ésta, durante la estación seca; cáliz de 3 - 5 lobado; pétalos 3 - 5, más de longitud (casi iguales) que los sépalos, libres (Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel 2001).

En los cuadros 10 y 11, se muestra las características de las especies de *Bursera*, citadas en la Flora de Guatemala de Stadley y Steyermark en 1946.

Cuadro 10. Comparativa entre *B. bipinnata*, *B. diversifolia*, *B. excelsa*, *B. graveolens*.

Característica	<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	<i>Bursera diversifolia</i> Rose	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch
Nombre común en Guatemala	Copal (Huehuetenango); Pom, Copal, Copalan, Santo copal en otros departamentos.	Copal pom hembra (Huehuetenango).	Copal, Incienso, Copalillo real, Copal de Tecomajaca, Tecomajaca (Huehuetenango); Campón (Zacapa, El Progreso).	Palo Santo, Caraño (México), Nabanche (Yucatán, México), Copalillo (El Salvador).
Nombre común en otros países	Copal chino, Copal blanco, Copal de santo, Copal.	Copal, Copal Santo.	Pomó Tecomahaca.	Brasil colorado, Chicle, Palo Santo (El Progreso y Zacapa).
Habito	Árbol raramente arbusto.	Arbusto o árbol pequeño.	Árbol pequeño caducifolio.	Árbol resinoso.
Altura	6 m a 10 m, máximo 15 m.	3.5 m a 8 m.	7 m a 8 m.	6 m a 9 m, máximo de 15 m.
DAP	25 cm.	---	---	80 cm.
Hojas	Hojas pinnadas, normalmente bipinnadas o tripinnadas, con 4 a 9 pares de folíolos.	Hojas compuestas, alternas, con hojas 2 o más veces pinnadas, de 4 a 10 folíolos.	Hojas alternas y pinnadas, con 5 a 9 folíolos.	Hojas compuestas, alternas, de 3 a 9 folíolos lanceolados u ovados.
	Raquis y raquillas angostamente alados.	Raquis angostamente alado.	Raquis de algunas hojas bipinnadas estrechamente alado.	Su agrupación en las puntas, estrechamente aladas en los raquis.
	1 mm a 9 mm de ancho y entre los 3 mm a 10 mm de longitud, margen liso.	Promedio de 20 cm de longitud y 10.5 cm de ancho, margen liso.	Promedio de 2.5 cm a 5 cm de longitud, algo oblicuo en la base y margen crenado.	Promedio de 7 cm ancho por 13 cm de longitud, margen aserrado – dentado.
Tronco	Bajo, grueso, densamente ramificado.	Fornido de crecimiento lento.	Fornido, con ligera torcedura en forma de “S” por su lento crecimiento.	Fornido con una torcedura ligera en forma de “S”, superficie con lenticelas.
Ramas	Cortas, agudas, a menudo semejando espinas, glabras.	Brillantes, rojizas, glabras y ramas jóvenes con pubescencia.	Robustas, densamente cortas, pilosas o glabras.	Ramas ferruginosas, glabras.
Corteza	Gris a gris-rojiza, lisa, no exfoliante.	Gris-rojiza a gris, no exfoliante.	Exfoliante color rojizo oscuro, en oscura rojiza lisa.	Rugosa de color grisáceo cenizo a pardo, exfoliante color verde rojizo, con manchas de color blanco y morado grisáceo.
Flor(es)	Paniculiformes, de 2 cm a 6 cm de longitud.	Paniculadas entre 2 cm a 6 cm de longitud.	---	Se caracteriza por presentar flores de 4 partes, 3 mm de longitud.
	Las flores masculinas con lóbulos del cáliz triangular, flores femeninas con los pétalos un poco más cortos que los sépalos.	4 sépalos, 2/3 del longitud de los 4 pétalos que presenta entre 2 mm a 3 mm de longitud envés.	Las flores las presenta en inflorescencias, las cuales son paniculada, axilares o racimosas, las flores divididas en 4 partes.	En panículas hasta 6 cm de longitud, con 4 sepalos de ¼ de longitud de los 4 pétalos presentes siendo entre 2 mm a 3 mm de longitud.
	1.5 mm a 2.5 mm de longitud y 0.6 mm a 0.7 mm de ancho, los pétalos blanquecinos, amarillentos o verdosos.	---	---	Florece en los meses mayo a noviembre (máximo agosto).

Continuación cuadro 10

Característica	<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	<i>Bursera diversifolia</i> Rose	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch
Fruto(s)	Drupas verdes o rojas grablas o infructescencias.	Son obovoides a elipsoides, 8 mm a 10 mm de longitud, 2 valvados.	Drupáceos, resinoso, coriáceo, glabros, dehiscente con 2 o 3 valvas.	Son obovoides, de 7 mm a 11 mm de longitud, presentes en color verde matizados de rojo al madurar.
Fructificación	Meses de octubre y noviembre.			
Sexualidad	Se presenta como una especie monoica o polígamo-dioica a causa de las distintas condiciones en las que se encuentran algunos individuos no logar desarrollar los dos aparatos reproductores.			
Polinización	Es realizada por insectos durante el día principalmente <i>Trigona</i> spp, <i>Apis mellifera</i> , ocasionalmente alguna <i>Euglossine</i> , el cual proporciona propóleo para la colmena y de noche por murciélagos frugívoros.			
Distribución en Guatemala	Huehuetenango, Zacapa, Baja Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Escuintla, Quiché, Guatemala.	Jalapa y Huehuetenango.	Huehuetenango, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Quiche y Sacatepéquez.	El Progreso, Zacapa.
Distribución otros países	En las costas del centro de México a lo largo del Océano Pacífico y parte del Golfo de México.		A lo largo de las partes bajas de la vertiente pacífica y en la Depresión Central de Chiapas.	Nativa desde Yucatán atravesando Centro América hasta Colombia y parte de Perú.
Altitud en otros países	1,650 m a 2,200 m s.n.m.	0 m a 1,800 m s.n.m.	150 m a 1,250 m s.n.m.	40 m a un máximo de 900 m s.n.m.
Altitud en Guatemala	250 m a 1,400 m s.n.m.	1,000 m a 1,400 m s.n.m.	800 m a 1,800 m s.n.m.	200 m a 500 m s.n.m.
Origen / Extensión	Es considerado como un elemento del bosque tropical caducifolio y de los encinares contiguos, así como de la vegetación secundaria de los mismos.	Originaria de las llanuras planas comprendidas en Chiapas, sur de México hacia los bosques húmedos de Chinandega en Nicaragua, entre las llanuras arbustivas.	Su extensión que presenta en México es en los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Sinaloa, Nayarit y Colima. Con mayor frecuencia en la parte oriente de Guatemala.	Es originaria de América tropical, se ubica mejor en las partes bajas de cuencas y ocnas.
Estatus	Su población está muy diezmada a causa del avance de la frontera ganadera y al uso de su resina ceremonial de olor agradable.	Crece junto a <i>B. bipinnata</i> y <i>B. excelsa</i> , por el cual se cuestiona si es un híbrido entre estas dos especies.	En Sacatepéquez, se ubica como setos de casas o cultivos agrícolas, presente en el bosque seco de Guatemala de forma silvestre.	Habita en ecosistemas secos o xerofíticos, creciendo a la orilla de las costas, pendientes casi planas.
Hábitat	Forma parte del bosque tropical caducifolio y matorrales semiárido y cálido subhúmedo por su hábito en arbusto, ubicado cerca de la orilla de ríos, bosques riparinos, mesetas y matorrales.	Se encuentra en llanuras arbustivas hacia los bosques húmedos, presente en zona de roble-pino, en piedra caliza, cumbre de cuesta arriba.	Se extiende en aquellas regiones cálidas, donde la temporada seca se define bien durante el año con poca humedad a secos.	Se encuentra con facilidad en los ecosistemas de bosque seco, ha desarrollado mecanismos para adaptarse a condiciones extremas, como altas temperaturas y escasez de agua.

Característica	<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	<i>Bursera diversifolia</i> Rose	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch
Importancia ecológica	Es considerada como un componente importante del bosque tropical caducifolio de muchos parajes del sur de Guanajuato y del norte de Michoacán de los estados de México y Guatemala.	---	Especie codominante en bosques tropicales, espinoso y secos caducifolio. Durante la época seca es de utilidad para alimentar una variedad de insectos y mamíferos como los murciélagos, así como pequeños roedores ardillas, monos y jabalíes.	Es una especie confirmada con importancia ecológica representativo de los Bosques Secos de Guatemala y la costa norte de Perú Durante la época seca es de utilidad para alimentar una variedad de insectos y aves que consumen el fruto entero.
Aspectos fisiológicos	En cuanto a fines de reforestación, es considerada viable por ser adaptable a suelos pedregosos, arcillosos y arenosos con un pH neutro, buena capacidad de enraizamiento.	---	---	Se utiliza para la regeneración en bosques maduros o secundarios, reproducción asexual por medio de estacas, se ubica en los pueblos y aldeas como cercas vivas.
Usos	La resina se usa como incienso en ceremonias y aromatizantes por grupos indígenas de la vertiente pacífica. Presenta antecedentes como uso medicinal para curar diarreas severas. Utilizado en antigüedad como base para elaborar de tintas para escritura, vasos y xícaras.	Forma parte de las ceremonias mayas de Totoncapán y Quetzaltenango, como parte de las rutinas ancestrales de los mayas, la cual se utiliza la resina para la quema en forma de incienso por ser una especie aromática.	Produce una resina que da humo aromático y sirve para preparar barnices, un barniz artesanal para uso local, de igual manera, la madera se puede obtener leña y carbón en estado bien seco. Se le conoce en distintas regiones de Chiapas como Pom, utilizado para celebrar distintas ceremonias a petición de lluvia.	La resina es utilizada para pegar piezas de loza, vidrio y porcelana; para repeler insectos como mosquitos y zancudos, mediante la quema de ramas y raíces. Se usa en forma de emplastos en hernias y quemaduras de piel, el uso las hojas para tratar el asma, diarrea, cálculos en riñón, mordeduras de serpientes y tuberculosis.

Fuente: elaboración propia con información de Rzedowski, Jerzy; Medina Lemos, R.; Calderón de Rzedowski 2005, Carrión Paladines 2016, Cházaro Basáñez, M; Mostul Burn, L; García Lara 2010, Espinosa Organista 2007, Eusse-González, D; Cano-Palacios 2018, Rzedowski, J; Guevara-Féter 1992, Cano 2008, Morillo Infante, LF; Eras Guamán, VH; Moreno Serrano, J; Minchala Patiño, j; Muñoz Chamba, L; Yaguana Arévalo, M; Poma Angamarca, R; Valarezo Ortega, C; Sinche Freire 2016, Puestas Chully 2011, Ruiz Gracia et al. 2019, Rzedowski, Jerzy; Medina Lemos, Rosalinda; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, J; Medina R; Calderón de Rzedowski 2004, Vasquez-Yanes, C; Batis Muñoz, AI; Silva, M; Sánchez Dirzo 1990, Stadley y Steyermark 1946, Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel 2001.

Cuadro 11. Comparativa entre *B. permollis*, *B. schlechtendalii*, *B. steyermarkii*, *B. simaruba*.

Característica	<i>Bursera permollis</i> Standl. & Steyererm	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl	<i>Bursera steyermarkii</i> Standl.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Nombre común en Guatemala	Jiote, Palo jiote de huis.	Copalillo, Copalito y Brasil (Zacapa); Jocote de iguana (Chiquimula); Caraña, Jiote colorado y Pom (Huehuetenango).	Copal, Copal Blanco.	Jiote, Chino, Chinacahuite, Palo jiote, Chaca, Solpiem, Cajha (Huehuetenango); Palo chino, Chacah, Chacah Colorado, Palo mulato (Petén); (Huehuetenango); Indio desnudo, Palo de Jiote (Zacapa, El Progreso).
Nombre común En otros países	---	Xiote, Aceitillo, Palo mulato, Ulelete.	<i>B. heteresthes</i> Bullock, es el nombre actualizado de la especie.	Palo de Jiote, Gringo en Playa, Jiote, Jiote Colorado, Palo Colorado, Palo mulato, Mulato.
Habito	Arbustivo.	Arbustivo.	Árbol.	Árbol.
Altura	3.5 m a 5 m, máximo 8 m.	1 m a 6 m, máximo 10 m.	5 m a 15 m.	5 m a 20 m, máximo 35 m.
DAP	---	20 cm a 30 cm.	---	40 cm a 80 cm, hasta 1 m.
Hojas	Presenta hojas largas y pecioladas, 1 a 5 folíolos peciolados (comúnmente 3 folíolos).	Hojas simples (unifoliadas), con pecíolos de 3 mm a 10 mm y un máximo de 14 mm de longitud.	Trifolioladas, pecíolos largos, de 3 folíolos membranáceas gruesas, sésiles cuneado-obovado u oblanceolado-oblongo.	Hojas compuestas, alternas, de 3 a 13 folíolos lanceolados u ovados.
	3 mm a 12 mm de ancho, el peciolo de 4 cm a 5 cm de longitud, suavemente pilosos.	Láminas elíptica a oblanceolada u obovada, entre los 2 cm a 5 cm máximo de longitud y 0.5 cm a 3 cm de ancho.	4 cm a 6 cm de longitud, presenta una gran variedad de márgenes por sus adaptaciones al medio ambiente.	1.8 cm a 3.5 cm de ancho por 4 cm a 9 cm de longitud.
	Ampliamente ovados, con ápice abrupto y acuminado, entero.	Su ápice por lo general redondeado u obtuso, margen entero de color verde oscuro y a menudo brillante en el haz.	---	Margen entero de color verde oscuro y a menudo brillante en el haz.
Tronco	Densamente filósóficas con pelos esparcidos.	Fornido distalmente bifurcado.	---	Fornido con una torcedura ligera en forma de "S" desde la parte media a superior.

Continuación cuadro 11

Característica	<i>Bursera permollis</i> Standl. & Steyerm	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl	<i>Bursera steyermarkii</i> Standl.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Ramas	Gruesas, pálidas.	Gruesas y torcidas de color oscuro ferruginoso.	Forma ferruginosas (compuestos de hierro y de color marrón rojizo).	Gruesas y torcidas.
Corteza	Gris a gris-rojiza, lisa, no exfoliante.	Roja oscura cubierta con papilas blanquecinas diminutas, exfoliante.	Color gris no exfoliantes.	Corteza lisa, entre rojiza y café, de hábito exfoliante color verde.
Flor(es)	Inflorescencias en racimos o panícula pistilada de 2 cm a 6.5 cm máximo de 7 cm.	Racimos cortos, en pedúnculos de 5 mm máximo de longitud.	Largas como las hojas en inflorescencias en forma de racimo o panícula, en genera laxa, pedicelos de 1 cm de longitud.	Paniculadas tirsiformes terminales o pseudoracimos entre 6 a 13 cm de longitud.
	2 cm a 6.5 cm máximo de 7 cm de longitud, derivadas de los nudos, cortos y con pocas flores de color amarillo pálido.	Flores masculinas son pentámeras o raramente tetrámeras, con lóbulos del cáliz triangulares con el ápice encorvado, amarillento o rojizo.		Femeninas de tres pétalos y masculinas de 4 a 5 pétalos rosados.
	---	Florece en los meses de junio a diciembre.		---
Fruto(s)	Elipsoides a obovoides, 7 mm a 9 mm de longitud, 3-valvados.	Oblicuamente ovoides, entre los 4 mm a 8 mm de longitud, frecuentemente glabros o apiculados.	Glabra ovoide, de 1 cm de longitud y bivalvados en el territorio de Guatemala.	Infrutescencia de 4 cm a un máximo de 15 cm de longitud, capsula trivalvada dehiscente de 10 mm a 15 mm de longitud, diámetro triangular, color moreno rojiza dehiscente de 1 o 2 semillas por fruto.
Fructificación	---	---	---	---
Sexualidad	Se presenta como una especie monoica o polígamo-dioica a causa de las distintas condiciones en las que se encuentran algunos individuos no logar desarrollar los dos aparatos reproductores.			
Polinización	Polinización es realizada por insectos durante el día principalmente <i>Trigona</i> spp, <i>Apis mellifera</i> , ocasionalmente alguna <i>Euglossine</i> , el cual proporciona propóleo para la colmena y de noche por murciélagos frugívoros.			
Distribución en Guatemala	Chiquimula (al norte de Quezaltepeque, en el cerro Caracol) y Jutiapa.	El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y del sur de México a Huehuetenango.	Zacapa cerca de la Fragua y en Chiquimula.	Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos.

Continuación cuadro 11

Característica	<i>Bursera permollis</i> Standl. & Steyerl	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl	<i>Bursera steyermarkii</i> Standl.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Distribución en otros países	Bosques secos en las zonas norcentrales de Guatemala a Nicaragua.	Desde las costas del centro de México a lo largo del Océano Pacífico.	Sur de Jalisco al este de Guatemala, en tres áreas separadas, de Jalisco al oeste de Guerrero, este de Oaxaca hacia la Depresión Central de Chiapas y en la parte oriental de Guatemala.	Costas del centro de México a lo largo del Océano Pacífico.
Rango altitudinal en otros países	110 m a 800 m s.n.m.	600 m a 1,600 m s.n.m.	500 m a 1,600 m s.n.m.	0 m a 1,800 m s.n.m.
Rango altitudinal en Guatemala	800 m a 1,400 m s.n.m.	200 m a 1,400 m s.n.m.	200 m a 500 m s.n.m.	0 m a 1,800 m s.n.m.
Origen / Extensión	Desde el sureste de Oaxaca a Chiapas, pasando por Guatemala, El Salvador y Nicaragua hasta llegar a Honduras.	Es originaria de América tropical, nativo de las áreas comprendidas al sur de México.	Dentro de México es una especie base para el bosque tropical caducifolio, sin discriminación en el sustrato geológico.	Es originaria de América tropical, nativo de las áreas comprendidas desde Florida central hasta las Antillas hasta llegar a la línea ecuatorial de Sur América.
Estatus	Se presenta desarrollada en pequeños manchones de bosque transitorios, y paisajes urbanos.	Forma silvestre en bosques de regeneración y e desarrollada en parcelas de cultivo como cercas vivas.	Se presenta de manera silvestre más cercana en los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca.	Su estatus actual silvestre, desarrollada en parcelas de cultivo.
Hábitat	Forma parte de laderas, matorrales, llanuras abiertas de la selva baja caducifolia de México, a veces presente en setos cerca de Jutiapa.	Se encuentra en bosque tropical caducifolio, entre matorrales xerófilo, en suelos de origen calizo.	Se ubica en llanuras con matorrales húmedos o secos, laderas rocosas de matorrales a bajos metros sobre nivel del mar.	Es una especie que crece a la orilla de caminos, laderas, lagunas saladas, pendientes elevadas, su crecimiento es debido a la amplitud de las condiciones ecológicas.
Importancia ecológica	Es característico en zonas de bosque seco y transitorio.	Se ubica en Guatemala junto a laderas rocosas, matorrales a lo largo de los lechos de los arroyos y es de alimento para una variedad de insectos y mamíferos en época seca.	--	Es una especie codominante en bosques tropicales, espinoso y secos caducifolio, forma parte de algunos bosques secundarios.

Continuación cuadro 11

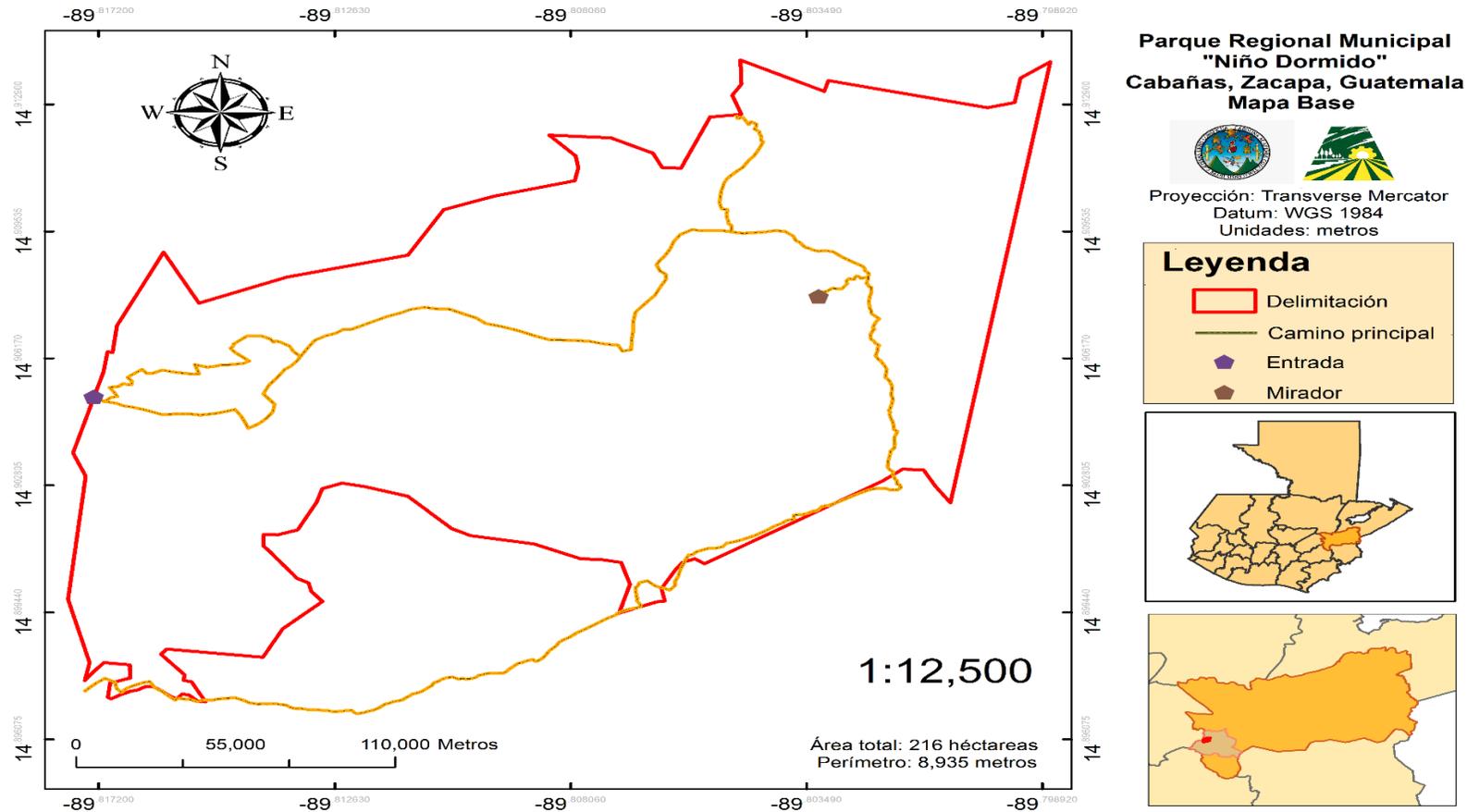
Característica	<i>Bursera permollis</i> Standl. & Steyerl	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl	<i>Bursera steyermarkii</i> Standl.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Aspectos fisiológicos	--	Especie longeva de rápido crecimiento y establecimiento, con buena germinación y regeneración en bosques maduros o secundarios, reproducción asexual por estacas.	--	Es común o abundante en muchas regiones de tierras bajas, a menudo en bosques primitivos, pero más abundante en bosque secundario bastante seco o húmedo o matorrales.
Usos	La resina de esta especie se utiliza como incienso en ceremonias, como aromatizante y presenta antecedentes como uso medicinal para curar diarreas severas, antiinflamatorio y antibiótico, utilizado en antigüedad como base para la elaboración de tintas para escritura, vasos y jícaras.	La resina que produce es una sustancia aromática la cual ha sido utilizada desde la época hispánica por Aztecas y Mayas de Guatemala y México, en ritos religiosos Se aplica para obtener un tipo de barniz y pegamento, por su fácil enraizamiento, se usa extensamente como cercas vivas y para delimitar viviendas.	--	La resina es utilizada para pegar piezas de loza, vidrio y porcelana; repeler insectos, de la madera se puede obtener leña y carbón, la pulpa se utiliza para la fabricación de papel y barnices. Uso medicinal para bajar de peso, mordedura de serpiente o arañas, curar diarrea, fiebre, hongos en la piel, acelerador de parto, antiinflamatorio, dolor de cabeza, dolor muscular, inflamación de ovarios.

