



Universidad Técnica Nacional
Sede Atenas



Ingeniería en Manejo Forestal y Vida Silvestre

Informe de Práctica Profesional como requisito para
obtener el título de diplomado en Manejo Forestal y
Vida Silvestre

Establecimiento de parcelas permanentes de
monitoreo en el bosque seco tropical secundario de
la Estación Experimental Forestal Horizontes,
Guanacaste Costa Rica.

Realizado por:

María Isabel Sandí Céspedes

Jossette Nayarith Díaz López

Atenas, Alajuela, Costa Rica.

Setiembre, 2015

Índice de Temas

Índice de Temas	2
Índice de Figuras.....	4
Índice de Cuadros	5
Lista de abreviaturas	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento	8
Capítulo I	9
1.1 Introducción	9
1.2 Antecedentes.....	10
1.3 Justificación.....	11
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
Capítulo II.....	14
2.1 Marco Teórico	14
2.1.1 Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM):	14
2.1.2 Importancia del establecimiento de PPM.....	15
2.1.3 Tipo de muestreo	16
2.1.4 Tamaño de las PPM y variables a medir	18
2.1.5 Bosque	19
2.1.6 Bosque Seco Tropical.....	20
2.1.7 Bosques Secundarios	21
2.1.8 Importancia y características de los Bosques Secundarios	21
2.1.9 Restauración de Bosques Secos Tropicales en Costa Rica	22
Capítulo III	25
3.1 Marco Metodológico.....	25
3.1.1 Localización geográfica y política administrativa del área de estudio	25
3.1.2 Zona de Vida	25
3.1.3 Clima	25
3.1.4 Suelos.....	25
3.2 Trabajo de campo.....	26
3.2.1 Diseño, marcación y ubicación de las parcelas	26
3.2.2 Tamaño, forma y ubicación de las parcelas.	27
3.2.3 Toma de datos e identificación dendrológica.....	30
3.2.4 Manejo de la Información	30
3.2.5 Materiales y equipo	30
Capítulo IV.....	32
4.1 Resultados y discusión.....	32
4.1.1 Ubicación de las PPM en la Estación Experimental Forestal Horizontes	32
4.1.2 Variables dasométricas.	33
4.1.4 Composición florística de los sitios	34
4.1.5 Abundancia para cada PPM	34
4.1.6 Riqueza	36
4.1.7 Familias.....	37

4.1.8 Volumen (m ³) con Formula Loján.....	38
4.2 Conclusiones	39
Capítulo V	40
5.1 Recomendaciones	40
5.2 Limitaciones	41
Bibliografía.....	42
Anexos	45
Anexo 1: Formulario de Campo	45
Anexo 2: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Bajo Sombra en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.	46
Anexo 3: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Detrás de Bajo Sombra en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.	47
Anexo 4: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio La Laguna en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.	48
Anexo 5: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Pista de Aterrizaje en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.....	49
Anexo 6: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Saravia en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.....	50
Anexo 7: Establecimiento de las PPM	51

Índice de Figuras

Figura 1: Ilustra las dos formas de distribución espacial de las parcelas permanentes. Fuente: (Camacho, 2000)	18
Figura 2: Mapa de uso y cobertura del suelo en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Fuente: (Spittler, 2001)	26
Figura 3: Ejemplo de la delimitación de parcelas de 1 hectárea (izquierda) y de 0.36 hectáreas (derecha) utilizando tubos de PVC de 3 pulgadas y $\frac{3}{4}$ de pulgada. Fuente: (Sánchez, 2011).	27
Figura 4: Croquis de la forma, tamaño y numeración de una parcela permanente de 0.36 hectáreas subdividida en subparcelas de 20 x 20 metros. Fuente: (Sánchez, 2011)	28
Figura 5: Mapa de ubicación de la red de parcelas permanentes de monitoreo, en la Estación Experimental Forestal Horizontes, ACG (Fuente Propia).....	32
Figura 6: Representación de cada sitio de monitoreo, basado en las siete especies con mayor abundancia. (Fuente: Propia).....	36
Figura 7: Riqueza por Sitios estudiado en la EEFH, Guanacaste. (Fuente: Propia).....	37
Figura 8: Familias que presentaron mayor presencia durante el muestreo realizado en la EEFH, Guanacaste. Fuente: Propia, 2015.....	38
Figura 9: Árbol Marcado	51
Figura 10: Limite de la PPM.....	51
Figura 11: Medición de DAP.....	51
Figura 12: Placas Codificadas.....	51
Figura 13: Dirección de Rumbos.....	51
Figura 14: Tubos PVC para la delimitación de las PPM.....	51