Fuente: elaboración propia con información de Andrés-Hernández y Espinosa-Organista 2002, Francis 2009, Rzedowski, J; Calderón de Rzedowski 2009, Cházaro Basáñez, M; Mostul Burn, L; García Lara 2010, Espinosa Organista 2007, Eusse-González, D; Cano-Palacios 2018, Rzedowski, J; Guevara-Féter 1992, Rzedowski, Jerzy; Medina Lemos, Rosalinda; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, J; Medina R; Calderón de Rzedowski 2004, Stadley y Steyermark 1946, Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel 2001, Vasquez-Yanes, C; Batis Muñoz, AI; Silva, M; Sánchez Dirzo 1990.

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Regional Municipal Niño Dormido, en el municipio de Cabañas, Zacapa (figura 6).



Fuente: elaboración propia, 2020. Límites reales disponibles en el registro municipal de Cabañas.

Figura 6. Mapa ubicación del área de estudio.

2.3.2 Aspectos biofísicos de Cabañas

A. Clima

El clima que predomina en el municipio de Cabañas, departamento de Zacapa, es cálido seco durante la mayor parte del año, los meses más secos son de noviembre a mayo (INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología) 2020).

a. Precipitación

En Cabañas, Zacapa, se presenta una precipitación promedio de 750 mm anual en el Valle del río Motagua, entre un rango de 400 mm a 600 mm al mes, presente en 89 días de lluvia al año (INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología) 2020).

b. Temperatura

La temperatura presente en el municipio de Cabañas es una temperatura entre los 20.8 °C a 28.1 °C, con una temperatura máxima de 33.8 °C (INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología) 2020).

B. Hidrología

El mayor afluente dentro del parque regional es el río Motagua, tributarios de los ríos de San Vicente y el Tambor, dentro del municipio se contempla el abastecimiento de agua por medio de 25 manantiales; los ríos San Vicente y Jalapa, para actividades agrícolas (SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y de Programación de la Presidencia) 2010).

C. Geología y suelos

a. Geología

El Parque Regional Municipal Niño Dormido, se encuentra ubicado en la cuenca media del río Motagua, dominan aluviones recientes y formaciones de terrazas fluviales, presencia de

basalto, posiblemente del Periodo Pleistoceno medio, Paleozoico y Mesozoico, con asociados de serpentinas, cuarzos entre los más notables. En algunas partes presenta magnetividad por la gran actividad tectónica de la falla geológica del río Motagua (Paredes 1996).

b. Mineralogía

Dentro del municipio se encuentra ubicada la explotación de Jadeita, Guatemalita, Marmol, Negrita y Fedelpato por parte de los titulares Angela Lewellyn Ridinger y Jay George Ridinger Spangler; otros minerales preciosos como Oro, Plata, Zinc, Plomo y Cobre por parte de la Compañía Minera El Condor, S.A. (Han y Goleman, D; Boyatzis, R; Mckee 2019).

c. Suelo

Presentan características variables, como, poco profundos, expuestos sobre mantos de esquisto arcilloso y caliza, relacionados con serpentinas, erosión, desertificación y drenajes deficientes lo cual no permite el almacenamiento del recurso hídrico en época seca (Paredes 1996).

D. Fisiografía

El área de cabañas está presente en una zona montañosa, dentro de los cerros Piedra de Cal, El Pacayal, El Cuervo, La Campana, El Temblador, por la cual se tienen pendientes inclinadas, y elevaciones mínimas de 130 m a 1,000 m s.n.m. (Paredes 1996).

2.3.3 Impacto antrópico en la región

En el análisis realizado en 1996, por César Castañeda y Helmer Ayala; en las comunidades dentro del Valle del río Motagua, han sido sometidas desde antes a presión por cacería de la fauna como conejos, mapaches, culebra y algunas aves ya sea para subsistencia, reptiles como la culebra cascabel, deshidratada, es vendida directamente en mercados de Zacapa o casas de la región como en El Rancho, El Progreso con propósitos medicinales (Valenzuela de Pisano 2012).

El uso de sistemas de temporales en áreas de alta pendiente y pedregosidad para uso de áreas agrícolas como el maíz y frijol en su mayoría para el autoconsumo, es el mayor impacto en la pérdida de biodiversidad ya que empobrecen las tierras y no realizan una integración de la agricultura con los recursos naturales, finalizan en ecosistemas reducidos y pérdida en la biodiversidad (Castañeda, C; Ayala 1996).

A. Deforestación

La expansión de la actividad ganadera y agrícola intensiva conllevó al inicio de la deforestación inicial del Valle, se encuentra entre las principales causas de la deforestación hasta la fecha, así como la tala ilegal realizadas sin permisos para el uso como leña aprovechamiento forestal, han conllevado a la actualidad a un desarrollo de un proceso de desertificación (Valenzuela de Pisano 2012).

En el período 1991/93 – 2001 dentro del departamento de Zacapa, se tuvo una ganancia de 3,150 ha y una pérdida total de 15,337 ha, para una pérdida neta de cobertura forestal de 12,88 ha sido una pérdida del 2.16 % de la cobertura forestal durante ese periodo según registros INAB (IARNA, 2006). En otras partes del bosque ubicado en el Valle, se encuentran asociados con bosque arbustivo, pastos naturales, matorrales, áreas degradadas, cultivos anuales y pequeñas áreas con monocultivo (Valenzuela de Pisano 2012).

B. Incendios

Según desarrollos realizados por SEGEPLAN en el 2010, dentro del Valle del río Motagua, el departamento de Chiquimula con 8 municipios, Zacapa con 7, son los departamentos con mayor número de incendios acumulando 25,000 ha, esto por la demanda de leña y área para desarrollar agricultura intensiva realizada dentro de los poblados cercanos al Valle del río Motagua, situación que se sale de control para brigadas cortafuego, por el material vegetal seco (ramas, hojarasca, leña), la dirección del viento; lo cual causa la pérdida de la fauna, flora y el caudal de los ríos se encuentra reducido (FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala) 2012).

2.3.4 Aspectos socioeconómicos y culturales

El municipio de Cabañas se encuentra ubicado en la región nororiente del país, con una extensión territorial de 136.08 km², siendo parte del departamento de Zacapa (Polanco Duran 2016).

Según la base de los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), para el año 2018 la población del municipio Cabañas fue de 13,641 habitantes, siendo 50.1 % Mujeres (6,833) y el 49.9 % Hombres (6,808). Según estudios por el Instituto Nacional de Estadística en 2006, Zacapa posee una población del 53.9 % en pobreza y un 18.9 % considerados en pobreza extrema (Polanco Duran 2016).

2.3.5 Ficha técnica del área protegida

A. Nombre del área protegida

Parque Regional Municipal Niño Dormido.

B. Administración

La administración general está a cargo de la municipalidad de Cabañas, Zacapa, operada bajo la supervisión del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Cuenta en la actualidad con un solo guardabosques el cual con la ayuda de la División de Protección a la Naturaleza (DIPRONA), realizan rondas preventivas a la protección del corte ilegal de leña (de León Rosales 2013).

En la conservación del área también participa la sociedad civil de la zona y su coadministración recae en manos de un comité conformado por integrantes de los COCODES de las Aldeas Agua Caliente y San Luis, siendo parte del empoderamiento comunitario en el manejo y conservación de recursos naturales, impulsados por Fundación Defensores de la Naturaleza a través del Proyecto JADE (FDN (Fundación Defensores de la Naturaleza) 2018).

C. Vías de acceso

El parque regional tiene entrada por medio de la carretera interoceánica CA-9 a unos 98 km aproximadamente conecta Cabañas con El Rancho, San Agustín Acasaguastlán, CA -10 y la Ruta Nacional 20 (de León Rosales 2013).

D. Área total y perímetro del Área Protegida

El parque Municipal Niño Dormido, para el año 2013 contaba con una extensión de 165 ha, áreas para recreación como senderos turísticos y área para acampar; y conservación (de León Rosales 2013). Sin embargo, se ha ido aumentando el área del parque por medio de arreglos municipales, obteniendo para el presente año un total de 216 ha de extensión (4.68 cab) y 7.36 km en su perímetro.

E. Municipios en los que se encuentra

El municipio de Cabañas colinda con Usumatlán y Teculután al norte, separados por el río Motagua, al sur con el municipio de San Diego, al este con el municipio de Huité y al oeste con el municipio de el Júcaro a 35 km al oeste de la cabecera departamental de Zacapa, el cual ocupa el 2.47 % del territorio total de la República de Guatemala. El municipio se encuentra a una distancia de 147 km de la ciudad capital, localizado dentro de las coordenadas geográficas 14°58'45" de latitud norte y 89°31'20" de longitud oeste, con una altitud media de 184.69 m s.n.m. Cabañas, es el municipio de menor extensión territorial dentro de Zacapa, él cuenta con una extensión territorial de 49 km² tiene un total de 22 lugares poblados, de los cuales 19 son aldeas (Lémus 2017).

F. Fecha de creación y número de decreto

Declarada legalmente por Acuerdo Municipal, ubicada dentro del libro de Actas de Sesiones Municipales No. 22 y le corresponde el No. 23-2,003 y folios del 179 al 185 de fecha 17 de junio de 2003 en junio del 2003, inscrita ese mismo año al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) (de León Rosales 2013).

G. Infraestructuras disponibles para el manejo y apoyo del área

El parque Regional, cuenta con una estación, para el recibimiento de personas, tiene áreas destinadas a la actividad recreativa de acampar, cuenta con un mirador a 500 m s.n.m., en el cual se puede observar el área protegida y alrededor del parque se tiene varios senderos los cuales ayudan a caminar dentro del bosque.

a. Comunidades de influencia sobre el parque

Las siguientes comunidades son las que se encuentran cerca del parque municipal:

- Aldea Agua Caliente.
- Aldea San Luis.
- Cabecera Municipal Cabañas.

2.3.6 Estudios realizados en la región sobre vegetación o estudios florísticos

En el cuadro 12 se muestran los estudios realizados hasta el momento, sobre la importancia de la vegetación del bosque seco de Guatemala.

Cuadro 12. Estudios realizados dentro del Valle del río Motagua, Guatemala.

Autor(es)	Año de Publicación	Título del estudio	Descripción
César Castañeda Salguero	2004	Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala.	Estudio se realizó con el fin de obtener un documento sobre la diversidad floral que tiene dentro del corredor seco de Guatemala, aprendiendo sobre su fenología y sus adaptaciones en las que se encuentran.
César Castañeda Salguero y Helmer Ayala		Vida en la zona semiárida de Guatemala.	Estudio interpretativo de sobre la flora, vegetación y fauna del Corredor Seco.
Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN-, The Nature Conservancy –TNC-	2006	Plan de conservación de la región semiárida del Valle del Motagua, Guatemala.	Es la elaboración de un plan de conservación para esta región, promoviendo la conservación de los ecosistemas naturales que presenta, pretendiendo promover la valoración y protección de los elementos culturales y naturales identificados.
José Celis Barrios	2008	Caracterización del bosque de ribera de las subcuencas del río Uyús, El Progreso, río Hondo, Zacapa en la región semiárida del Valle del Motagua.	Estudio realizo para entender el rol dinámico de las especies de la ribera en diversos sitios en base a estudios de suelo, clima y ecología, estableciendo 4 grupos funcionales de ribera.
Mario Veliz Pérez	2008	Análisis comparativo de la diversidad florística y endemismos de las zonas semiáridas de Guatemala.	El estudio que se realizo fue con el fin de establecer y comparar la diversidad florísticas entre las distintas áreas semiáridas de Guatemala, evaluadas y analizadas según las condiciones climáticas y edáficas para explicar los patrones de distribución.
CONAP, Asociación Zootropic,CECON, The Nature Conservancy – TNC-	2009	Plan de conservación de las regiones secas de Guatemala.	Estudio de reconocimiento de campo en la Depresión del Motagua, proponiendo estrategias de conservación de la cobertura en áreas definidas como prioritarias dentro de las regiones secas del país, fomentando la investigación y la participación de los actores interesados.
Carlos de León	2013	Parque ecoturístico Regional Municipal “Niño Dormido”, Cabañas, Zacapa.	Investigación la cual tiene como fin, promover el desarrollo turístico del parque, proponiendo infraestructura básica para involucrar a la población a conocer la belleza del bosque seco de Zacapa.

Fuente: elaboración propia, 2020.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Caracterizar la vegetación arbórea asociada al género *Bursera* en el parque municipal “Niño Dormido” Cabañas, Zacapa.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Describir la flora asociada a las comunidades vegetales del género *Bursera* por medio de una composición florística.
2. Determinar la distribución espacial del género *Bursera*, en base a variantes ambientales y las asociaciones vegetales.
3. Desarrollar el mapa bioclimático a partir de la temperatura y precipitación del área.

2.5 METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un carácter exploratorio desarrollada para describir las especies del género *Bursera* y sus relaciones sinecológicas con otras especies vegetales presentes en el bosque seco del Parque Regional Municipal Niño Dormido, Cabañas, Zacapa.

El género *Bursera* es conocido por su presencia en diversos ecosistemas de Guatemala, sin embargo, no existen trabajos sistemáticos que permitan conocer su distribución y sus condiciones generales. La aproximación más cercana de su distribución general se encuentra en las descripciones hechas en la Flora de Guatemala, realizada por (Stadley y Steyermark 1946).

La metodología empleada en esta investigación inicia con la revisión exhaustiva sobre los temas relevantes analizando diversa literatura, bases de datos, etc. También se realizó una investigación previa y reconocimiento del área de estudio. Durante el desarrollo de los trabajos del proyecto "Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos del cambio climático: mejora de la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales del corredor seco de Guatemala", se identificaron aquellos territorios que podrían seleccionarse para su análisis.

Los parámetros generales usados para seleccionar el área consistieron en la facilidad de acceso, oportunidad de realizar muestreos, recursos monetarios, participación institucional y el potencial que presentaba la vegetación de cada una de las áreas. Con base en lo anterior se determinó que la mejor opción se encontraba en el Parque Regional Municipal Niño Dormido en Cabañas, Zacapa.

2.5.1 Descripción de las comunidades vegetales y flora asociada al género *Bursera*

A. Muestreo

Para realizar el estudio se utilizó como metodología base el "método fitosociológico" desarrollado por Josías Braun-Blanquet, la cual es representativa de la escuela europea o escuela SIGMATISTA (S.I.G.M.A. "Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine"), para realizar estudios de flora y vegetación. El método fisiológico utiliza como principal herramienta el inventario (inventario fitosociológico).

Para desarrollar el estudio se agotaron las dos etapas que el método sugiere: la toma de datos en campo usando los inventarios fitosociológicos y la fase síntesis de la información,

que incluye la determinación de las especies y el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la fase previa.

Para la selección de los sitios de muestreo se usaron los siguientes criterios: El área de trabajo se enmarcó en los límites del Parque Regional Municipal “Niño Dormido”; los sitios en donde se levantaron los inventarios se seleccionaron atendiendo a factores como la homogeneidad florística dominante del territorio y la estructura de la vegetación. Buscando remanentes de bosque o etapas maduras de sucesión vegetal, que representaba la vegetación potencial del parque y que incluyera representación del género *Bursera*, en tal sentido el método de muestreo se considera preferencial.

B. Levantamiento de información

En los inventarios realizados se utilizó una boleta de campo (cuadro 18A) incluyendo los siguientes datos:

- Número de inventario, codificado con números ordinarios, el día que se realizó el levantamiento (DD/MM/AA).
- Por medio de un GPS se establecieron las coordenadas geográficas y la elevación en metros sobre el nivel del mar.

Como datos descriptivos, se tomaron las condiciones generales del punto de muestreo, los cuales fueron:

- Topografía.
- Pendiente en grados.
- Orientación de la pendiente.
- Observaciones de las condiciones que se encontraba el lugar como pedregosidad, presencia de mantillo de hojarasca y presencia de epífitas.

Los datos considerados obtenidos en cada inventario fueron los siguientes:

- La cobertura de las especies arbóreas y arbustivas tanto de las especies del género *Bursera* como de otras especies asociadas.
- Se utilizó el método fitosociológico con el estrato arbóreo y arbustivo, se tomaron datos generales del estrato herbáceo como observaciones de la comunidad vegetal.
- La cobertura del estrato que ocupa el dosel en porcentaje.
- La cobertura se estima utilizando la escala propuesta por (Braun - Blanquet, 1979), el cual utiliza la dominancia y la abundancia, los cuales se registran como índices inferiores (+, r) registrando abundancia, y la cobertura o dominancia depende de (1, 2, 3, 4, 5), según el cuadro 13.

Cuadro 13. Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet.

Índice	Significado
R	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor del 5 %
2	Cobertura del 5 % a 25 %
3	Cobertura del 25 % a 50 %
4	Cobertura del 50 % a 75 %
5	Cobertura igual o superior al 75 %

Fuente: elaboración propia con información de Martínez-Quesada 2010.

Los datos de frecuencia y abundancia no fueron tomados en cuenta de acuerdo con metodología, a diferencia de otros métodos que consideran los valores de cobertura, frecuencia y abundancia.

C. Tamaño adecuado del área de muestreo

En el levantamiento datos de la vegetación, el tamaño de las parcelas depende de los recursos, tiempo disponible, el tipo de vegetación y la rigurosidad estadística (Matteucci, S; Colma 1982). Sin embargo, por ser un estudio exploratorio, la recopilación de información se realizó categorizando el ecosistema en comunidades por medio de conglomerados (las comunidades de *Bursera* se ubican en bosques más densos), como bien lo explica la literatura consultada, B. Simaruba, es una especie que representa bosques en desarrollo o maduros, por lo tanto, en la metodología fitosociológica, el área aproximada de 200 m² a 600 m² de tipo rectangular es útil para bosques maduros.

El número de inventarios realizados fue de 25 parcelas (figura 22A), con un área de 340 m² (20 m * 17 m), cubriendo la mayor área posible de bosque sin indicios de actividad antrópica como corte de leña, agricultura o pastoreo de ganado.

D. Colecta del material vegetal

En cada inventario se colectaron especímenes de los individuos encontrados en los sitios. Siguiendo la metodología Arturo Sánchez-González (Sáenz 2015), se realizó la preparación de los materiales colectados, secados, prensados y etiquetados en campo dentro del área de las parcelas, posteriormente llevados al herbario AGUAT, para su herborización completa. En campo se colectaron muestras de las especies de *Bursera* y especies arbóreas y arbustivas que compartían espacio dentro de los inventarios. Tomando en cuenta las principales recomendaciones para la colecta de muestras vegetales, las cuales se indican a continuación:

- Se seleccionaron ejemplares libres de daños por hongos, enfermedades o insectos, tomando solo aquellos que se encontraron en buenas condiciones.
- Se eligieron todas las partes del espécimen que sirven para su correcta determinación, hojas, tallos, flores, frutos, raíces, si en caso se reproducen en bulbos u otra estructura reproductiva.
- Se recolectaron diversas copias del material representativo de cada espécimen, siguiendo las recomendaciones generales, siempre es importante la recolección de flores y frutos para su posterior determinación.
- Colocándoles un código de campo como número de parcela, fecha de colecta y colector, en bolsas plásticas.

Siguiendo con lo indicado por el Ingeniero David Mendieta Curador Adjunto del Herbario "AGUAT" Prof. Ernesto Carrillo, de la Facultad de Agronomía, para una buena colecta de campo, se siguieron los siguientes pasos: (Mendieta 2019):

- Se anotaron todos los aspectos cualitativos y cuantitativos de los especímenes vistos en campo, previo a su recolección.
- Se tomaron fotografías para cerciorarse de algún rasgo o aspecto que se pueda tener duda durante su determinación, ya que hay datos como simetría y posición de los pétalos que no se logra apreciar con claridad durante la disección por el proceso de herborización y preservado final.
- Se colectaron un mínimo de 3 especímenes, tomando fotos de flores y frutos en campo. Las fotografías también sirven para comparar los especímenes con diversas bases de datos en línea.
- El prensado se realizó en prensas botánicas después de la colecta en campo, previo a este paso los especímenes fueron sometidos a un pre-prensado en bolsas plásticas.
- Cada espécimen fue codificado, paso que es necesario para no perder la identidad de cada muestra tomada en campo. El código también contiene la nomenclatura única para cada colector. Este dato adjudicado en campo es correlativo durante su vida profesional en investigaciones de flora, el cual incluye un código para cada especie, nombre común o científico que se reconozca al espécimen, y algún dato pertinente que sea necesario recalcar (D. Mendieta comunicación personal, 04 de noviembre de 2019).

E. Determinación del material vegetal

La determinación de los especímenes colectados se llevó a cabo en las instalaciones del Herbario Prof. Ernesto Carrillo, AGUAT. Este trabajo fue supervisado y apoyado por el personal del herbario. Para la determinación fue necesario seguir los siguientes pasos metodológicos:

1. Desarrollo de la formula floral de cada espécimen.
2. Uso de las claves botánicas y descripciones de la Flora de Guatemala, Flora de Nicaragua y la Flora Mesoamericana.
3. Uso de las bases de datos: “The Plant List” <http://www.theplantlist.org/> (2013) y Flora Mesoamericana Tropicos.org. World Flora Online <http://www.worldfloraonline.org/>.

La clasificación que presenta el documento es en base al sistema de clasificación APG III (Grupo para la filogenia de Angiospermas).

2.5.2 Determinación de la distribución del género *Bursera*

Para determinar la distribución de las comunidades vegetales asociadas al género *Bursera*, fue necesaria la interpretación de las condiciones encontradas en campo y también utilizando el análisis estadístico multivariado de los inventarios levantados en campo, el cual se desarrolló dentro del programa de Past3. Siendo la versión actualizada, cuenta con una licencia gratuita para estudiantes. Los análisis que se realizaron fueron en base al índice Jaccard, el cual es un coeficiente de similitud, para expresar la semejanza que presentan las especies dentro de dos o más muestra (Reyes y Torres-Florez 2009).

A. Índice de diversidad

El índice de diversidad, es un análisis útil para determinar la riqueza biológica dentro de una unidad vegetal, o bien determinar el número de especies en una localidad. La diversidad alfa, es la riqueza de especies dentro de una comunidad considerada homogénea, la diversidad beta, representa el cambio de la composición de especies dentro de una comunidad, y por último la diversidad gamma, es útil para ver la diferencia entre la diversidad alfa y beta, determina la riqueza que se presenta en una comunidad (Moreno 2001).

B. Análisis clúster

El análisis clúster, es útil para relacionar datos, explicando y prediciendo el grado de relación entre muestras, determinando sí presentan una distribución. Tiene como objetivo la clasificación de los individuos en grupos, pretendiendo encontrar un conjunto determinado por criterio de homogeneidad entre los individuos (Merle Farinos y Ferriol Molina 2012).

C. Análisis de correspondencia canónica

El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA), es útil para analizar una tabla que presenta entre los datos de individuos y parcelas, la información de las variables de entorno como las variables ambientales o bien las referencias geográficas de un estudio ecológico. Dicho análisis, fue útil para relacionar las comunidades vegetales con las variables físicas del área como la pendiente, elevación por rangos altitudinales y la presencia de material rocoso expuesto (Merle Farinos y Ferriol Molina 2012).

2.5.3 Método para desarrollar la diagnosis bioclimática

El programa de Francisco Alcaraz, elaborado en el programa software libre “R” (Alcaraz Ariza 2013) en base al sistema de Rivas Martínez, llamada global bioclimatic, se basa en el estudio de factores que determinan un hábitat y la sistematización de la vegetación, en base al clima; con el cual se puede calcular los índices de termicidad (It) y ombrotérmico (Io) a partir de parámetros de temperatura y de precipitación (Emeterio 2001).

A. Modelo Salvador Rivas-Martínez

Los siguientes índices obtenidos, utilizando modelo de Salvador Rivas-Martínez, en base a los cálculos de la temperatura (termotipos) y precipitación (ombrotípicos) media, máxima, mínima de un lugar, considerado para los meses más húmedos y secos (Rivas-Martínez 2005).

a. Índice ombrotérmico

El índice ombrotérmico, se considera la suma de las precipitaciones medias en mm de los meses superior a los cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superior a los cero grados (Tp).

(Ecuación 5)
$$Io = \frac{\text{Precipitación en mm media}}{\text{Temperatura en } ^\circ\text{C media}}$$

b. Índice de termicidad

El índice de termicidad resulta del bimestre más seco del año, dos meses consecutivos con menor precipitación.

(Ecuación 6)
$$It = (T^{\circ}C \text{ media anual} + T^{\circ}C \text{ media de las máximas del mes más frío} + T^{\circ}C \text{ del las mínimas del mes más frío}) * 10$$

B. Diagrama ombrotérmico

El diagrama ombrotérmico, es un gráfico de doble entrada obtenido por medio del programa de Francisco Alcaraz, representó la distribución de la temperatura y la precipitación del parque en el curso del año (figuras 16, 17 y 19), datos normalmente obtenidos de una estación meteorológica, sin embargo, se utilizaron los parámetros bioclimáticos (temperaturas y precipitaciones del Valle del río Motagua dentro del año 1970 – 2018 del Raster climático), en el cual; se puede analizar si los periodos son favorables o desfavorables para la vegetación, determinar el periodo seco, cálido, húmedo, según el caso del área de estudio.

C. Mapa bioclimático

El programa de QGIS (programa para trabajar los sistemas de información geográfica), dio como resultado un mapa con los distintos pisos bioclimáticos por medio del análisis de los parámetros bioclimáticos; los cuales consisten en cada uno de los tipos de cambio climático de manera altitudinal o latitudinal dentro de una zona lo que determina la distribución particular de las comunidades vegetales. Dentro del área estudio se relacionó la ubicación de cada especie del género *Bursera* según el piso bioclimático en donde se muestreó, determinando las condiciones ideales en las que se desarrolla.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Descripción de las comunidades vegetales y flora asociada al género *Bursera*

A. Condiciones generales del Parque Regional Municipal “Niño Dormido”

Los bosques secos de Guatemala son un recurso natural importante, ya que regulan la atmósfera a nivel global, proporcionan hábitats para numerosas especies de flora y fauna. Dentro del Parque Regional Municipal Niño Dormido, ubicado en Cabañas, Zacapa, es el hábitat de refugio para la especie *Heloderma charlesbogeti*, un lagarto conocido como escorpión o niño dormido, por ser la única especie de *Heloderma* en el Valle del Motagua, es una especie muy difícil de observar y se encuentra en peligro de extinción.

A pesar de que el bosque seco de Guatemala es un área homogénea a comparación de los bosques húmedos a mayor nivel de altitud, la especie de *Heloderma*, presenta sitios únicos para su supervivencia, cuenta con los cuidados del guardabosques y personas interesadas en la preservación del bosque y de especies como el *Heloderma*, presentando características propias de un bosque maduro en proceso (de León Rosales 2013).

El parque, es una zona que a nivel local representa un área perturbada, durante el recorrido se pudo observar áreas con cambio en el uso del suelo, resultado del abandono de tierras desde hace 15 años, por la extracción de leña, actividades agrícolas y ganaderas. Entre la historia del lugar antes de ser un área protegida, fue un área para la extracción de piedra caliza para la producción de cal.

Sin embargo, por procesos sucesionales bien marcados, que se desarrollan en el parque, se ubicaron alturas del estrato arbóreo desde los 8 m a 15 m de altura, coberturas densas principalmente por el Aripín (*Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standl.) y Quebracho (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr.); las especies arbustivas y arbóreas desarrollándose en material rocosa, presentando su adaptación en alturas máximas de 1 m de altura principalmente Jiotillo (*B. schlechtendalii*) (cuadro 11A), como se puede observar en el perfil de vegetación de la figura 7. Las comunidades vegetales se hallaban compuestas por especies de cactus, bromelias, agaves, como es de esperarse en un bosque seco, compartiendo lugar con especies parásitas, aves y animales invertebrados, principalmente.

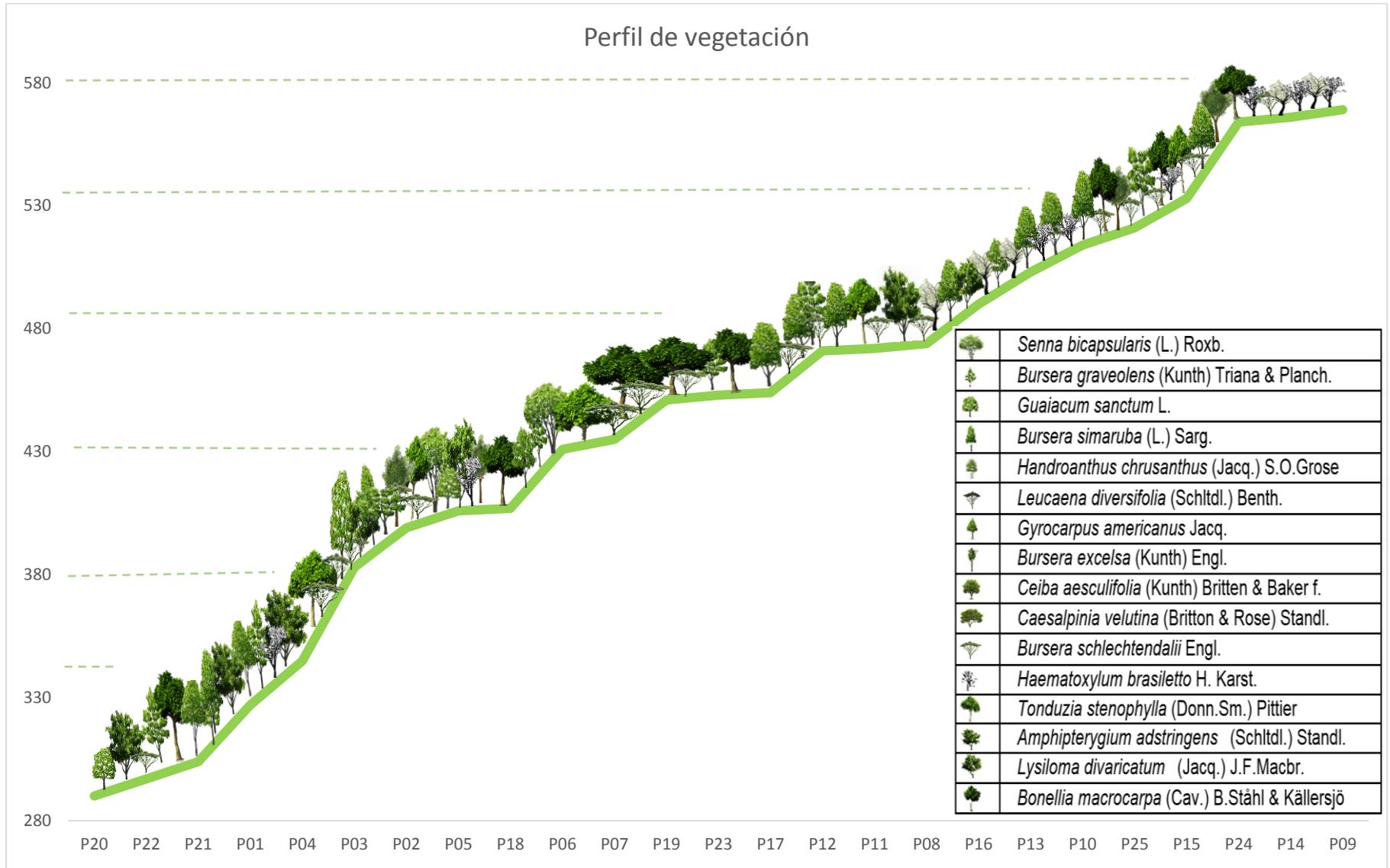


Figura 7. Perfil de vegetación en base al levantamiento de inventarios.

B. Determinación botánica

Las especies asociadas al género *Bursera*, fueron identificadas y separadas en arbustivo y arbóreo, tomando de referencia el estrato herbáceo para comprender el estado del lugar. Se recolectaron 50 especímenes, según el registro del herbario del material previamente recolectado en el sitio de muestreo, se encuentran las 20 especies arbóreas y 16 especies arbustivas, recolectadas durante los muestreos, resumido en el cuadro 14.

Cuadro 14. Riqueza de grupos taxonómicos de la flora.

Familia (21)	Género (31)	Especie (36)
Anarcardiaceae	Amphipterygium	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.
Apocynaceae	Cascabela	<i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold
	Plumeria	<i>Plumeria rubra</i> L.
	Tonduzia	<i>Tonduzia stenophylla</i> (Donn.Sm.) Pittier
Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose
	Crescentia	<i>Crescentia alata</i> Kunth
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia truncatifolia</i> Bartlett
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.
		<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
		<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.
		<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Combretaceae	Bucida	<i>Bucida macrostachya</i> Standl.
Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan
Euphorbiaceae	Gymnanthes	<i>Gymnanthes</i> spp.
Hernandiaceae	Gyrocarpus	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.
Leguminosae	Acacia	<i>Acacia picachensis</i> Brandegee
	Caesalpinia	<i>Caesalpinia affinis</i> Hemsl.
		<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standl.
	Haematoxylum	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.
	Leucaena	<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth.
	Lysiloma	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.
	Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i> Benth.
		<i>Mimosa zacapana</i> Standl. & Steyerm.
Piscidia	<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn.Sm.) I.M.Johnst.	
Senna	<i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb.	
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela</i> spp.
Olacaceae	Ximeniaq	<i>Ximenia americana</i> L.
Picramniaceae	Alvaradoa	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm
Plocospermataceae	Plocosperma	<i>Plocosperma buxifolium</i> Benth.
Primulaceae	Bonellia	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö
Rhamnaceae	Karwinskia	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.
Rubiaceae	Calycophyllum	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.
	Hintonia	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock
Zygophyllaceae	Guaicum	<i>Guaicum sanctum</i> L.
Desconocido		Tamarindillo (sin identificar)

Estas 36 especies leñosas es un número considerable para un área tan pequeña, cabe mencionar que la especie *Cedrela spp*, no fue tomada en consideración para el análisis ya que solo se encontró representado por medio de pequeñas reforestaciones y sobreviviendo a las condiciones que se dan dentro del parque, formando parte de la riqueza taxonómica, pero no presenta peso para el estudio en las comunidades vegetales relacionadas al género *Bursera*.

a. Número de especies presentes en los sitios

El número de especies presentes en un sitio determina la diversidad existente en una comunidad, y determina la producción de biomasa. Dentro del Parque Regional Municipal Niño Dormido, en base al muestreo realizado en 25 inventarios (cuadros 20A y 21A; figura 22A), la diversidad de familias se ve reflejado en el cuadro 15, en una lista de 21 familias presentes durante los muestreos, presentando el número de especies en el sitio, en un área total de 8,000 m² (0.8 ha).

Cuadro 15. Resultado del número de especies por familia.

Familia	Total	Porcentaje (%)
Leguminosae	10	29
Burseraceae	4	12
Apocynaceae	3	9
Bignoniaceae	2	6
Rubiaceae	2	6
Anacardiaceae	1	3
Boraginaceae	1	3
Combretaceae	1	3
Erythroxylaceae	1	3
Euphorbiaceae	1	3
Hernandiaceae	1	3
Malvaceae	1	3
Olacaceae	1	3
Picramniaceae	1	3
Plocospermataceae	1	3
Primulaceae	1	3
Rhamnaceae	1	3
Zygophyllaceae	1	3
TOTAL	34	100

Se presenta de mayor a menor, en el cuadro 15, el total de especies por familia, y su porcentaje dentro del parque, siendo la familia Leguminosae, la que tiene más presencia dentro del parque con 29 % (10 especies, integrada por las familias antes conocidas en la Flora de Guatemala como Fabaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae), siguiendo la familia de interés, Burseraceae con 12 % (4 especies las cuales fueron *B. excelsa*, *B. graveolens*, *B. schlechtendalii*, *B. simaruba*), de un total de 8 especies reportadas para Guatemala por Standley y Steyermark, en 1946.

Dentro de la figura 8, otras tres familias tienen importancia en cuanto a las comunidades vegetales presentes en el parque, siendo las familias Apocynaceae con 9 % (3 especies), Bignoniaceae junto con la familia Rubiaceae 6 % (2 especies), las 13 familias restantes presentan 3 % (1 especie).

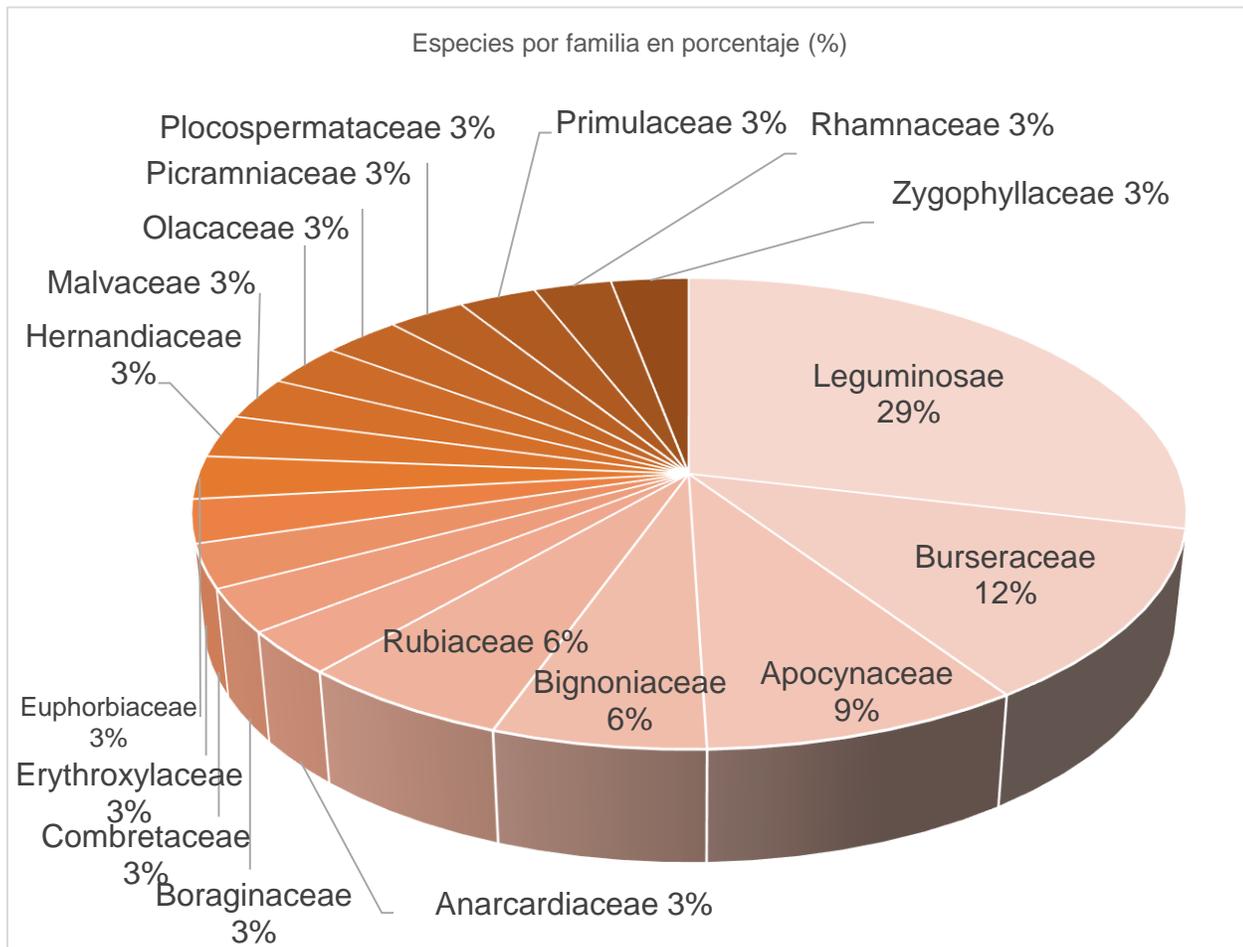


Figura 8. Especies por familia, representadas en porcentajes.

b. Especies más frecuentes

La especie más frecuente durante el levantamiento de los inventarios fue *Bursera schlechtendalii*, de hábito arbustivo, se colectó en 18 inventarios de 25, representando un 72 % de ocurrencia, mientras que *B. simaruba* del estrato arbóreo, se colectó en 16 inventarios, lo cual representa un 64 % frecuencia, siendo especies con el mayor peso dentro de las interacciones que se desarrollan en las comunidades vegetales, como puede verse en la figura 9.

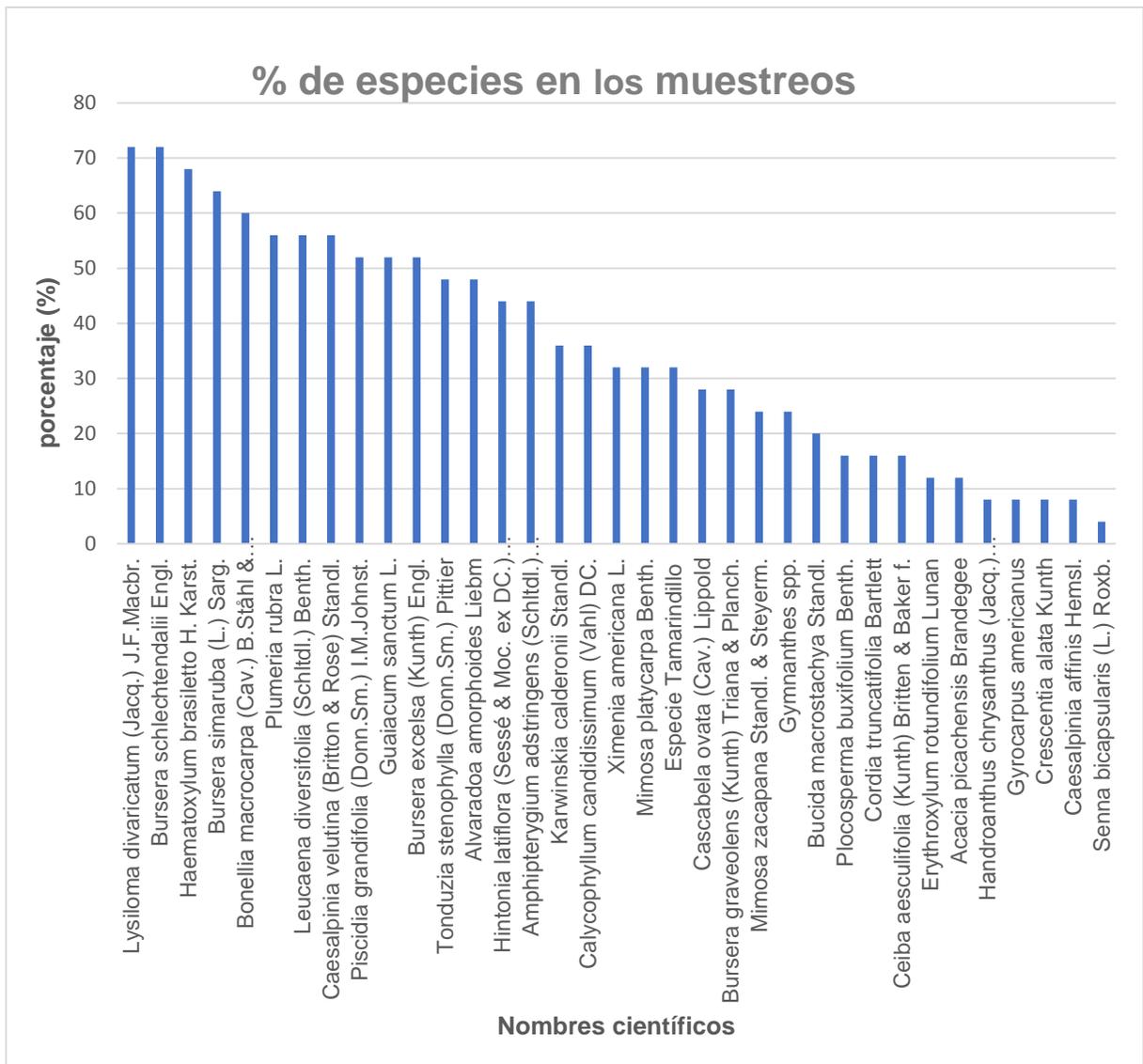


Figura 9. Resumen de las especies por presencia en porcentaje.

Dentro de los resultados reflejados en la figura 8, las familias Legumiosae, con las especies de Brasil (*Haematoxylum brasiletto* H. Karst.); utilizado para padecimientos del sistema cardiovascular, presión y para leña; Quebracho (*L. divaricatum*), útil para alimento para ganado, cercas vivas y leña; el Aripín (*C. velutina*) forma parte del ecosistema por medio de regeneración natural por su alta resistencia a las malezas, presente en distintas áreas que fueran degradadas en un pasado por cultivo de maíz y talas ilegales; junto con *B. schlechtendalii* utilizado para resina en ritos religiosos, barniz, cercas vivas y para delimitar viviendas y *B. simaruba* utilizado como repelente de insectos, leña y carbón; son las más representativas dentro del parque.

Las especies de Duruche (*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Stâhl & Källersjö) de hábito arbustivo y Palo de Zope (*Piscidia grandifolia* (Donn.Sm.) I.M.Johnst.) de hábito arbóreo, su fruto era utilizado para veneno en flechas para intoxicar peces; junto con el Guayacán (*Guaiacum sanctum* L.) conocido por ser de crecimiento lento y madera dura, de hábito arbustivo, Palo de la Cruz (*Plumeria rubra* L.), especie que es utilizada para adornar las tumbas como señal de respeto a las personas que descansan en el cementerio; Yaje (*Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth.) utilizado para alimentar al ganado y leña, son 5 especies que se ubican con porcentajes entre los 50 % - 65 % de presencia entre los inventarios (figura 9), formando parte de las comunidades vegetales dentro del parque que presentaban relación con el género *Bursera*.

c. Especies menos frecuentes

Dentro de la figura 9, las otras dos especies de la familia de Burseraceae, como *B. excelsa* se colectó en 13 inventarios (52 %) de presencia, *B. graveolens*, se ubicó en un 28 % del total de los muestreos, sin embargo, solo fue muestreada en las partes bajas del parque. presente en 7 parcelas de 11 parcelas que se muestrearon en la parte baja, presente en un 64 %. Especies como el Roble de montaña (*Bucida macrostachya* Standl.), Frutillo (*Erythroxylum rotundifolium* Lunan), Orotoguaje (*Acacia picachensis* Brandegee), presentan un bajo porcentaje de presencia dentro de los muestreos por ser especies que se extraen por comunidades aledañas al parque, para ser utilizadas como leña en la cocina.

Otras especies que formaron parte de las comunidades vegetales asociadas al género *Bursera*, en lugares específicos fue el Orotoguaje (*Acacia picachensis* Brandegee), Carcomo (*Caesalpinia affinis* Hemsl.), Vainillo (*Senna bicapsularis* (L.) Roxb.), de la familia de las leguminosas, las dos especies de la familia Bignoniaceae, Palo Cortez (*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose), el Palo Volador (*Gyrocarpus americanus* Jacq.) y Palo de Jícaro (*Crescentia alata* Kunth, el cual, se ubicaba solo en la parte alta del parque y junto una parte degradada por ganadería.

Dentro de la diversidad presente del parque, por las condiciones en las que se encontraban se consideró como un bosque de transición, se ubicaron dos especímenes de hábito holoparásitas de raíces, característico por ser plantas bisexuales, con raíces modificadas en haustorios y tallos suculentos, la primera especie fue, *Lennoa madreporoides* Lex., de la familia Boraginaceae; se le ha descrito como parásita de *Flourensia*, *Perymenium*, *Sclerocarpus*, *Simsia*, *Tithonia*, *Tridax*, *Xanthium* y *Zexmenia* (Asteraceae); *Boerhavia* y *Okenia* (Nyctaginaceae) y *Tribulus* (Zygophyllaceae) (Alvarado Cárdenas 2007), dentro del parque Niño Dormido, se le ubico sobreviviendo a expensas de las raíces de Brasil (*H. brasiletto*) y de herbáceas de la familia Asteráceae.

Siendo *Bdallophytum americanum* (R.Br.) Eichler ex Solms la segunda especie parásita endémico de America, de la familia Cytinaceae (Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel 2001, Alvarado Cárdenas 2009) especie se la ha encontrado parasitando distintas especies de *Bursera*, *Gyrocarpus americanus*, *Haematoxylum brasiletto*, *Cochlospermum* sp., *Ficus* sp. y *Guazuma* sp.; Mario Veliz la reporta parasitando raíces de leguminosas; se encontró presente en las raíces de *B. schlechtendalii*, confirmando lo dicho por L. O. Alvarado en 2009. Obteniendo así más resultados sobre la importancia que presenta el género *Bursera* para la diversidad del bosque seco, así como las interacciones entre unidades vegetales.

2.6.2 Distribución del género *Bursera* dentro del parque

A. Índices de diversidad

Los índices de Shannon y Simpson, son los más utilizados y recomendados para estudio de comunidades vegetales, los índices son una medida de comparación de la riqueza y diversidad, con otros sitios dentro y fuera del bosque seco de Guatemala. En el cuadro 16, se muestran los índices de Shannon y Simpson, según los valores de los cuadros 20A y 21A.

Cuadro 16. Índice de diversidad de los muestreos.

	Simpson_1-D	Shannon_H'		Simpson_1-D	Shannon_H'
P01	0.935	2.754	P14	0.895	2.277
P02	0.951	3.029	P15	0.870	2.059
P03	0.940	2.819	P16	0.885	2.179
P04	0.895	2.279	P17	0.896	2.285
P05	0.915	2.472	P18	0.906	2.383
P06	0.903	2.365	P19	0.873	2.069
P07	0.934	2.745	P20	0.914	2.469
P08	0.919	2.539	P21	0.914	2.471
P09	0.896	2.283	P22	0.936	2.757
P10	0.913	2.462	P23	0.916	2.478
P11	0.939	2.815	P24	0.928	2.665
P12	0.897	2.286	P25	0.919	2.529
P13	0.892	2.249			

El índice de Simpson (1-D), mide la igualdad o uniformidad que se presenta dentro de una comunidad, en un rango entre 0 – 1 (López et al. 2017). En el cuadro 16, se puede observar que los valores se encuentran entre 0.89 a 0.95, acercándose al valor 1, lo que da a entender que el parque presenta una mayor igualdad en cuanto al número de individuos dentro de cada inventario. En el caso del índice de Shannon (H'), indica la heterogeneidad de la comunidad, tomando en cuenta la cantidad relativa de individuos por especies, representado en un rango entre 2 – 4 (López et al. 2017), observando en el cuadro 16, valores que se encuentran entre 2.24 – 3.02, indicando una diversidad de especies respectivamente en transición y uniforme a lo largo de las parcelas.

B. Análisis clúster para relacionar especies

El análisis clúster, generó un dendrograma de similitud utilizando el índice de Jaccard. En la figura 10, se presenta la similitud de especies, marcando la distribución de la vegetación, en la cual se puede demostrar que no hay grupos de especies representativos, es una agrupación con pequeñas variaciones dentro un sitio homogéneo, la similitud se da en la aparición o no de alguna especie, representa una comunidad determinada por el acceso e intervención por las comunidades aledañas al parque, es un área que necesita un mayor análisis, por su variación y presencia de actividades antrópicas, son áreas que se muestran en recuperación.

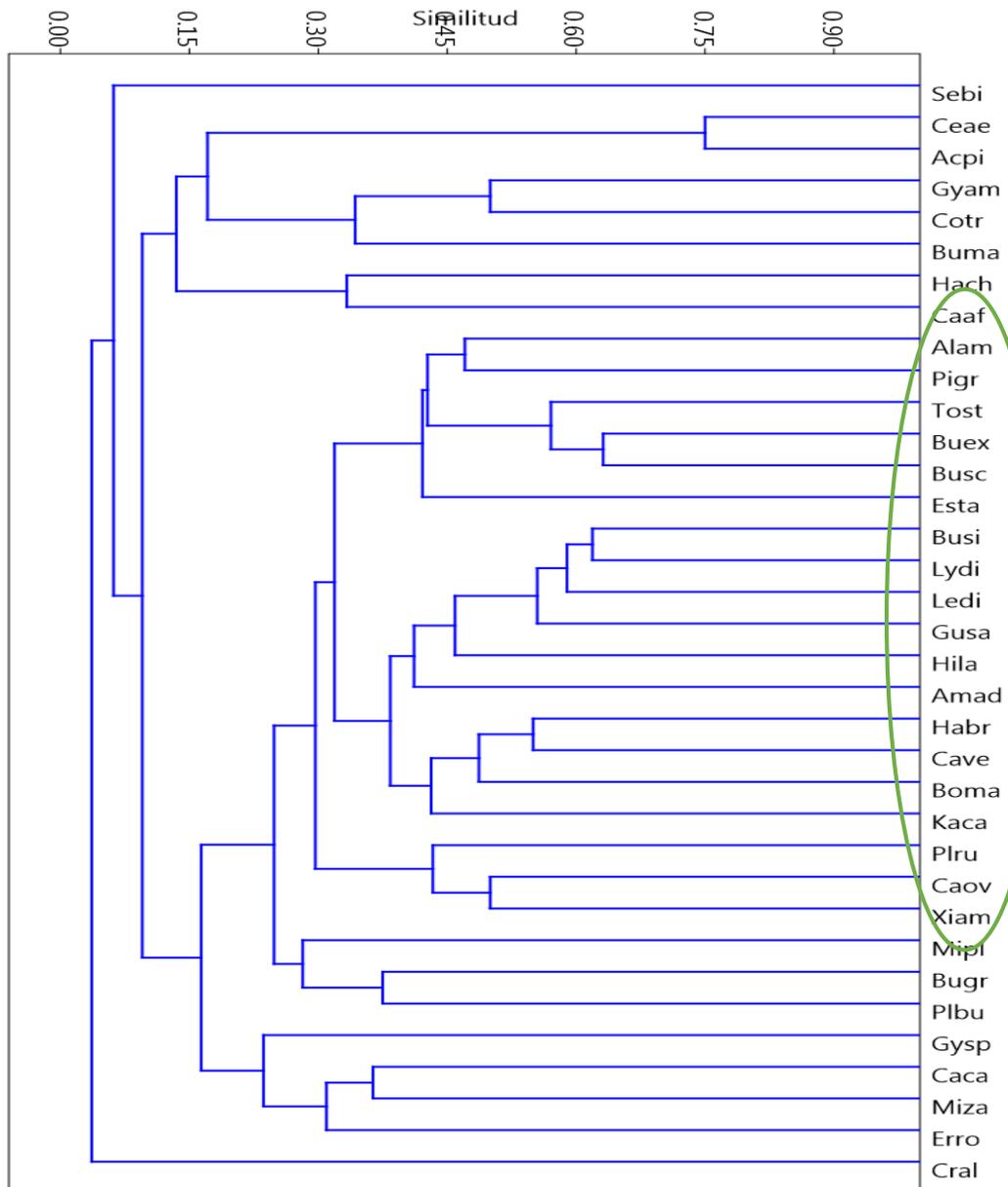


Figura 10. Dendrograma para relacionar especies.

Por otro lado, se puede observar (figura 10) un sitio homogéneo, característico de un bosque seco de Guatemala, diferente al comportamiento de un bosque húmedo, donde las especies están representadas en pequeñas comunidades en pequeños cambios climáticos o edáficos de un ecosistema aislado de perturbaciones; las especies del género *Bursera*, siendo un género característico de los bosques caducifolios de Guatemala, son conocidos por sus distintos usos, distribuido en todo el parque, compartiendo espacio y recursos con distintas especies del bosque seco, y como dice la literatura, es un género que se logra adaptar al entorno en el que se encuentra y presenta una variedad de especies que la acompañan.

C. Análisis clúster para relacionar sitios

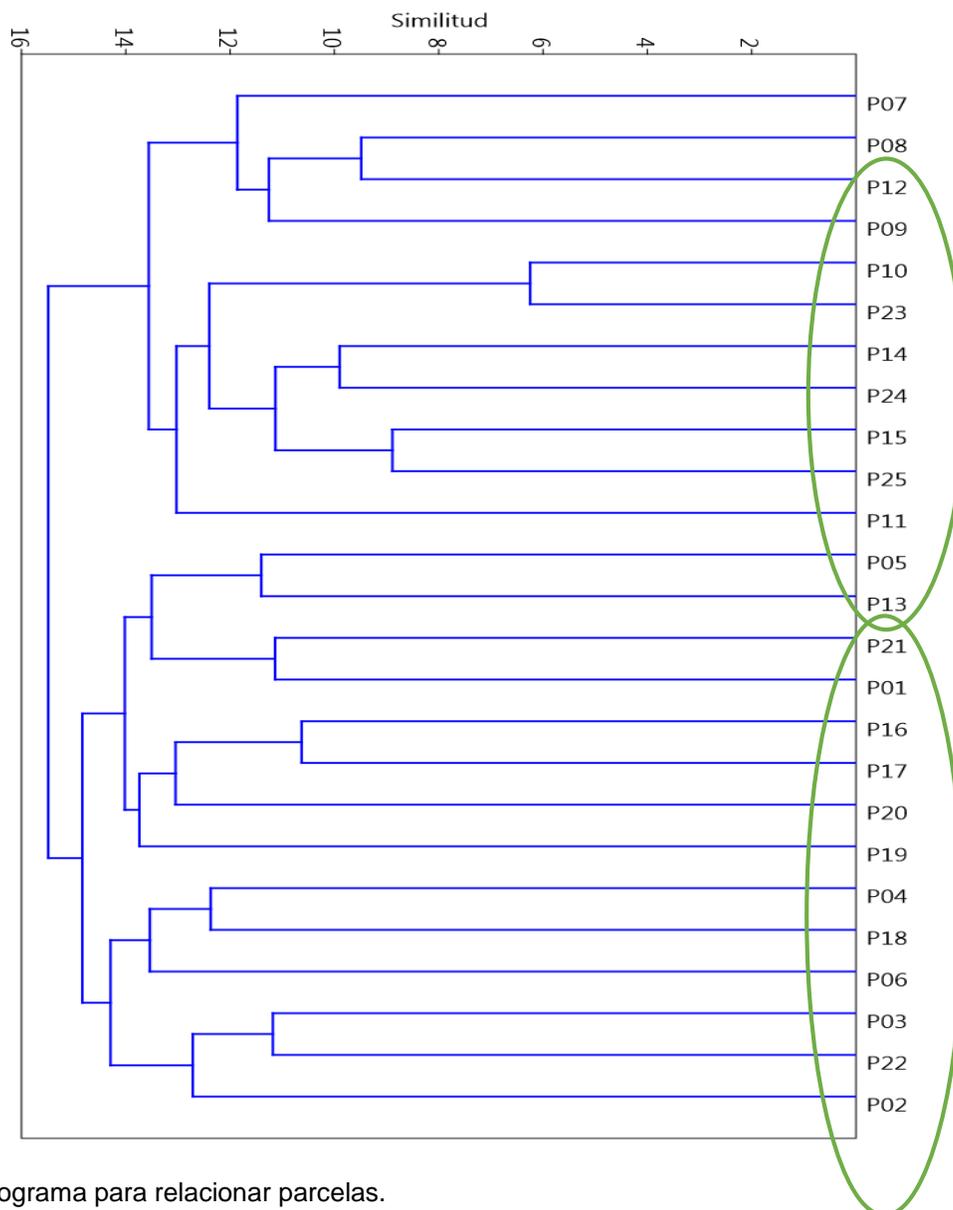


Figura 11. Dendrograma para relacionar parcelas.

El análisis clúster generó un dendrograma de similitud, (figura 11) se puede interpretar dos grandes grupos el primero de izquierda a derecha (P07 - P25), este grupo está caracterizado principalmente por la ausencia de las especies de Aripín (*C. velutina*), Murul (*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.), Palo Volador (*G. americanus*), Palo Cortez (*Handroanthus chrusanthus* (Jacq.) S.O. Grose), Vainillo (*Senna bicapsularis* (L.) Roxb.).

Sin embargo, al hablar sobre las especies del género *Bursera*, se encuentran distribuidas dentro de todas las parcelas muestreadas, la especie de *B. schlechtendalii*, destaco una relación en estas áreas, considerable, al presentar los índices más altos (3 - 4) en estos lugares con una cobertura con más del 50 % a 75 %. Este gran grupo presentó un total de 26 especies, localizadas en la parte media alta del parque, como se presenta en la figura 12.

Mientras las características del segundo gran grupo formado de derecha a izquierda (P02 – P05) de la figura 11, son parcelas que presentan las especies *C. velutina*, *C. aesculifolia*, *G. americanus*, *H. chrusanthus*, *S. bicapsularis.*, ausentes en el primer grupo, se desarrollan con regularidad, son especies que dentro del dendrograma reflejan asociación. Se tuvo un total en el segundo grupo de 35 especies, el segundo gran grupo presenta una mayor riqueza y se desarrollan comunidades más estables que el primer grupo, situadas en la parte baja y media del parque, localizadas en el perfil de vegetación de la figura 13.

Las parcelas de los dos distintos grandes grupos, obtenidos por el dendrograma de la figura 11, se encuentran ubicadas por distintos colores en el anexo de la figura 22A.

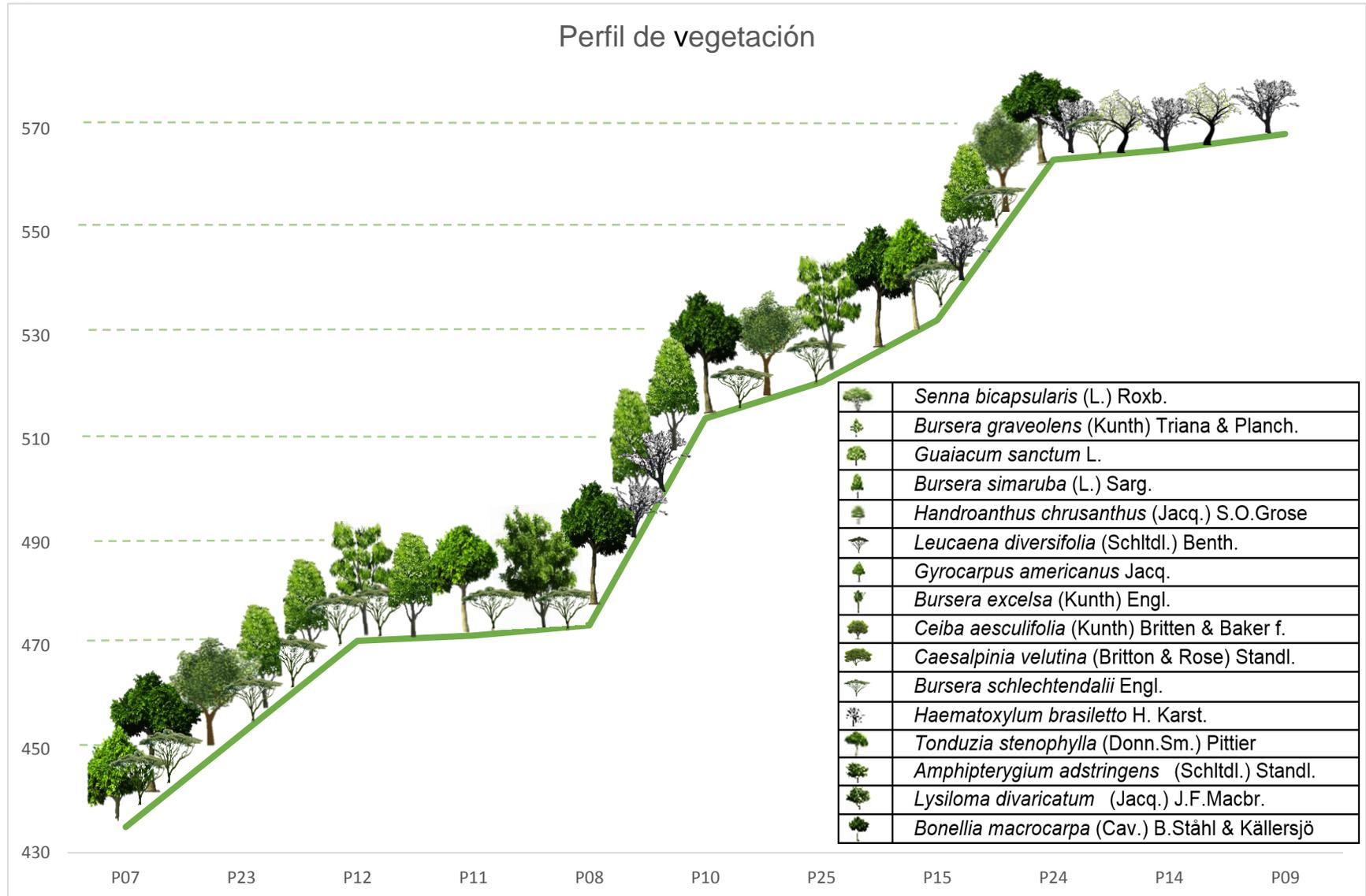


Figura 12. Perfil de Vegetación, primer gran grupo del análisis clúster de parcelas.

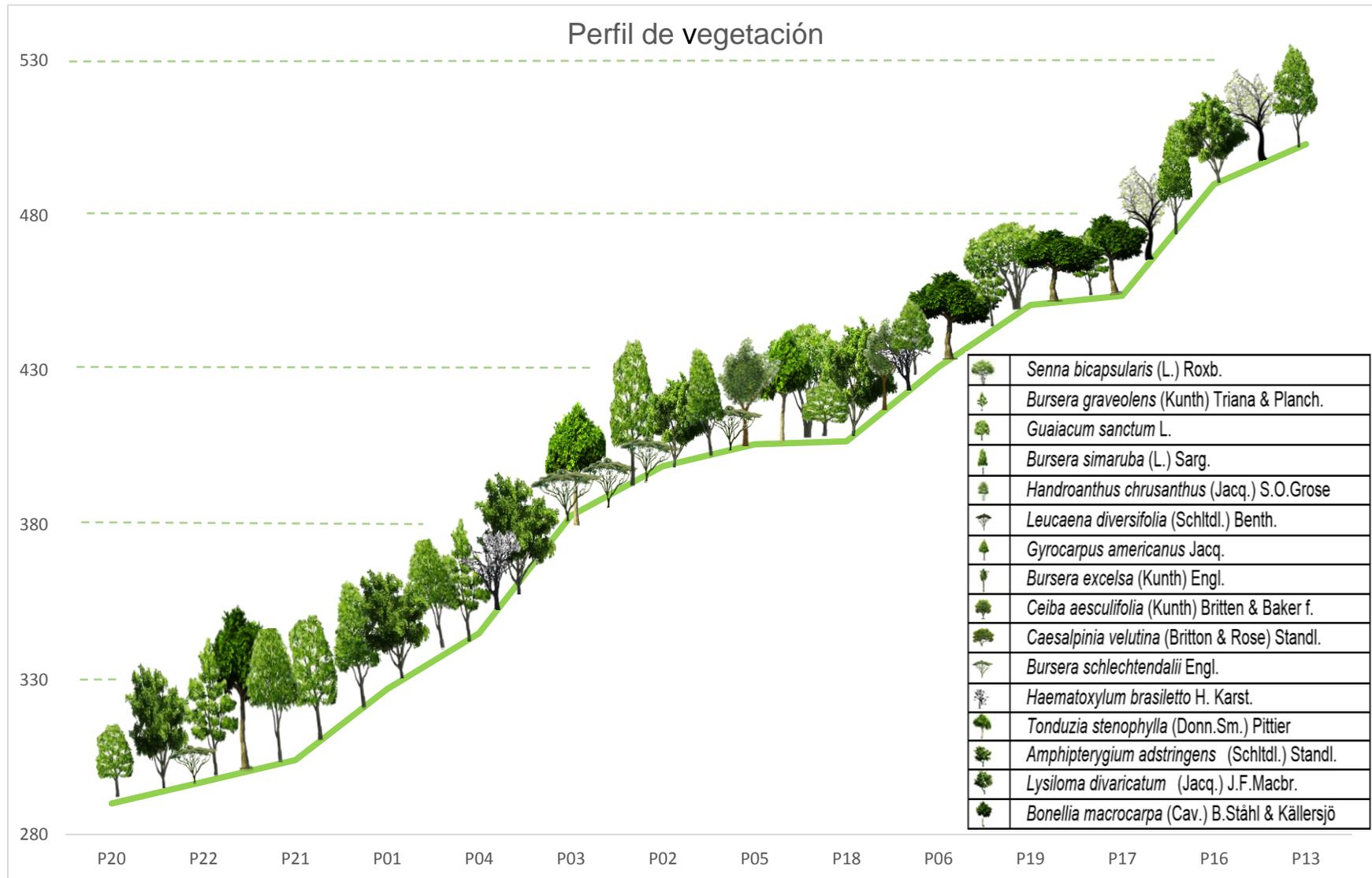


Figura 13. Perfil de Vegetación, segundo gran grupo del análisis clúster de parcelas.

D. Análisis de las variables ambientales

Para relacionar las variables ambientales y la distribución de las comunidades vegetales asociadas al género *Bursera*, se utilizaron las variables de pendiente (Pdte.), elevación (elev), material rocoso expuesto (MRE), siendo las características más notables dentro de las unidades de muestreo, como se resumen en el cuadro 17.

Cuadro 17. Índice de las variables ambientales (VA) para cada parcela.

VA	Pendiente (grados)	Índice de pendiente	Elevación (m s.n.m.)	Índice de elevación	Índice de material rocoso expuesto
P01	25	2	327	1	0
P02	28	3	399	2	1
P03	21	2	383	1	1
P04	18	1	345	1	0
P05	20	1	406	2	0
P06	15	1	431	1	2
P07	23	2	435	1	3
P08	20	1	474	2	3
P09	15	1	569	3	3
P10	32	4	514	3	3
P11	15	1	472	2	2
P12	35	4	471	2	3
P13	23	2	503	3	3
P14	21	2	566	3	3
P15	39	5	533	3	3
P16	23	2	490	3	2
P17	29	3	454	2	3
P18	35	4	407	2	1
P19	23	2	451	2	2
P20	32	4	290	1	2
P21	42	5	304	1	2
P22	25	2	297	1	1
P23	30	3	453	2	2
P24	33	4	564	3	2
P25	28	3	521	3	2

Una de la importancia de las variables ambientales, es la importancia en donde se desarrolla el género *Bursera* en un hábitat, como destacó la revisión bibliográfica, *B. excelsa*, habitan en suelos pedregosos, con una pequeña capa de materia orgánica, *B. graveolens* conocida por crecer en elevaciones bajas, *B. schlechtendalii*, habita en bosques de regeneración y en suelos de origen calizo, ubicada en laderas rocosas secas y *B. simaruba* crece a la orilla de caminos, laderas, pendientes elevadas, rico en materia orgánica, en la figura 14, se representan los ejes de las variables ambientales consideradas durante los muestreos.

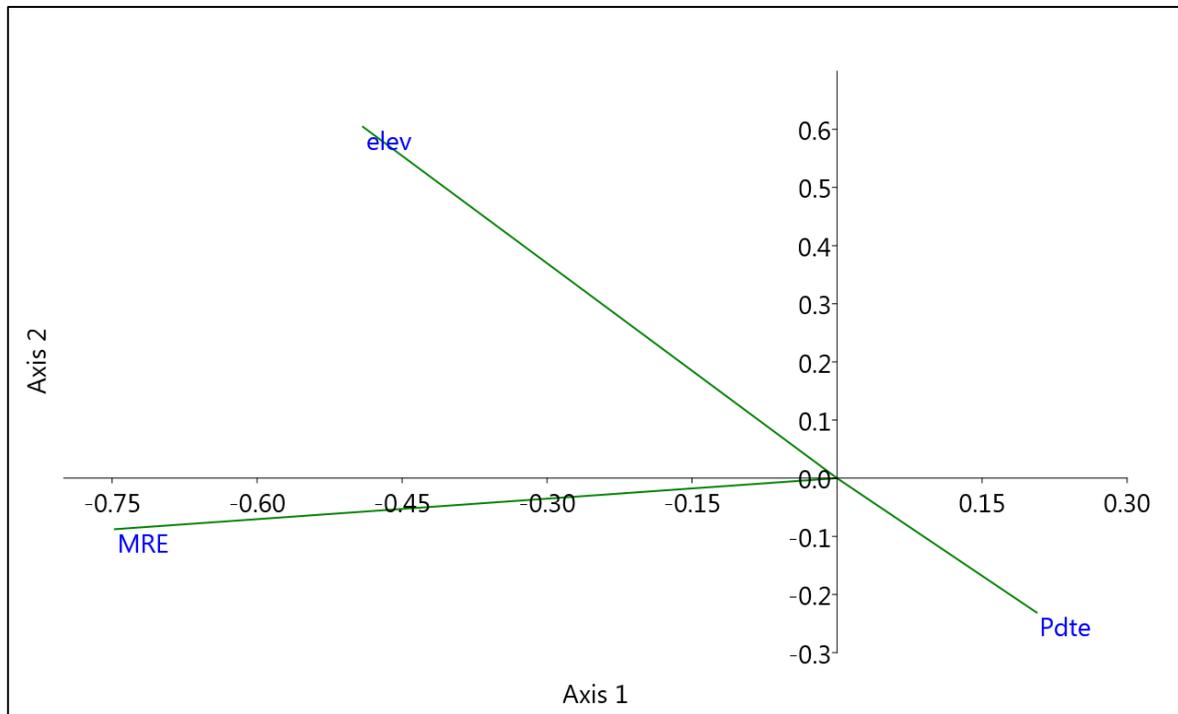


Figura 14. Correlación de las variables ambientales (CCA).

Para representar las variables ambientales (figura 14) dentro del programa se utilizaron los rangos para que el programa PAST, los relacione junto con los datos de los inventarios, para la variable de:

- Pendiente (Pdte): se utilizaron rangos de cada 5°, por la diferencia de 30° entre la pendiente más baja y la pendiente más elevada, siendo los índices 15° - 20° (1), 21° - 25° (2), 26° - 30° (3), 36° - 40° (4), 41° - 45° (5).
- Elevación (elev): fueron utilizados los rangos 290 - 385 (1), 386 - 480 (2), 481 - 575 (3), fue una diferencia de 95 m de elevación entre cada rango con una diferencia total entre la menor y mayor toma de elevación de 385 m s.n.m.
- Material Rocoso Expuesto (MRE): el cual se encontraba distribuido de distinta manera dentro del parque, los rangos fueron, nada de roca expuesta (0), poca roca o mínima presencia (1), una que otra roca de tamaño considerable (2), presenta la roca expuesta y el material rocoso entero (3).

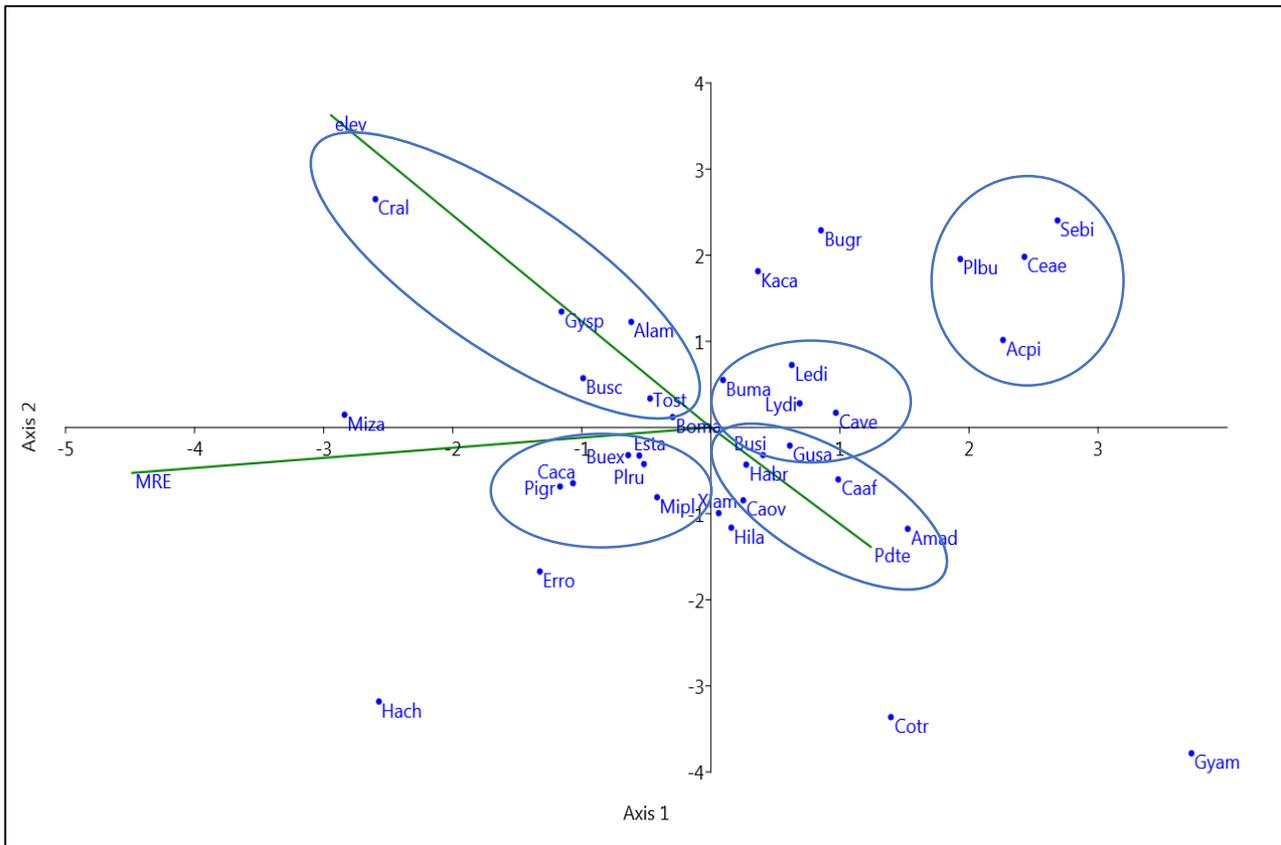


Figura 15. CCA entre las variables ambientales y las especies.

Lo que se puede demostrar en la figura 15, es como las variables de material rocoso expuesto (MRE), los metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), son las que predominan, siendo lo contrario con la influencia que presenta la pendiente (pdte), por no presentar interacción entre dos ejes, como lo hacen las otras 2 variables, en relación con los ejes Y.

La especie *B. graveolens* (*Bugr*), no presenta relación con las variables ambientales que se evaluaron dentro del análisis, sin embargo, durante los muestreos, aparece un 64 % de los inventarios que se levantaron en la parte baja del parque; considero mínima la percepción de la variable pendiente dentro del CCA, o las variaciones de la pendiente eran poco susceptibles para relacionarlas con la especie. En el caso de *B. simaruba* (*Busi*), si muestra una relación con la pendiente, corroborando así la literatura consultada (Francis 2009).

La especie *B. schlehtendalii* (*Busc*), presenta una relación como ha sido evidente durante los muestreos, ubicado en el material rocoso expuesto (MRE), se encuentra cercano al eje MRE, lo que determina que la especie *B. schlehtendalii* (*Busc*), es posible encontrarla en áreas con roca expuesta; por último, la especie *B. excelsa* (*Buex*), está relacionada con la cantidad de sotobosque que exista y el equilibrio sobre los m s.n.m. en los que se encuentre. Esta situación ha sido encontrada por Oscar Medinilla en el Parque Regional Municipal El Castillo en río Hondo, Zacapa (Medinilla 2020).

2.6.3 Diagnósis bioclimática del Parque Regional Municipal Niño Dormido

La mejor manera de representar el clima dentro de una zona es en gráficas y mapas, los cuales expresan la información de las estaciones meteorológicas virtuales (1970 - 2018), existiendo una semejanza con la realidad, del método de Rivas-Martínez, se obtuvieron los diagramas, siendo una gráfica inspirada en Gaussen & Bagnouls y Walter & Lieth, ajustados a los programas informáticos Bioclimatic.

A. Diagrama ombrotérmico

En la figura 16, se presenta el diagrama ombrotérmico de la parte baja del parque, donde se muestra en el eje x, los meses del año y en el eje y, la temperatura (°C) y precipitación (pp), se puede explicar de mejor manera el efecto de la pluviestacionalidad, el cual consiste en dos estaciones bien marcadas en el territorio del bosque seco de Guatemala, la época seca se da en los meses de enero, febrero, marzo y abril, siendo a principios de mayo, máximo junio el inicio de la época lluviosa, donde las mayores precipitaciones se dan en los meses de junio a septiembre, en octubre ya va disminuyendo la precipitación, dando inicio en el mes de noviembre la época seca.

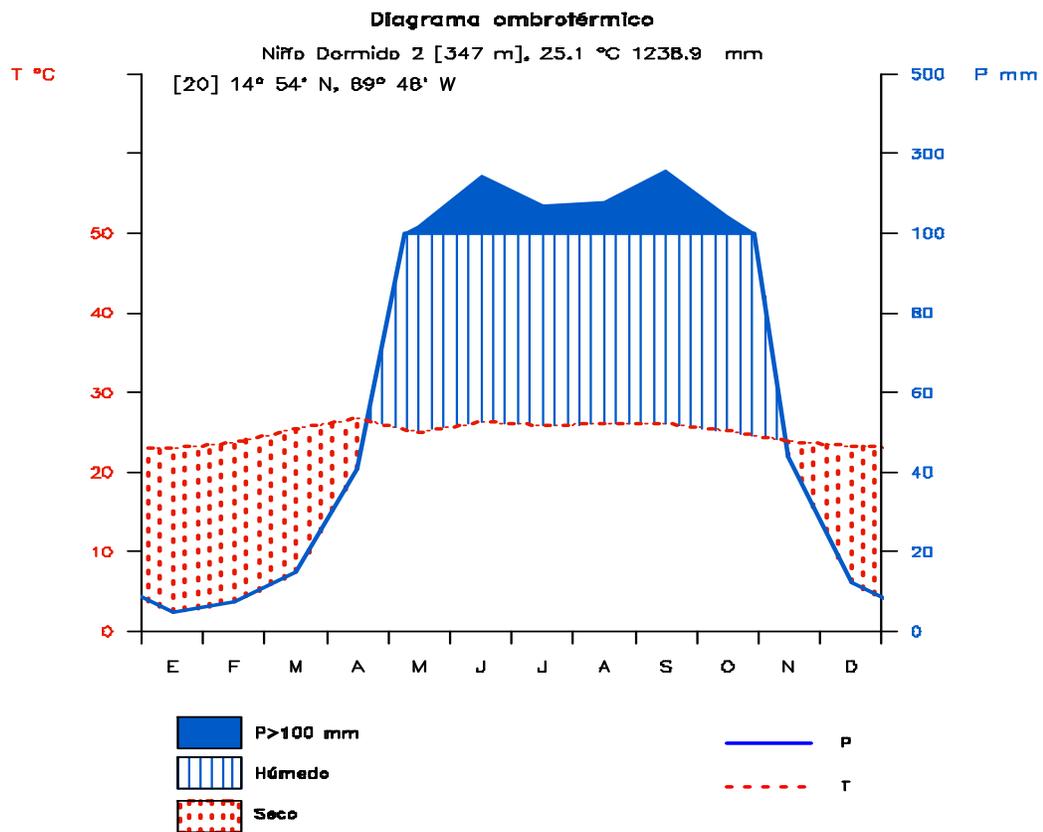


Figura 16. Diagrama ombrotérmico de la parte baja del parque.

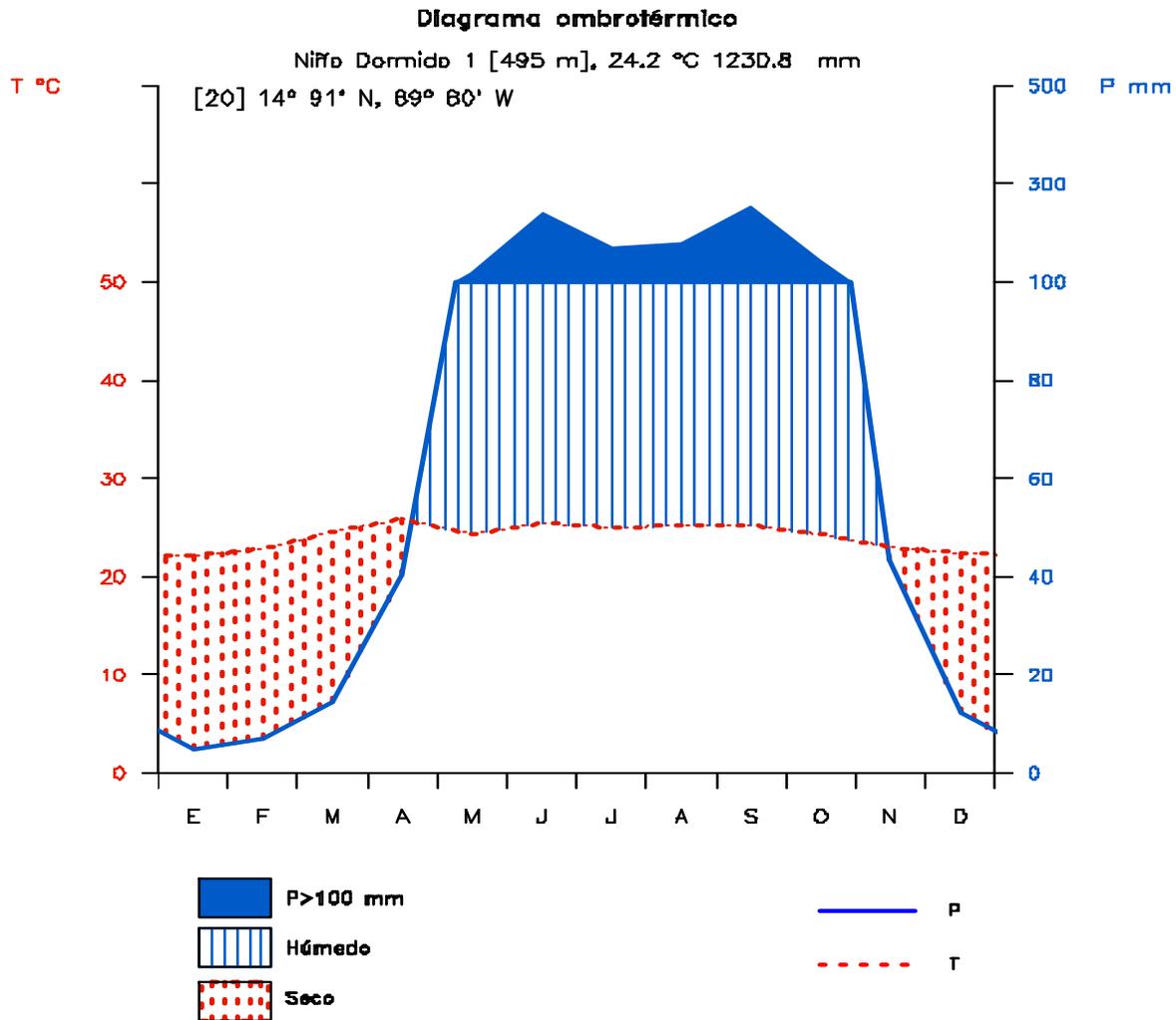
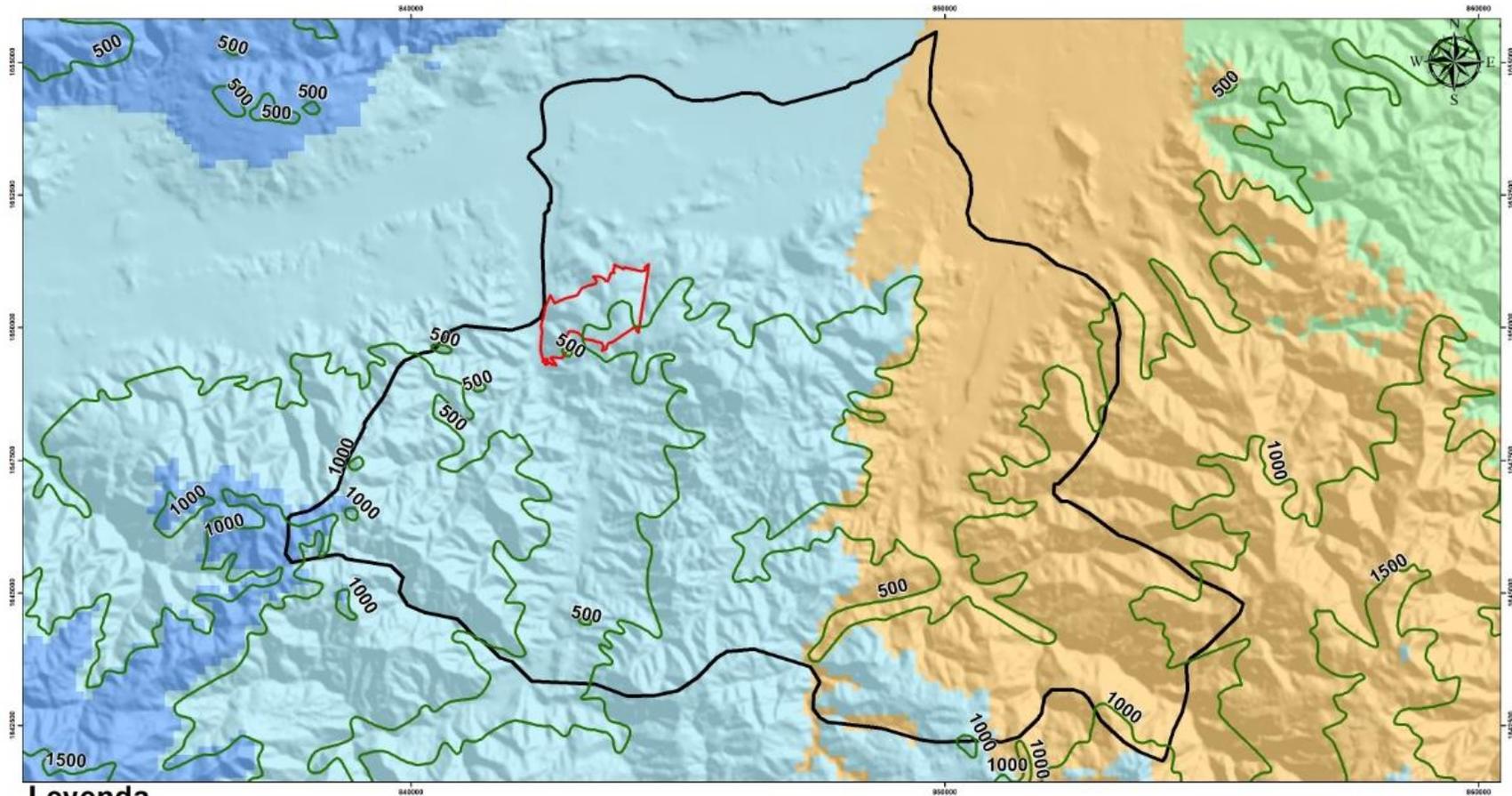


Figura 17. Diagrama ombrotérmico de la parte alta del parque.

Considerando la figura 17, la distribución climática en la parte alta del parque presenta una distribución similar a la figura 16, la parte alta del parque presenta la misma distribución de la época seca y época húmeda, el parque es una zona homogénea, donde la precipitación se distribuye de la misma manera durante el año, la época seca se da en los meses de enero, febrero, marzo y abril, a principios de mayo la época lluviosa, iniciando de nuevo la época seca en noviembre. Dentro de la diagnosis bioclimática, explica que la precipitación anual es de 1,230 mm, la temperatura máxima en época seca es de 27 °C y en época húmeda es de 16 °C.

Cabe mencionar que los diagramas (figuras 16 y 17) demuestran el periodo en que se presenta la canícula, el cual es un periodo que ocurre entre los meses de junio, julio o agosto, dentro de la época de lluvia donde se presenta una disminución parcial de las lluvias, así mismo temperaturas calurosas; conocido como el fenómeno El Niño lo cual puede ocasionar sequías, impactando las actividades agrícolas del área.

Mapa de Índice ombrotérmico (Io)



Leyenda

- Municipio de Cabañas, Zacapa
- Parque Regional Niño Dormido, Cabañas, Zacapa
- Curvas de nivel (500 m)

Fuente: Worldwide Bioclimatic Classification System, 2020.
En base a datos del INSIVUMEH.



Municipio de Cabañas, Zacapa				
Tipos ómbricos	Horizontes ómbricos	Valores	Área km²	%
5. Seco	5b. Seco superior (ses)	2.8-3.6	49.64	35.86
	6a. Subhúmedo inferior (sui)	3.6-4.8	88.05	63.60
6. Subhúmedo	6b. Subhúmedo superior (sus)	4.8-6.0	0.75	0.54
	Total		138.44	100.00

Parque Regional Niño Dormido (Cabañas, Zacapa)				
Tipos ómbricos	Horizontes ómbricos	Valores	Área km²	%
6. Subhúmedo	6a. Subhúmedo inferior (sui)	3.6-4.8	2.06	100.00
Total			2.06	100.00

Figura 18. Mapa horizontes ómbricos (Io).

B. Mapa bioclimático

El índice ombrotérmico (figura 18), es parte del bioclima, y se refiere a la cantidad de lluvia que cae en una localidad o precipitaciones, se expresa en milímetros, en esta clasificación más que un valor absoluto para determinar el ombrotipo, es la precipitación anual. Para la Tierra, se reconocen 36 ombrotipos, distribuidos en los 5 macroclimas, según (Gómez Xutuc 2017), existen 9 ombrotipos para el macroclima que se ubica en Guatemala, un macroclima Tropical,

En la figura 18, se muestra que el municipio de Cabañas presenta dos ombrotipos, el seco que va acercándose al departamento de Jalapa, donde se presentan canículas más extensas que el departamento de Zacapa, el ombrotipo subhúmedo se extiende a la dirección de la Sierra de las Minas, las precipitaciones para ese lado deben ser mayores, presentando unidades más frías y húmedas presentes en el Valle del río Motagua.

En el caso del Parque Regional Municipal Niño Dormido, se presenta una precipitación homogénea de 1,238 mm al año, como se muestra en la figura 19, dando un ombrotipo subhúmedo inferior, un horizonte superior explica que la precipitación es mayor en ombrotipo.

INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

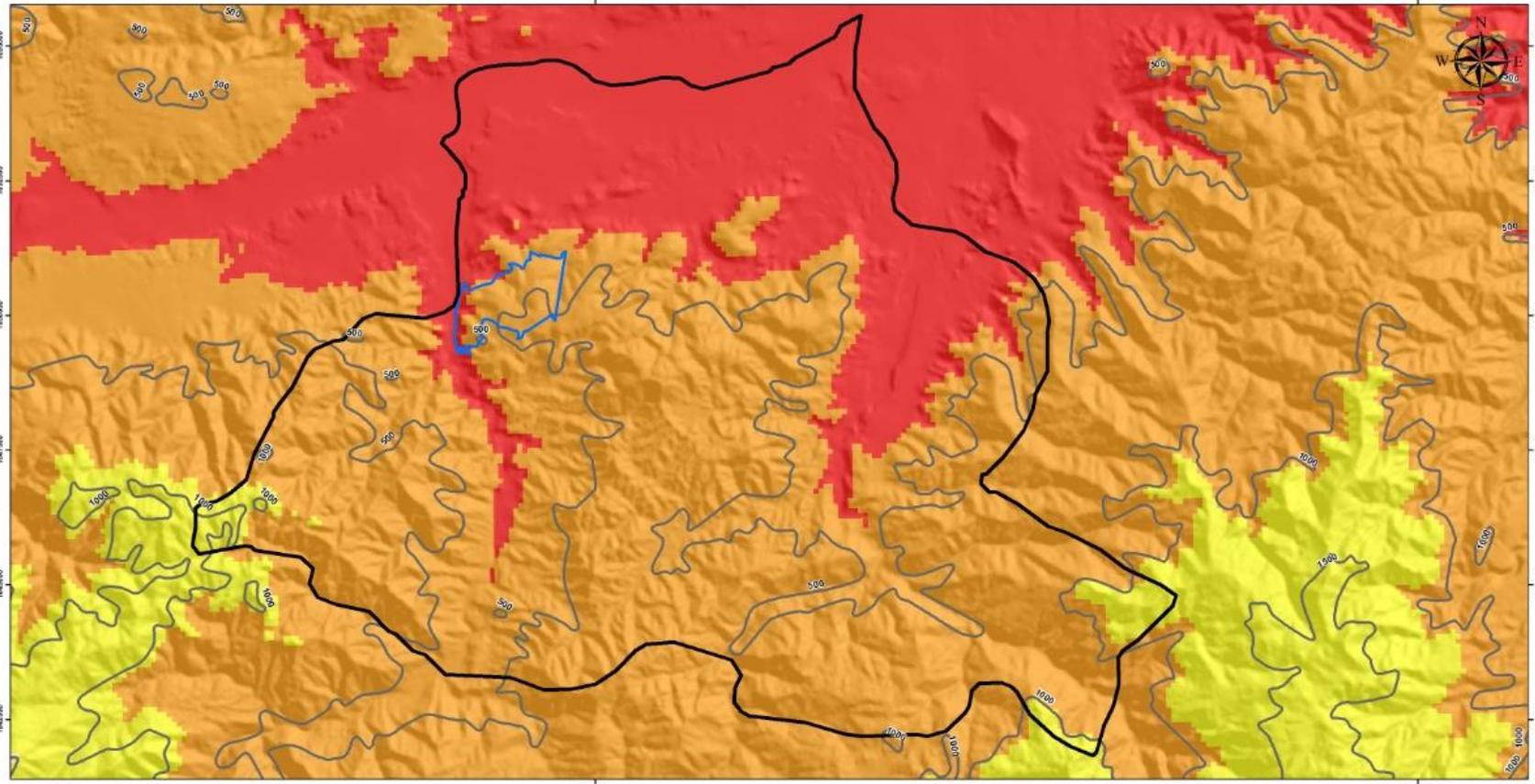
Niño Dormido 2 [347 m]
Lat.: 14° 54' N, 89° 48' O

MEDIA DE LA MÁXIMAS DEL MES MÁS FRÍO(M)	29.32
MEDIA DE LAS MÍNIMAS DEL MES MAS FRÍO(m)	16.67
ÍNDICE DE TERMICIDAD(It)	710
ÍNDICE DE TERMICIDAD COMPENSADO(IIt)	710
ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD(Ic)	3.7
ÍNDICE DE DIURNALIDAD(Id)	14.0
ÍNDICE OMBROTÉRMICO ANUAL(Ia)	4.12
ÍNDICE OMBROTÉRMICO MENSUAL DE SEQUÍA(Iod1)	0.20
ÍNDICE OMBROTÉRMICO BIMENSUAL DE SEQUÍA(Iod2)	0.26
ÍNDICE OMBROTÉRMICO TRIMESTRAL DE SEQUÍA(Iod3):	0.35
INDICE OMBROTÉRMICO CUATRIMESTRAL DE SEQUÍA(Iod4):	0.73
TEMPERATURAS POSITIVAS(Tp):	3006
TEMPERATURAS NEGATIVAS(Tn):	0
TEMPERATURA ESTIVAL(Ts):	782
PRECIPITACIÓN POSITIVA(Pp):	1238
CINTURA ALTITUDINAL:	Eutropical
CONTINENTALIDAD:	Hiperocéánico – Ultrahiperocéánico atenuado
BIOCLIMA:	Tropical pluviestacional
Sequía-a tropical:	Pluviestacional subxerofítica
Piso bioclimático:	Infratropical superior Subhúmedo inferior

Figura 19. Resumen de los índices y la diagnosis bioclimática.

Mapa de Índice de termicidad (It)

1:50,000



Legenda

- Municipio de Cabañas, Zacapa
 - Parque Regional Niño Dormido, Cabañas, Zacapa
 - Curvas de nivel (500 m)
- 2 1 0 2 Km

Fuente: Worldwide Bioclimatic ClassificationSystem, 2020.
En base a datos del INSIVUMEH.

Municipio de Cabañas, Zacapa				
Horizontes termotípicos		It	Área km ²	%
	Infratropical superior (itrs)	710-800	38.01	27.39
	Termotropical inferior (itri)	600-710	97.87	70.52
	Termotropical superior (itrs)	490-600	2.89	2.09
Total			138.772	100

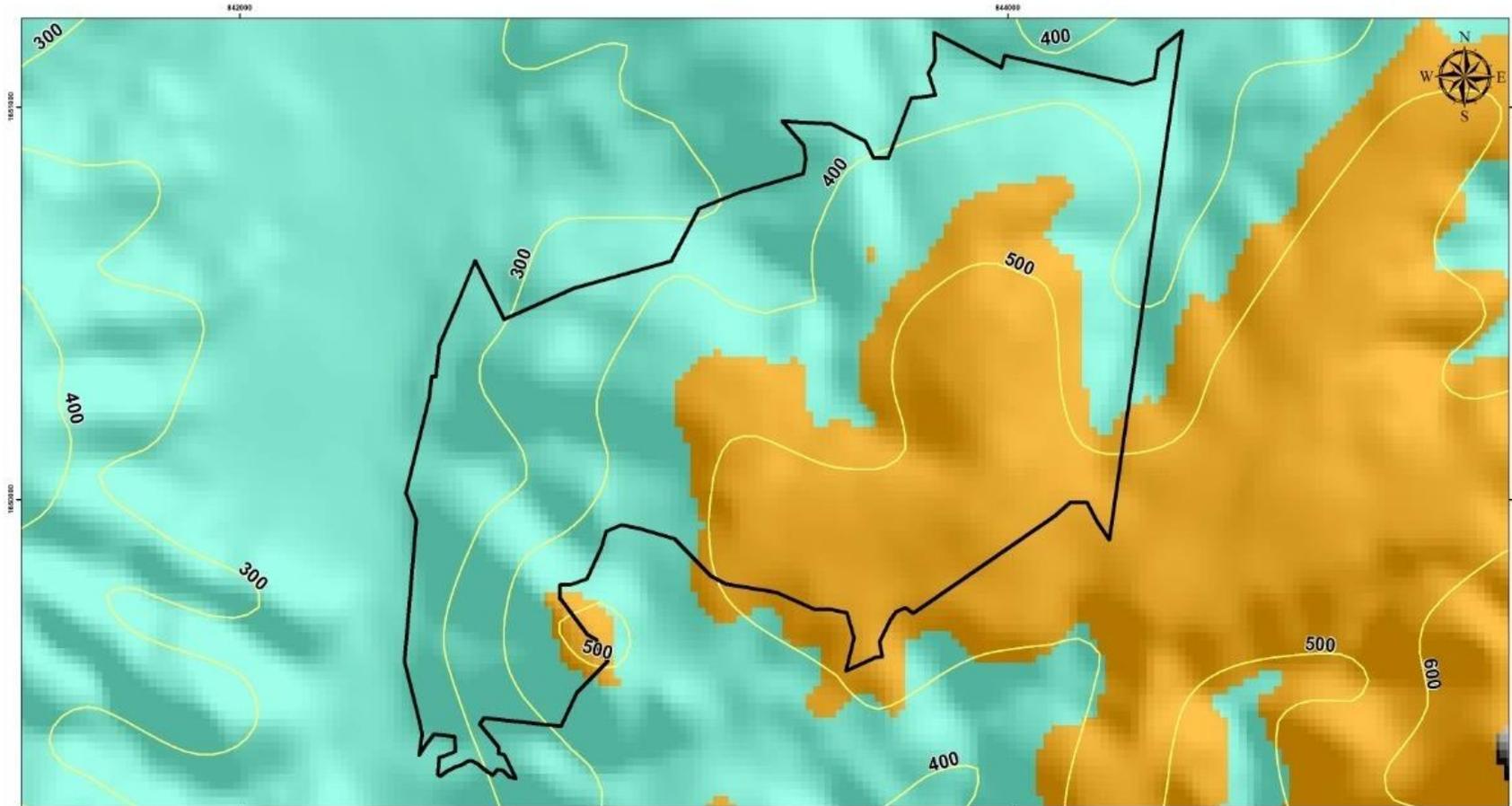
Parque Regional Niño Dormido (Cabañas, Zacapa)				
Horizontes termotípicos		It	Área km ²	%
	Infratropical superior (itrs)	710-800	0.25	12.16
	Termotropical inferior (itri)	600-710	1.81	87.84
Total			2.07	100

Figura 20. Mapa de horizontes termotípicos (It).

En cada horizonte bioclimático (subpiso bioclimático) se reconocen índices de precipitación y los índices de termicidad, en los cuales, los índices de termicidad ocurren en relación con la altitud y longitudes, estableciendo las categorías térmicas del clima. En el mapa de termicidad (figura 20), se observa que dentro del parque se establecen 2 horizontes termotípicos, como se puede ver en la figura 19, termotropical inferior presente en un 87.84 % del área total de parque, establece que la temperatura es más cálida que el horizonte infratropical, con un 12.16 % en la parte baja del parque

Mapa de Bioclimas del Parque Regional Niño Dormido, Cabañas, Zacapa

1:7,000



Leyenda

Parque Regional Niño Dormido, Cabañas, Zacapa

Curvas de nivel (100 m)

Fuente: Modelo de Elevación, MAGA 2009.



Bioclima	Superficie	
	Km2	%
Tropical Xérico	1.28	62.06
Tropical Pluviestacional	0.78	37.94
Total	2.06	100.00

Figura 21. Mapa de los Bioclimas.

En cada bioclima se pueden reconocer distintas formaciones y comunidades vegetales, delimitado en función de las variaciones ombrotérmicas y ombrotermoclimáticas que se presentan dentro de una zona, lo cual representa un cambio de comunidades vegetales, la relación entre los pisos bioclimáticos y la estructura de las comunidades vegetales existe por afinidad de la composición florística por las características ambientales de temperatura y precipitación.

El macroclima que se establece en la zona es tropical con 2 bioclimas (figura 21), el Xérico y Pluviestacional son los de mayor distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico (Gómez Xutuc 2017), se encuentra presente una vegetación de bosques secos de hábito caducifolio. Las características de un bioclima Tropical Xérico con 62.06 %, es la formación o presencia de una vegetación de matorrales espinosos, existe bajo los ombrotipos de semiárido y seco. El bioclima Tropical Pluviestacional con 37.94 % sobre el área total, se distribuye en territorios mayores que las corrientes al bioclima tropical, favorecidas por flujos de vientos más húmedos.

En cuanto a la relación de los distintos mapas (figuras 18, 20 y 21) y el género *Bursera*, se representa una precipitación y temperatura consistente, por lo cual, no se puede relacionar de manera exacta el clima de la zona y el género *Bursera*, dentro del parque, por ser un área homogénea en cuanto a precipitación y temperatura distribuida de manera pluvial; los dos distintos bioclimas del área de estudio (figura 16), presentan diferencias mínimas para relacionarlas con la ubicación de las especies arbóreas y arbustiva del género *Bursera*

2.7 CONCLUSIONES

1. Como resultado de la descripción de la flora asociada a las comunidades vegetales del género *Bursera*, es posible concluir que el parque es una zona que representa un área perturbada, resultado de la extracción de madera para leña, actividades agrícolas y ganaderas, así mismo fue un área para la extracción de piedra caliza para la producción de cal. Por medio del muestreo de 25 inventarios, se ubicaron 19 especies arbóreas con alturas entre los 8 m a 15 m de altura, y 16 especies arbustivas; coberturas densas principalmente por el Aripín (*C. velutina* (Britton & Rose) Standl.) y Quebracho (*L. divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr.)

Por otro lado, con base a los resultados de la determinación de los distintos ejemplares colectados en los inventarios y fuera de estos se concluye que la riqueza florística arbórea en el parque es de 35 especies, que pertenecen a 30 géneros distintos de 20 familias contabilizadas. Con base en el sistema APGIII las familia predominante es Leguminosae (la cual integra las antiguas familias antes conocidas Fabaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae), seguidas en importancia por Burseraceae, familia que representada por las especies *Bursera excelsa*, *B. graveolens*, *B. schlechtendali* y *B. simaruba*, esta últimas con menor presencia en el área.

Como dato importante se colectaron dos especies holoparásitas asociadas a las raíces de varias especies, la primera especie, *Bdallophytum americanum* de la familia Cytinaceae, endémico de América; que sobrevive a expensas de las raíces de *B. schlechtendalii*, de acuerdo con lo observado en campo y datos científicos en estudios previos en otras regiones. La doctora Elfride Pöll la identificó por primera vez en el departamento de Zacapa y el segundo reporte lo indica Mario Veliz para el Monte Espinoso Seco del Valle del Motagua. En tal sentido este estudio es el tercer reporte de la especie.

La otra especie es *Lennoa madreporoides* de la familia Boraginaceae, se le ubico sobreviviendo a expensas de las raíces de Brasil (*H. brasiletto*) y de herbáceas de la familia Asteráceae.

2. El resultado de la distribución espacial del género *Bursera*, se puede concluir del análisis clúster generado, no hay grupos de especies representativos, es un sitio homogéneo, que presenta pequeñas variaciones determinada por el acceso e intervención humana dentro del parque. El género *Bursera*, representa un comportamiento distribuido en toda el área entre sus distintas especies, compartiendo espacio y recursos con las distintas especies que componen el bosque seco.

El análisis de correspondencia canónica (CCA) y las observaciones de campo indican que las variables ambientales como el material rocoso expuesto (MRE), la elevación sobre el nivel del mar (m s.n.m.) son las variables que predominan en la influencia de las comunidades vegetales dentro del parque.

Culminando el análisis de la distribución espacial dentro del parque del género *Bursera*, la especie *B. graveolens*, presenta relación con los inventarios que se levantaron en la parte baja del parque, *B. simaruba*, si muestra una relación con la pendiente de las laderas de los cerros.

Por otro lado la especie *B. schlechtendalii*, es posible encontrarla en áreas con roca expuesta e insolada, mientras que *B. excelsa* (*Buex*), está relacionada con la pedregosidad y la cantidad de materia orgánica presente en rangos altitudinales intermedios, entre los 800 m – 1,250 m s.n.m..

3. La diagnosis bioclimática del parque Regional Municipal Niño Dormido indica la representación de la pluviestacional del bosque seco, donde las mayores precipitaciones se dan en los meses de junio a septiembre, dando inicio en el mes de noviembre la época seca.

Debido a la ausencia de estaciones meteorológicas cercanas se utilizó la base de datos generada por Bardales, la cual indica que la precipitación anual es 1,230 mm. De acuerdo con el sistema de Rivas-Martínez el horizonte ombrotípico es subhúmedo inferior. La termicidad dentro del parque está representada en un 87 % por un horizonte infratropical, es un área cálida, con elevaciones de sensación térmica, dando efectos de insolación a medio día.

Por medio de los mapas bioclimáticos, se establecen dos pisos bioclimáticos, en relación con el gran macroclima el tropical, con un bioclima Tropical Xérico y Tropical Pluviestacional, son los de mayor distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico, se encuentra presente una vegetación de bosques secos de hábito caducifolio.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la continuación de estudios dentro del lugar para la recopilación de información, para establecer la dinámica sucesional dentro del parque Regional Municipal Niño Dormido, y zonas cercanas de mayor altitud, para futuros planes de restauración o reforestación en áreas similares.
2. Se reconoce la necesidad de una caracterización edáfica, para estudios más detallados sobre la distribución de las especies del género *Bursera* y de las demás especies que conforman las comunidades vegetales predominantes dentro de parque en base a las características químicas.
3. Se recomienda el estudio de la distribución de las especies parasitas *L. madreporoides* y *B. americanum* dentro del bosque seco, para determinar la historia biológica y ecológica del hospedado para tener una aproximación a su ciclo de vida y distribución en el Valle del río Motagua, por ser una especie con un hábito poco estudiado.
4. Se reconoce a la bioclimatología como una herramienta para una clasificación bioclimática más cercana a los modelos vegetales que se desarrollan en relación con los valores climáticos que presenta Guatemala, puede llegarse a presentar como una ventaja para ser utilizada en programas de conservación de la biodiversidad y el desarrollo de las actividades agrícolas y forestales

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaraz Ariza, F. 2013. El método fitosociológico (en línea). Murcia, España, Universidad de Murcia. Disponible en <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema11.pdf>.
2. Alvarado Cárdenas, L. 2007. Lennoaceae Ssqlms (en línea). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán 50:1-14. Disponible en http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/F50_Lenn.pdf.
3. Alvarado Cárdenas, O. 2009. Sistemática del género *Bdallophytum* (Cytinaceae) (en línea). Acta Botanica Mexicana 87:1-21. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n87/n87a1.pdf>.
4. Andrés-Hernández, A; Espinosa-Organista, D. 2002. Morfología de plántulas de *Bursera Jacq. ex L.* (Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas (en línea). Boletín de la Sociedad Botánica de México, Distrito Federal, México, vols.70:5-12 p. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/577/57707001.pdf>.
5. Audesirk, T; Audesirk, G; & Byers, B. 2008. Biología. La Vida en la Tierra Unidad 5, Cap 25 (en línea). 8 ed. Duarte, EQ (ed.). Naucalpan de Juárez, México, Pearson Education, Biología. La vida en la tierra. 500-523 p. Disponible en https://www.bibliopsi.org/docs/CBC/BIOLOGIA_08/biologia_la_vida_en_la_tierra_segunda_parte-jb-decrypted.pdf.
6. Bermudez, P. 2015. Relaciones ecológicas (en línea). Lima, Perú, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina. 10 p. Disponible en https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.academia.edu%2F40744360%2FUNIVERSIDAD_NACIONAL_AGRARIA_LA_MOLINA_DEPARTAMENTO_ACAD%25C3%2589MICO_AGRONOM%25C3%258DA_CURSO_ECOLOG%25C3%258DA_GENERAL&psig=AOvVaw3WsSvGGUvfWKXyzmWj8Pzp&ust=161429183874000.
7. Braun-Blanquet, J. 1979. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. (en línea). Lalucat, Jorge; Capdevilla, O (ed.). Madrid, España, H. Blume. 820 p. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>.
8. Cano, M. 2008. Processing maya incense (en línea). Asociación FLAAR Mesoamérica (December):1-13. Disponible en http://www.wide-format-printers.org/FLAAR_report_covers/705193_Proccessing_incense.pdf?q=maya.
9. Carrión Paladines, H. 2016. Gestión y participación local para el aprovechamiento sostenible de desechos orgánicos del palo santo (*Bursera graveolens*), en el bosque seco semidecíduo del sur occidente de la provincia de Loja, Ecuador. García R., R (ed.). Provincia de Loja, Ecuador, Tesis Doctoral, Facultad de

Ciencias experimentales, Departamento de Biología animal, Biología vegetal y Ecología. 381 p.

10. Castañeda, C; Ayala, H. 1996. Vida en la zona semiárida de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Cuadernos Chac no. 3. 36 p.
11. Cházaro Basáñez, M; Mostul Burn, L; García Lara, F. 2010. Los copales mexicanos (*Bursera* spp.) (en línea). *Boutelova, Revista Científica Internacional dedicada al Estudio de la Flora Ornamental* 7:57-70. Disponible en http://www.floramontiberica.org/bouteloua/Bouteloua_07.pdf#page=57.
12. Emeterio, LS. 2001. Estudio de la Flora y de la Vegetación de las Cuencas Juan de Paz y Las Cañas, Sierra de las Minas. España, Universidad de Navarra. 365 p.
13. Espinosa Organista, D. 2007. Taxonomía y prospección del hábitat de las poblaciones de *Bursera* sect. *Bullockia* con especial énfasis en las especies afines al «linaloe», *B. aloexylon* (Schiede ex Schlecht.) Engl. (en línea). México, Universidad Nacional Autónoma de México, Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. BS0001. 24 p. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfBS001.pdf>.
14. Eusse-González, D; Cano-Palacios, T. 2018. Sembrando plantas para cosechar aves (en línea). Ruiz, Carlos; Marmolejo, D (ed.). Santiago de Cali, Colombia, asociación para el estudio y conservación de las aves acuáticas en Colombia - Calidris. 36 p. Disponible en <https://calidris.org.co/sembrando-plantas-para-cosechar-aves/>.
15. FCG (Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala). 2012. Diagnóstico preliminar de situación de la cuenca del río Motagua (en línea). Guatemala, Informe final. 78 p. Disponible en <http://fcg.org.gt/documentos/Publicaciones/DIAGNÓSTICOPreliminarDeSituacionDeLaCuencaDelRioMotagua.pdf>.
16. FDN (Fundación Defensores de la Naturaleza). 2018. Guía de plantas del Parque Regional Municipal Niño Dormido. Guatemala, FDN. 99 p.
17. Francis, JK. (2009). *Burseraceae*, *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (en línea). Estados Unidos, Departamento de Agricultura, Servicio Forestal. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf.
18. Fried, G. 2010. *Biología*. 2 ed. Mexico, McGraw-Hil. 96-99 p.
19. Gómez Xutuc, D. 2017. Informe metodológico para la elaboración del mapa de estratos de carbono (en línea). Guatemala, Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 50 p. Disponible en https://www.forestcarbonpartnership.org/system/files/documents/Gt_ERPD

Advanced Draft Anexo V.pdf.

20. Han, E; Goleman, D; Boyatzis, R; Mckee, A. 2019. Derechos mineros del departamento de Zacapa (en línea). *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689-1699 p. Disponible en https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Ot_zacapa.pdf.
21. Hernández, J; Serra, MT; Fapundez Y., L. (2000). Manual de métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y la vegetación. Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.
22. IARNA (Universidad Rafael Landívar Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente). 2006. Perfil ambiental de Guatemala: Tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental (en línea). Guatemala, Universidad Rafael Landívar (URL). 252 p. Disponible en <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=41022>.
23. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología). 2020. Perspectivas climáticas dentro del departamento de Zacapa, Guatemala (en línea). Zacapa, Guatemala, INSIVUMEH. 10 p. Disponible en <http://www.infoiarina.org.gt/descargas/821/proyecto-construyendo-redes/9805/boletin-agroclimatico-de-zacapa-no-1.pdf>.
24. Juárez-Agis, A; Herrera Castro, ND; Martínez y Pérez, J; Reyes Umaña, M. 2016. Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México (en línea). *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias* 5(10):50-69 p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/312955329_Diversidad_y_estructura_de_la_selva_mediana_subperennifolia_de_Acapulco_Gro_Mexico_Diversity_and_structure_of_the_semi-evergreen_tropical_forest_of_Acapulco_Gro_Mexico.
25. Lémus, SC. 2017. Evaluación de la gestión comunitaria del agua para consumo humano en el área rural del departamento de Zacapa (en línea). Guatemala, Tesis Ing. Gest. Ambiental. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente (CUNORI). 9-152 p. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Evaluacin_de_la_gestin_comunitaria_del_agua_para_consumo_humano_en_el_rea_rural_del_departamento_de_Zacapa_2017.pdf.
26. de León Rosales, C. 2013. Parque ecoturístico Municipal “Niño Dormido” Cabañas, Zacapa (en línea). Guatemala, Informe de Tesis Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. 209 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3634.pdf.
27. Loidi, J. 2004. La Fitosociología como elemento renovador de la Botánica española en la segunda mitad del siglo XX (en línea). *Lazaroa* (25):15-24. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1123615&orden=208547&info=link>.

28. López, AS; López, Gretel Geada; Fagilde Espinoza, M. 2017. Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental (en línea). *Bosque* 38(3):457-466 p. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>.
29. Lozada Dávila, JR. 2010. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales (en línea). *Revista Forestal Venezolana* 54(1):77-88 p. Disponible en http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/2010_ConsMetEstComVeg_orig.pdf.
30. Martínez-Quesada, E. 2010. Caracterización de la flora vascular en la meseta de San Felipe, provincia Camagüey (Cuba), para su conservación (en línea). *Caldasia* 32(1):87-111. Disponible en www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm.
31. Martínez Carretero, E; Faggi, AM; Fontana, JL; Aceñolaza, P; Gandullo, R.; Cabido, M.; Iriart, D.; Prado, D.; Roig, FA; Eskuche, U. 2016. Prodrómulo sistemático de la República Argentina y una breve introducción a los estudios fitosociológicos (en línea). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 51(3):469-549 p. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/15392/15269>.
32. Matteucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación (en línea). Venezuela, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 178 p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma/link/553a55fd0cf245bdd763f4ab/download.
33. Medinilla, O. 2020. Relación bioclima y vegetación en el cuadrante suroccidental de la Sierra de las Minas, Guatemala (Entrevista). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área Ciencias Biológicas (28 de septiembre del 2020).
34. Mendieta, D. 2019. Recomendaciones durante una colección botánica de campo (Entrevista). Guatemala, Facultad de Agronomía, Herbario AGUAT «Ernesto Carrillo» (19 de agosto del 2019).
35. Merle Farinos, H; Ferriol Molina, M. (2012). El Inventario Fitosociológico (en línea). 1. España, Universidad Politécnica de Valencia, E.T.S.I.A.M.N. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16818/El_inventario_Fitosociologico.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
36. Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad (en línea). Zaragoza, España, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) / CYTED / UNESCO. 84 p. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>.
37. Morillo Infante, LF; Eras Guamán, VH; Moreno Serrano, J; Minchala Patiño, j; Muñoz Chamba, L; Yaguana Arévalo, M; Poma Angamarca, R; Valarezo Ortega, C;

- Sinche Freire, M. 2016. Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja (en línea). *Bosques* Latitud Cero 6(2):1-15. Disponible en <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/222/209>.
38. Morlans, MC. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones (en línea). Editorial Científica Universitaria 1:1-170. Disponible en <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicaciones/line/Ecologia/imagenes/pdf/012-poblacion.pdf>.
 39. Novillo Espinoza, ID; Carrillo Zenteno, MD; Cargua Chavez, JE; Nabel Moreiral, V; Albán Solarte, KE; Morales Intriago, FL. 2018. Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios* 23(2):177-187. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1301>.
 40. Oberhuber, T; Lomas, Pedro L; Duch, Gustavo; González Reyes, M. 2010. El papel de la biodiversidad (en línea). Madrid, España, Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial). 1-36 p. Disponible en https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier_El_papel_de_la_biodiversidad.pdf.
 41. Oesterheld, M; Aguiar, M; Ghera, C; Paruelo, J. 2005. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas: Un homenaje a Rolando J.C. León (en línea). Argentina, Universidad de Buenos Aires, Facultad Agronomía. 321-350 p. Disponible en <https://www.agro.uba.ar/users/paruelo/libros/HeterogeneidadVegetacion.pdf>.
 42. Orozco Corral, AL; Valverde Flores, MI; Téllez, RM; Bustillos, CC; Hernández, RB. 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano (en línea). *Terra Latinoamericana* 34:441-456. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n4/2395-8030-tl-34-04-00441.pdf>.
 43. Paredes, JH. 1996. Reconocimiento arqueológico de los municipios de Usumatlán y Cabañas, Proyecto Arqueológico Sansare. (en línea). In X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología. 1-23 p. Disponible en <http://www.asociaciontikal.com/simposio-10-ano-1996/01-96-paredes-doc/>.
 44. Peinado Lorca, Manuel; Monje Arenas, Luis; Martínez Parras, JM. 1985. El paisaje vegetal de Castilla - La Mancha (en línea). *Manual de Geobotánica (Editorial cuarto centenario)*:10 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=39177>.
 45. Pérez Irungaray, GE; Rosito Monzón, JC; Mass Ibarra, RE; Gándara Cabrera, G. 2018. Ecosistemas de Guatemala basado en el Sistema de Zonas de Vida (en línea). Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (URL-IARNA). 140 p. Disponible en <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de->

Guatemala-final.pdf.

46. Polanco Duran, OG. 2016. Estudio del Manejo y Utilización del Agua en el Corredor Seco de Guatemala (en línea). Guatemala, Tesis de Ing. Mec. Inds., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 234 p. Disponible en [http://www.repositorio.usac.edu.gt/4530/1/Osman Gerardo Polanco Durán.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/4530/1/Osman%20Gerardo%20Polanco%20Dur%C3%A1n.pdf).
47. Puestas Chully, M. 2011. Estudio dentrológico de la especie *Bursera graveolens* - Palo Santo, Región Tumbes (en línea). Francia, Plante et Planete. Disponible en <http://e-journal.usd.ac.id/index.php/LLT%0Ahttp://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/viewFile/11345/10753%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.758%0Awww.iosrjournals.org>.
48. Ramirez Carvajal, R. 1997. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (en línea). Bogota, Colombia, Convenio FENALCE-SENA-SAC. 13-23 p. Disponible en <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>.
49. Reyes, PR; Torres-Florez, JP. 2009. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de conductos de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake (en línea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1):243-251. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-19572009000100025>.
50. Rivas-Martínez, S. 2005. Avances en Geobotánica, discurso de apertura del curso académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005 (en línea). España, Universidad de León. 1-128 p. Disponible en <https://www.globalbioclimatics.org/book/ranf2005.pdf>.
51. Ruiz Gracia, P; Gómez Díaz, JD; Monterroso Rivas, AI; Uribe Gómez, M. 2019. Tecnologías agroforestales para una Selva Baja Caducifolia: propuesta metodológica. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10(55):29. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i55.589>.
52. Rzedowski, J; Calderón de Rzedowski, G. 2009. Nota sobre *Bursera heteresthes* (Burseraceae) en el suroeste del Estado de México (en línea). *Acta Botanica Mexicana* 88:81-93 p. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n88/n88a7.pdf>.
53. Rzedowski, J; Guevara-Féter, F. 1992. Flora del Bajío y de regiones adyacentes (en línea). *Acta Botánica Mexicana* 37(Fascículo 3):40-48. DOI: <https://doi.org/10.4102/abc.v37i1.299>.
54. Rzedowski, Jerzy; Medina Lemos, R.; Calderón de Rzedowski, G. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae) (en línea). *Acta Botanica Mexicana* 70:85-111. Disponible en <https://abm.ojs.inacol.mx/index.php/abm/article/view/989/1150>.

55. Rzedowski, Jerzy; Medina Lemos, Rosalinda; Calderón de Rzedowski, G; Rzedowski, J; Medina R; Calderón de Rzedowski, G. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México) (en línea). *Acta Botanica Mexicana* 66:23-151. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n66/2448-7589-abm-66-23.pdf>.
56. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y de Programación de la Presidencia). 2010. Plan de desarrollo, Cabañas, Zacapa 2010-2025 (en línea). Guatemala, SEGEPLAN. 101 p. Disponible en <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.
57. Stadley, PC; Steyermark, JA. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, United States of America, Chicago Natural History Museum, Fieldiana. Botany, vol.24, pte 5. 386 p. DOI: <https://doi.org/10.2307/4118093>.
58. Stevens, W.D.; Ulloa, Carmen; Pool, Amy; Montiel, O. 2001. Flora de Nicaragua. *In Hollowell, VC (ed.)*. St. Louis, Missouri, USA, Missouri Botanical Garden. p. tomo 1, 941.
59. Tórtola Lima, LF. 2015. El ecosistema en el Corredor Seco de Guatemala. s.l., Tesis de Ing. Mec. Inds. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 164 p. DOI: <https://doi.org/10.5897/ERR2015>.
60. Valenzuela de Pisano, I. 2012. Agricultura y bosque en Guatemala : estudio de caso en Petén y Sierra de las Minas. Guatemala, Universidad Rafael Landívar (URL). 244 p.
61. Vasquez-Yanes, C; Batis Muñoz, AI; Silva, M; Sánchez Dirzo, C. 1990. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (*Bursera simaruba* (L.) Sang.). México, Reporte técnico del proyecto J084, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología - CONABIO, vol.3. 73-76 p.
62. Yepes, A; Silveira Buckeridge, M. 2011. Respuesta de las plantas ante los factores ambientales del Cambio climático global (en línea). *Colombia Forestal* 14(2):213-232. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423939616005>.
63. Zuluaga, J; Restrepo, L. 2009. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia - Colombia (en línea). *Revista Lasallista de Investigación* 6(1):50-57 p. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/695/69514350008.pdf>.



2.10 ANEXOS

Cuadro 18A. Boleta de campo utilizada durante el levantamiento de parcelas.

Boleta de Campo para estudio de las comunidades del género Bursera					
Datos de la Parcela			No.		Pendiente:
Latitud:			Longitud:		m s.n.m.:
ESTRATO					Observaciones de la parcela
	E1		E2		
1	Nombre	Índice	Nombre	Índice	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 19A. Listado de especies durante el levantamiento de parcelas.

	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	CODIGO
ARBOLES				
1	Aripín	Leguminosae	Caesalpinia velutina (Britton & Rose) Standl.	Cave
2	Campon	Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Buex
3	Caraño	Anacardiaceae	Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Standl.	Amad
4	Cedro	Meliaceae	Cedrela spp	Cesp
5	Copal de Santo	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Bugr
6	Descono A (canelo)	Rubiaceae	Calycophyllum candidissimum (Vahl) DC.	Caca
7	Desconocido B	Euphorbiaceae	Gymnanthes spp.	Gysp
8	Plumajío	Picramniaceae	Alvaradoa amorphoides Liebm	Alam
9	Murul	Malvaceae	Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.	Cee
10	Orotoguaje	Leguminosae	Acacia picachensis Brandege	Acpi
11	Palo Cortez	Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	Hach
12	Palo de Jicaro	Bignoniaceae	Crescentia alata Kunth	Cral
13	Palo de Jiote	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Busi
14	Palo de la Cruz	Apocynaceae	Plumeria rubra L.	Plru
15	Palo de Zope	Leguminosae	Piscidia grandifolia (Donn.Sm.) I.M.Johnst.	Pigr
16	Palo Volador	Hernandiaceae	Gyrocarpus americanus Jacq.	Gyam
17	Pistillo	Apocynaceae	Tonduzia stenophylla (Donn.Sm.) Pittier	Tost
18	Quebracho	Leguminosae	Lysiloma divaricatum (Jacq.) J.F.Macbr.	Lydi
19	Roble	Combretaceae	Bucida macrostachya Standl.	Buma
ARBUSTOS				
20	Brasil	Leguminosae	Haematoxylum brasiletto H. Karst.	Habr
21	Carcomo	Leguminosae	Caesalpinia exostemma DC.	Caaf
22	Chaparro	Boraginaceae	Cordia truncatifolia Bartlett	Cotr
23	Chilindron	Apocynaceae	Cascabela ovata (Cav.) Lippold	Caov
24	Duruche	Primulaceae	Bonellia macrocarpa (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Boma
25	Frutillo	Erythroxylaceae	Erythroxylum rotundifolium Lunan	Erro
26	Futro de Cabro	Rhamnaceae	Karwinskia calderonii Standl.	Kaca
27	Guayacán	Zygophyllaceae	Guaiacum sanctum L.	Gusa
28	Huesito	Plocospermataceae	Plocosperma buxifolium Benth.	Plbu
29	Jiotillo	Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Busc
30	Motapino	Leguminosae	Mimosa zacapana Standl. & Steyerl.	Miza
31	Nance de Iguana	Olacaceae	Ximenia americana L.	Xiam
32	Quina	Rubiaceae	Hintonia latiflora (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Hila
33	Tamarindillo		Especie Tamarindillo	Esta
34	Yaje	Leguminosae	Leucaena diversifolia (Schltdl.) Benth.	Ledi
35	Zarza	Leguminosae	Mimosa platycarpa Benth.	Mipl
36	Vainillo	Leguminosae	Senna bicapsularis (L.) Roxb.	Sebi

Fuente: elaboración propia, 2020.

Cuadro 20A. Índices de las especies arbóreas según el método fitosociológico.

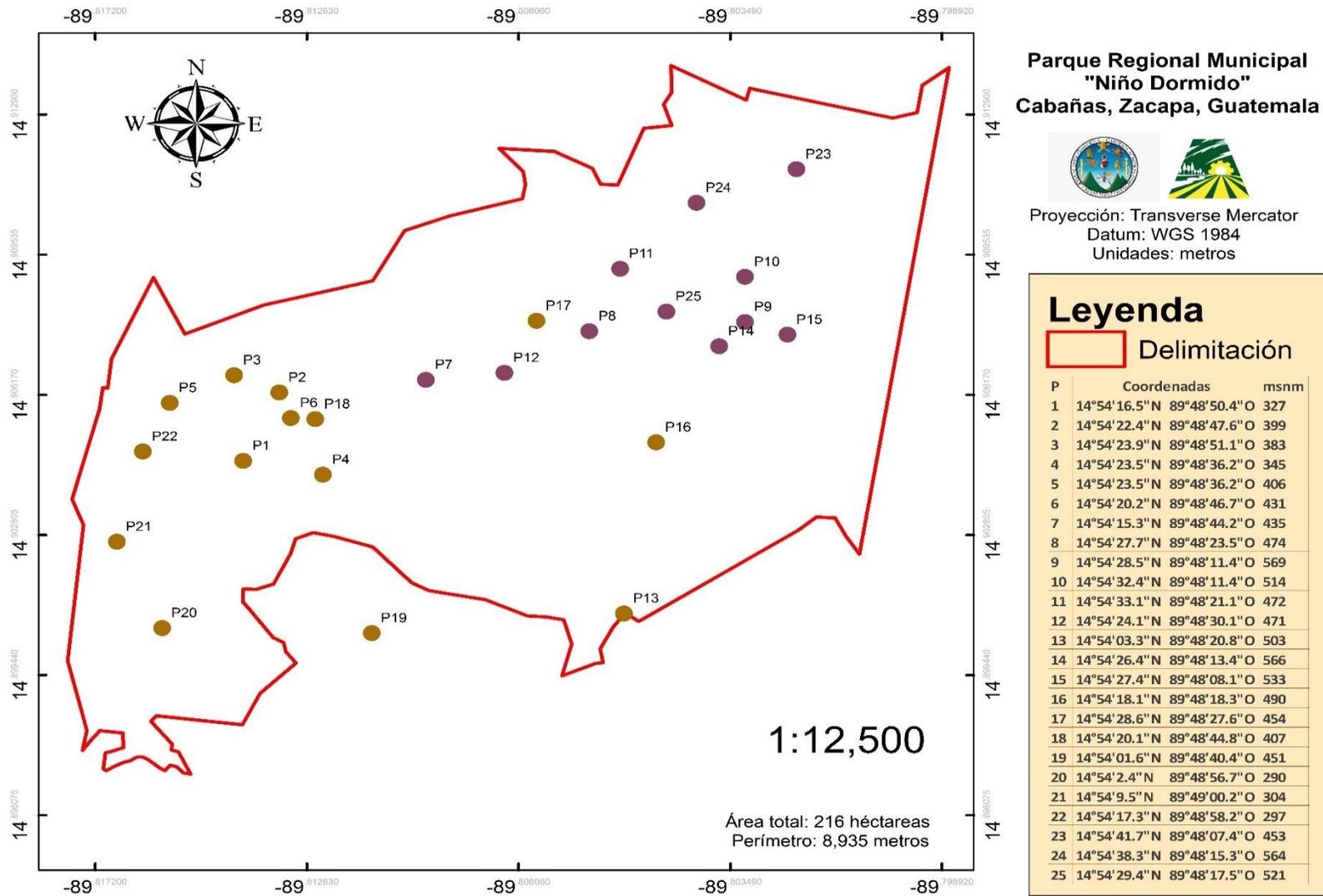
	CODIGO	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	
	ARBOLES																										
1	Cave	4	4	4	3	3	4							2			1	1	3	3	2	2	2				
2	Buex		3				3	3	2			2	2	1	2	1			3					2	1	2	
3	Amad	3	2	2	3				1		2								2		2	2	2	2			
4	Bugr		2	2		2						2											3		2	2	
5	Caca	2						2	2	1	3		2	2					1					2			
6	Gysp							2		2		2		3		3									3		
7	Alam		1							2	4	2	1		3	3	2	2						2	2	2	
8	Ceae	2	2			2																1					
9	Acpi	1				1															1						
10	Hach						3											1									
11	Cral									1												2					
12	Busi	4	3	3		2					3	2	3	2	1		1	2		2	3	3		2		1	
13	Plru	2	2	2	1			2	1	2		1	2			1	2	3			2					1	
14	Pigr			3				2	3	2	1	2	2		1						2		1	1	1	2	
15	Gyam	2																				1					
16	Tost		2	2		2	2	3	2			3		2		1			2				2		1		
17	Lydi	2	3	2		2		1			2	2		3		2	1	1	2		1	1	2	2	2	2	2
18	Buma	2										4		3												2	

Fuente: elaboración propia, 2020.

Cuadro 21A. Índices de las especies arbustivas según el método fitosociológico.

	CODIGO	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25
ARBUSTOS																										
19	Habr		3	2	1	2	1	3		2					3	2		2	2	3	3	2	3		3	2
20	Caaf	2																1								
21	Cotr	1					1															1	1			
23	Caov		2	2	2			1	1				1						1							
24	Boma	2	2	2			3	1	1	1		2			1		1		2	3		1	1		1	
25	Erro	2						1	1																	
27	Kaca		1	3	1	1		1		1						2		1					1			
28	Gusa	3	2			1	1				1	2		2						3	2	2	2	1	1	
29	Plbu		2		1																		1		1	
31	Busc		2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3							2	2	2	2
32	Miza				1			1	2	3			1		1											
33	Xiam		2	2				2	1			1							2		2					2
34	Hila		3	2		1	1	1			1	1						1				1	1	1		
35	Esta						1	2			2	2				2								2	2	2
36	Ledi	2	1	1	1						2	2		1			1			4		2	2	2	2	1
37	Mipl			1								1			2			1		4	3		2		1	
38	Sebi		2																							

Fuente: elaboración propia, 2020.



Fuente: elaboración propia, 2020. Aproximación tomada con caminamiento de campo, límites reales disponibles en el registro municipal de Cabañas.

Figura 22A. Mapa con la ubicación de las unidades de muestreo.

Trabajo de campo



Mapa del registro municipal del parque Regional Municipal Niño Dormido.



Guardabosques del parque Regional Municipal Niño Dormido, Juan Manuel Alvarado Ramírez.



Bursera simaruba.



Bursera schlechtendalii.



B. excelsa y *B. schlechtendalii*.



Lennoa madreporoide



Flores de *Bursera excelsa*.



Bdallophytum americanum

Figura 23A. Trabajo de campo para el levantamiento de parcelas.



3.1 PRESENTACIÓN

El presente informe detalla el servicio que fue ejecutado en el proyecto Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos del cambio climático: mejora de la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales en el corredor seco de Guatemala, desarrollado en los departamentos de El progreso, Zacapa y Chiquimula, realizados durante los meses de agosto del año 2019 a mayo del año 2020.

Durante la Cumbre sobre el clima, el 23 de septiembre de 2014, se estableció la Estrategia nacional de restauración forestal de Guatemala, dando como objetivo la formulación de estrategias para la restauración de paisaje forestal en áreas potenciales, promoviendo las acciones de las actividades de REDD+, gestionando estrategias para la iniciativa de Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosque en Guatemala (PROBOSQUE).

Siendo en el año 2018, el arranque del proyecto Modelo de restauración forestal para mitigar los efectos del cambio climático, el cual tiene como desafío mejorar la resiliencia de los ecosistemas agrícolas y forestales del corredor seco de Guatemala; apoyando los ejes temáticos de la estrategia de restauración forestal, como el fortalecimiento de capacidades institucionales y gestión de conocimiento.

Es importante resaltar, la consideración primordial dentro del proyecto, el estudio de los distintos ecosistemas; así mismo, la determinación de especies presentes dentro de las comunidades asociadas a la vegetación del bosque seco en los departamentos de El Progreso y Zacapa, porque el proyecto considera que el estudio de la vegetación del bosque seco del Valle del río Motagua, apoya a la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad, otorgando conocimiento y valoración de los distintos bienes y servicios de dicho ecosistema presente en Guatemala.

Los servicios realizados fueron: la asistencia técnica dentro de las actividades de campo, para el levantamiento de parcelas y sobre la información de la flora dentro del bosque seco, organizar la información recopilada en campo, durante las actividades de coleta y herborización de los especímenes de campo, y por último, servir de enlace con la unidad académica (FAUSAC), para integrar estudiantes a la colaboración del proyecto por medio del programa de voluntarios.

3.2 SERVICIO 1: ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO, EN LOS DEPARTAMENTOS DE EL PROGRESO Y ZACAPA

3.2.1 Objetivos

A. Objetivo general

Prestar asistencia técnica en los aspectos de consolidación de las metas trazadas por el proyecto para el año 2019 – 2020.

B. Objetivos específicos

1. Apoyar de manera técnica en las actividades de campo para el levantamiento de parcelas y flora del bosque seco en los departamentos de El Progreso y Zacapa.
2. Organizar la información recopilada en campo, durante las colectas de muestras, así mismo su herborización.
3. Involucrar a distintos actores (estudiantes y profesores de las universidades relacionadas con el proyecto) a través de actividades participativas.

3.2.2 Metodología

A. Apoyo técnico en las actividades de campo para el levantamiento de parcelas y flora del bosque seco

Para la recopilación de información de las comunidades vegetales, se necesitó de la siguiente metodología:

a. Determinación de los lugares a muestrear

Para determinar el lugar que se iba a muestrear se tuvo el apoyo de la municipalidad de El Júcaro, El Progreso, la municipalidad de Cabañas, Zacapa; principalmente en coordinación de la Bióloga María José Hernández, investigadora del proyecto, durante los meses de julio, agosto y septiembre. Las respuestas que se tuvieron por parte de las municipalidades fueron de manera positiva, dando como resultado el levantamiento de parcelas en 4 áreas protegidas dentro de los departamentos de El Progreso y Zacapa.

b. Coordinación de las visitas para levantamiento de campo

Coordinamos para la programación de las visitas a las áreas protegidas en los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera semana de diciembre; los cuales son en la época de crecimiento de las comunidades vegetales y es más fácil saber la especie y coleccionar distintas muestras, para su determinación en el herbario.

c. Levantamiento de parcelas

La toma de datos de las parcelas, se hizo en base a una boleta para recolectar las variables necesarias para el análisis fitosociológico. La información general recolectada: fecha, nombre, coordenadas de la parcela, altitud, pendiente, estratos, altura de los estratos, cobertura en porcentaje de los estratos; siendo los datos específicos: las observaciones de la parcelas, especie identificada en campo, índice de cobertura y abundancia, dado por la metodología del método fitosociológico.

i. Datos a tomar de las parcelas

Tomando datos cualitativos a la vegetación dentro de la parcela: exposición del sol, área inventariada, vegetación alrededor, tipos de estratos; y así mismos datos cuantitativos como cobertura de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas del lugar, utilizando el método fitosociológico dado por su porcentaje en cobertura en el dosel (cuadro 18A).

ii. Datos a tomar de las especies

Los datos de frecuencia y abundancia no deben ser tomados en cuenta según los objetivos del método, por lo tanto para el desarrollo del proyecto, a fin de clasificación de la vegetación, la precisión de los muestreos dependerá de la cobertura que presenta la flora dentro de los bosques maduros del área de estudio (cuadro 13).

d. Colecta de muestras

En cuanto a la colecta de especímenes, se realizó la toma de muestras, que contuvieran principalmente flores, para facilitar su determinación en el herbario, toma de sus características más visibles en campo, como simetría de la flor, color de la misma, etc., y respectivas fotos de la especie para su referencia en futuras colectas.

Para la preservación de las muestras se colocó la muestra, entre hojas de papel periódico, manteniendo la muestra lo mejor cuidado, para observar los detalles de las hojas, flores lo mejor conservadas.

Para cada espécimen colectado se realizó la anotación en el papel periódico donde se colocó la muestra colectada, siendo los datos: número de colecta, fecha, nombre de la ubicación y el nombre común o científico de la especie colectada.

Se colocó el papel periódico sobre el cartón, cubriendo la muestra con la misma hoja donde se anotaron los datos del espécimen colectado, posterior a la colecta de 40 muestras por prensa, amarrar fuertemente con un cordón, o bien en bolsas herméticas con alcohol al 70%; para su traslado al herbario de la Facultad de Agronomía, USAC.

B. Organización de la información recopilada en campo, durante las colectas de muestras

a. Herborización

La herborización de las muestras colectadas, se llevó a cabo en campo después de la realización del levantamiento de parcelas; se busca conservar las muestras para su determinación y conservación de la información recabada, fue realizado en el Herbario por el Prof. Ernesto Carrillo, AGUAT, de la Facultad de Agronomía, USAC; en la cuales se prensaban las especies según la metodología para conservación de las muestras, siendo en periódico con la ayuda de una prensa botánica o bien en bolsas herméticas con alcohol al 70% y las muestras en periódico, secadas en herbario en las prensas, consiste en colocar

las muestras en prensas, cambio de papel periódico una vez cada dos días y colocarlas en el secador para que siga con el proceso de secado.

b. Determinación botánica

Uno de los principales de los ejes del proyecto es la composición de la vegetación, por medio de la determinación de muestras, realizado en el herbario de la Facultad de Agronomía, USAC. Para la determinación fue necesario seguir los siguientes pasos metodológicos:

4. Desarrollo de la fórmula floral de cada espécimen.
5. Uso de las claves botánicas y descripciones de la Flora de Guatemala, Flora de Nicaragua y la Flora Mesoamericana.
6. Uso de las bases de datos: "The Plant List" <http://www.theplantlist.org/> (2013) y Flora Mesoamericana Tropicos.org. World Flora Online <http://www.worldfloraonline.org/>.

La clasificación que presenta el documento es en base al sistema de clasificación APG III (Grupo para la filogenia de Angiospermas).

c. Digitalización de la información recopilada

Se realizó un cuadro en Excel de Microsoft Office, con la digitalización de las parcelas levantadas durante los muestreos de campo, así mismo, un listado de especímenes determinados con su respectivo nombre científico, lugar de colecta y coordenadas del lugar.

C. Coordinación social y gestión de voluntarios

a Voluntarios

En cuanto a la coordinación de los voluntarios, consistió en atender las necesidades del proyecto en actividades que las personas interesados en aprender sobre la conservación de especímenes, la cual consistió en el montaje y herborizado de especímenes.

b Comitiva Española

La participación de la comitiva española como una evaluación en los avances del proyecto, exponiendo lo que se llevaba a cabo por medio de una reunión entre los coordinadores del proyecto, coordinador de Guatemala, consultora y técnicos que apoyaban en el proyecto y mapas que sustentaran los avances del proyecto.

3.2.3 Resultados

A. Apoyo técnico en las actividades de campo para el levantamiento de parcelas y flora del bosque seco

a. Lugares donde se realizaron muestreos

En los resultados se incluyen las parcelas realizadas en: la finca El Chilar, Sanarate, El Progreso y en el parque regional municipal El Niño Dormido en Cabañas, Zacapa; sin embargo se hicieron otros levantamientos de parcelas en la reserva natural para la conservación del Heloderma, en El Arenal, Zacapa y en el parque regional municipal Lo de China, realizando un total de 35 parcelas muestreadas.

En la realización de una tabla que tenga los inventarios en los cuales se tuvo mi apoyo, considerando las fechas en que fueron realizados, el número de inventarios y la ubicación en los cuales se realizaron los levantamientos de parcelas.

Cuadro 22. Numero de inventarios realizados durante la etapa de EPS.

Mes	No. inventarios	No. localidades	Ubicación
sept.-19	4	1	Finca el Chilar, Sanarate, El Progreso
oct.-19	8	1	Reserva para la conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa
oct.-19	6	1	El Arenal, Cabañas
oct.-19	11	1	Parque Regional Municipal, Niño Dormido, Cabañas, Zacapa
nov.-19	6	1	Parque regional municipal EL Astillero Lo de China, El Júcaro, Zacapa
TOTAL	35	5	

b. Colecta de muestras

En cuanto a la colecta de especímenes se realizó la colecta de 200 muestras, siendo hasta la fecha de terminado mi fase de EPS en los meses de agosto 2019 a mayo del 2020, la determinación de 110 especímenes, de los cuales 31 especímenes fueron determinados por mi persona, siendo el 29 % de las muestras recolectadas en campo ubicadas entre los meses de junio a noviembre, dando una base principal para trabajar en el análisis de datos en base a un análisis estadístico multivariado entre las especies del lugar y sus características físicas y climáticas en las cuales se encuentran las especies, dando así una referencia de la vegetación del lugar.



Figura 24. Bolsas de colecta utilizadas durante el levantamiento de parcelas.



Figura 25. Colectas dentro la reserva para la conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa.



Figura 26. Colectas dentro en el parque regional municipal El Astillero Lo de China, El Jícaro, Zacapa.



Figura 27. Prensado improvisado para preservar muestras suculentas.



Figura 28. Libreta de campo y toma de fotos de flores.



Figura 29. Levantamiento de parcelas en la finca el Chilar, Sanarate, El Progreso.



Figura 30. Levantamiento de parcelas en la reserva para la conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa.



Figura 31. Coordinador del proyecto en la finca el Chilar, Sanarate, El Progreso.

B. Organización de la información recopilada en campo, durante las colectas de muestras

a. Herborización



Figura 32. Secado improvisado para preservar muestras suculentas.



Figura 33. Materiales para el secado de especímenes.



Figura 34. Cuidados durante el secado de los especímenes.



Figura 35. Prensas botánicas utilizadas para transportar los especímenes.

b. Determinación de especímenes

Figura 36. Vista desde el microscopio de una flor, familia Malvaceae.



Figura 37. Herbario Prof. Ernesto Carrillo, AGUAT, FAUSAC.

Cuadro 23. Especies determinadas durante la etapa de EPS.

#	Especie	Familia	Localidad	Latitud	Longitud	m s.n.m.	Fecha	Determinador
1	<i>Mimosa platycarpa</i> Benth.	Fabaceae	El Rosario, Zacapa	15.07531°	89.47568°	157	29/08/19	N. A. Salvatierra
2	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	Verbenaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	O. E. Medinilla; N. A. Salvatierra
3	<i>Polygala platycarpa</i> Benth.	Polygonaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	D. E. Mendieta; N. A. Salvatierra
4	<i>Tetrapteryx discolor</i> (G.Mey.) DC.	Malpighiaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'45.8"	90°10'34.8"	831	27/09/19	N. A. Salvatierra
5	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'45.8"	90°10'34.8"	831	27/09/19	N. A. Salvatierra
6	<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Boraginaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'45.8"	90°10'34.8"	831	27/09/19	N. A. Salvatierra
7	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Stahl & Källersjö	Primulaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	N. A. Salvatierra
8	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	N. A. Salvatierra
9	<i>Oxalis frutescens</i> L.	Oxalidaceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	N. A. Salvatierra
10	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Burseraceae	Finca El Chilar, Sanarate, El Progreso	14°46'46.4"	90°10'32.4"	799	27/09/19	N. A. Salvatierra
11	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.	Leguminosae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'44.4"	89°47'17"	539	10/10/19	N. A. Salvatierra
12	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Acanthaceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'43.5"	89°47'36.3"	641	08/10/19	N. A. Salvatierra
13	<i>Mimosa zacapana</i> Standl. & Steyerl.	Leguminosae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'49"	89°47'20.4"	654	08/10/19	N. A. Salvatierra

Continuación cuadro 23

#	Especie	Familia	Localidad	Latitud	Longitud	m s.n.m.	Fecha	Determinador
14	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Burseraceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'49"	89°47'20.4"	654	08/10/19	N. A. Salvatierra
15	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'49"	89°47'20.4"	654	08/10/19	N. A. Salvatierra
16	<i>Ruellia inundata</i> Kunth	Acanthaceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°46'45.8"	90°10'34.9"	654	08/10/19	N. A. Salvatierra
17	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Leguminosae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°46'45.8"	90°10'34.9"	654	08/10/19	N. A. Salvatierra
18	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Burseraceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'44.4"	89°47'17"	539	10/10/19	N. A. Salvatierra
19	<i>Busida macrostachya</i> Standl.	Combretaceae	Reserva para la Conservación del Heloderma, El Arenal, Zacapa	14°51'48.7"	89°47'17.4"	672	09/10/19	N. A. Salvatierra
20	<i>Waltheria indica</i> L.	Sterculiaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°54'23.9"	89°48'51.1"	431	24/10/19	N. A. Salvatierra
21	<i>Ruellia inundata</i> Kunth	Acanthaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°51'44.4"	89°47'10.7"	327	23/10/19	N. A. Salvatierra
22	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Burseraceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°52'20.2"	89°48'46.7"	399	23/10/19	N. A. Salvatierra
23	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Burseraceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°52'20.2"	89°48'46.7"	399	23/10/19	N. A. Salvatierra

Continuación cuadro 23

#	Especie	Familia	Localidad	Latitud	Longitud	m s.n.m.	Fecha	Determinador
24	<i>Ditaxis guatemalensis</i> (Müll.Arg.) Pax & K.Hoffm.	Euphorbiaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°52'20.2"	89°48'46.7"	399	23/10/19	N. A. Salvatierra
25	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Acanthaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°54'28"	89°48'48.4"	383	23/10/19	N. A. Salvatierra
26	<i>Heliotropium macrostachyum</i> (DC.) Hemsl.	Boraginaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°54'19.7"	89°48'46.9"	399	23/10/19	N. A. Salvatierra
27	<i>Isocarpha oppositifolia</i> (L.) Cass.	Compositae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°54'28"	89°48'48.4"	383	23/10/19	N. A. Salvatierra
28	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	Euphorbiaceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°52'20.2"	89°48'46.7"	399	23/10/19	N. A. Salvatierra
29	<i>Plocosperma buxifolium</i> Benth.	Plocospermataceae	Reserva Regional Municipal Niño Dormido	14°54'23.9"	89°48'51.1"	431	24/10/19	N. A. Salvatierra
30	<i>Acacia picachensis</i> Brandegees	Leguminosae	Astillero Municipal Lo de China, El Júcaro, El Progreso	14°28'7.9"	90°37'23"	351	21/11/19	N. A. Salvatierra
31	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Acanthaceae	Astillero Municipal Lo de China, El Júcaro, El Progreso	14°28'7.9"	90°37'23"	351	21/11/19	N. A. Salvatierra

c. Digitalización de la información recopilada

i. Finca el Chilar, Sanarate, El Progreso

Cuadro 24. Boleta de campo de la parcela 1, Finca el Chilar.

Datos de P1 27/09/19	
Latitud:	14°46'46.4"N
Longitud:	90°10'32.4"O
Pendiente:	S 4° O
msnm:	799
Observaciones:	Mantillo de hojarascas en el suelo. Abundante materia orgánica, epífitas y lianas. Pastoreo por vacas

ESTRATOS	%	ALTURA
E1	75	8m
E2	40	4.5m
E3	40	1m

CODIGO:

E1		E2		E3	
identificación	Índice	identificación	Índice	identificación	Índice
Palo Cortez	1	Guayabillo	3	Tres puntas	3
Bursera tipo excelsa	3	Zantoxylum	2	Flora amarilla pentamera	2
Palo overo	4	Cephalocereus maxonii	2	Flor morada tubular/caliz verde claro	1
Árbol con braquiblastos	1	Plumeria	1	Fabaceae flor amarilla	1
Árbol flores marrón	1	Tipo guapinol	+	Escorpioide flor blanca	1
Bonellia (arborea)	2	Tpo guazuma	1	graminea	2
Luhea sp	2	Bursera schlechtendali	1	Verbenaceae(Lantana)	1
Hemaetoxylum brassileto	1	Todnuzia stenophylla (pistío)	2	Asteracea flora amarilla	1
Bursera simarouba	1			Asteracea lobulada	2
Leucaena (diversifolia)	2			Oplismenus	3
				Agave	1

Cuadro 25. Boleta de campo de la parcela 2, Finca el Chilar.

Datos de P2 27/09/19	
Latitud:	14°46'45.8"N
Longitud:	90°10'34.8"O
Pendiente:	N 20° O
msnm:	831
Observaciones:	Parcela en pendiente. Mantillo de hojarascas en el suelo. Abundante

ESTRATOS	%	ALTURA
E1	80	8m
E2	70	4.5m
E3	90	1m

CODIGO:

E1		E2		E3	
identificación	Índice	identificación	Índice	identificación	Índice
Brasil	1	Luhea	4	Hechtia	5
Palo overo	2	guayabillo	2	Piñuela	3
Tonduzia stenophylla	4	Tipo hematoxyllum	1	Enredadera acorazonada	r
Bursera simarouba	1	Plumeria	2	Flora amarilla pentamera	1
Simaruba amara	1	Acacia hindsii	1	Oplismenus	3
Swietenia humilis	1	Tecoma stans	1	Cardiospermum	2
Lysiloma acapulcensis	1	Cephalocereus maxonii	1	Fabaceae amarilla	2
Palo cortez	1			Asteracea flora amarilla	1
Bursera excelsa	1				

ii. Parque Regional Municipal el Niño Dormido, Cabañas, Zacapa

Cuadro 26. Boleta de campo de la parcela 1, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.

Datos de P1 23/10/2019	
Latitud:	14°54'16.5"N
Longitud:	89°48'50.4"O
Pendiente:	N 25° O
msnm:	327
Observaciones:	Pocas hierbas en el sotobosque, abundante hojarasca seca

ESTRATOS	%	ALTURA
E1	70	15m
E2	50	2m
E3	40	1m

CODIGO:

E1		E2		E3	
identificación	Índice	identificación	Índice	identificación	Índice
Guayacan	3	Chichicaste de Caballo	3	Asteraceae amarilla	3
Aripin	3	Cabeza de viejo	3	Poaceae	2
Orotoguahe	1	Lengua de Vaca	1	Mata cuca	2
Murul	1	Hectia	3	Flor Morada	1
Yaje	2	Cardiospermum	2	Huevos de fuera	1
Palo de Jote	2	Ron Ron	3	Oreja de conejo	1
Frutillo	2				
Durucho	2				
Roble	2				
Desconocido A	1				
Palo Volador	1				
Chaparro	1				
Quebracho	2				
Carcomo	2				
Palo de la Cruz	1				
Caraño	1				
Albaricoque	1				

Cuadro 27. Boleta de campo de la parcela 8, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.

Datos de P8 14/11/2019	
Latitud:	14°54'27.7"N
Longitud:	89°48'23.5"O
Pendiente:	E 20° O
msnm:	474
Observaciones:	Se encontró varias comunidades de la parasita Lennoa, epifitas y roca expuesta

ESTRATOS	%	ALTURA
E1	70	7m
E2	50	2m
E3	80	1m

E1		E2		E3	
identificación	Índice	identificación	Índice	identificación	Índice
Jiotillo	3	Duruche	1	Oreja de Conejo	1
Motapino	2	Pistillo	2	Hospedero Lennoa	2
Brasil	2			Pasto cepillo	3
Desconocido A	3			Lennoa	1
Caraño	1				
Palo de la Cruz	1				
Palo de Zope	3				
Nance de Iguana	1				
Chilindron	1				
Desconodido B	2				
Campon	1				

Cuadro 28. Boleta de campo de la parcela 20, Parque Regional Municipal el Niño Dormido.

Datos de P20 15/11/2019	
Latitud:	14°54'02.4"N
Longitud:	89°48'56.7"O
Pendiente:	S 32° E
msnm:	290
Observaciones:	Rocoso en proceso de recuperación

ESTRATOS	%	ALTURA
E1	70	10m
E2	50	3m
E3	20	1m

E1		E2		E3	
identificación	Índice	identificación	Índice	identificación	Índice
Guayacan	2	Palo de la Cruz	1	Piña de coche	2
Zarza	3	Ron Ron	2	Mata cucas	1
Brasil	2	Chichicaste de caballo	1	Cardiespermun 3 semillas	2
Aripin	2	Arpón	1		
Palo de Jiote	1	Lengua de vaca	1		
Caraño	2	Tuno	1		
Murul	1	Cabeja de Viejo	1		
Palo de Zope	1	Nogal	1		
Quebracho	1				
Nance de Iguana	1				
Orotoguaje	1				

C. Coordinación social y gestión de voluntarios



Figura 38. Reunión de la comitiva para evaluación de los avances dentro del proyecto.



Figura 39. Participación de la comitiva en los avances dentro del proyecto.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES - IIA -



REF. Sem. 20/2021

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL "NIÑO DORMIDO", CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: NERY ARMANDO SALVATIERRA RAMÍREZ

CARNÉ: 201502914

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla
Ing. Agr. Edin Alejandro Gil
Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla
A S E S O R E S P E C I F I C O


Ing. Agr. Edin Alejandro Gil
A S E S O R E S P E C I F I C O


Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez
D O C E N T E - A S E S O R E P S


Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
D I R E C T O R D E L I I A



CFLB/nm
c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA.44.2021

Guatemala, 11 de mayo de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO “MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA.

ESTUDIANTE:

NERY ARMANDO SALVATIERRA RAMÍREZ

No. CARNÉ

201502914

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “NIÑO DORMIDO”, CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Ing. Agr. Oscar Ernesto Medinilla
Ing. Agr. Edín Alejandro Gil
Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”



Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente



No. 46.2021

Trabajo de Graduación: "ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ASOCIADA AL GÉNERO BURSERA, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL "NIÑO DORMIDO", CABAÑAS, ZACAPA, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO "MODELO DE RESTAURACIÓN FORESTAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEJORA DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA".

Estudiante: Nery Armando Salvatierra Ramírez

Carné: 201502914

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