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Coordenadas CRTM05 de las PPM (Fuente: Propia 2015).....	33
Cuadro 2: Número de árboles/ha y Área basal de los distintos sitios de muestreo en la EEFH, Área de Conservación Guanacaste. (Fuente: Propia 2015).....	33
Cuadro 3: Número de familias, especies y árboles por sitio muestreado en la EEFH, Guanacaste. (Fuente: Propia 2015).....	34
Cuadro 4: Seis especies con mayor abundancia para cada PPM, en la EEFH, Guanacaste. (Fuente: Propia 2015).....	35
Cuadro 5: Número de individuos para las familias más frecuentes. Fuente: Propia, 2015.....	37
Cuadro 6: Volumen obtenido con la formula Loján por cada Sitio muestreado en la EEFH, Guanacaste (Fuente: Propia 2015).....	38

Lista de abreviaturas

Bs-T: Bosque seco tropical.

EEFH: Estación Experimental Forestal Horizontes.

ACG: Área de conservación Guanacaste.

PPM: Parcela permanente de muestreo.

CAFMA: Certificado de Abono Forestal para Manejo.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

CRTM05: Transversal de Mercator para Costa Rica.

PA: Pista de Aterrizaje.

DBS: Detrás de Bajo Sombra.

LAG: La Laguna.

BS: Bajo Sombra.

SAR: Saravia.

DAP: Diámetro a la altura del pecho.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en ingles
Food and Agriculture Organization.

ASP: Área Silvestre Protegida

CNCF: Comisión Nacional de Certificación Forestal

IMN: Instituto Meteorológico Nacional.

ID: Identificación

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado primeramente a Dios quien nos guio y dio fuerzas para encarar los obstáculos que se presentaron durante la elaboración de nuestros objetivos.

A nuestras familias Díaz López y Sandí Céspedes, quienes han sido pilares en nuestra formación brindado su apoyo incondicional, siendo este el soporte necesario que nos dio la perseverancia para alcanzar esta meta. De ellos será la admiración y de nosotras la gratitud por tenerlos como baluartes de nuestras vidas.

¿Dónde están tus manos Dios?

Después de un largo silencio escuché su voz que me decía.

“No te das cuenta que tú eres mis manos, atrevete a usarlas para lo que fueron hechas, para dar amor y alcanzar estrellas”

Anónimo

Agradecimiento

A los profesores, Edwin Alpízar Vaglio, Gustavo Agüero Córdoba y Cristina Aguilar Ruiz por el apoyo brindado durante la elaboración del proyecto.

A la Lic. Milena Gutiérrez Leiton encargada del Programa de Restauración y Silvicultura de la Estación Experimental Forestal Horizontes, ACG.

Al personal de la Estación Experimental Forestal Horizontes, Vanessa Brenes, Rosbin Rojas, Pedro Alvarado, Doña María, Doña Ana, Doña Manuela y a los voluntarios que nos brindaron su ayuda.

A Daniel Pérez, Isler Chinchilla, Quirico Jiménez por su aporte y disponibilidad en la identificación de las especies forestales.

A nuestros amigos y compañeros que nos brindaron su apoyo desinteresadamente durante la culminación de este proyecto.

Capítulo I

1.1 Introducción

El bosque seco tropical (Bs-T) presenta una formación vegetal con cobertura boscosa continua, distribuido entre los 0-1000msnm con biotemperatura superiores a los 24 °C y uno o dos periodos de sequias bien marcadas al año (IAVH , 1998). A pesar de su importancia es uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, esto a causa de presiones que incluyen la expansión de fronteras agropecuarias y urbanas, la extracción de madera e incendios forestales principalmente. (TNC, 2015). Según Murphy & Lugo (1986) estimaron que aproximadamente un 42% de los bosques tropicales y subtropicales corresponde a Bs-T, de estos bosques en Latinoamérica un 66% se han destruido.

En América Central el Bs-T, presenta una alta tasa de perturbación antropogénicas. Toda la región, incluyendo actualmente conocidas áreas protegidas, sufrió una alta deforestación. Se buscaron alternativas y nacieron los bosques secundarios, considerados los bosques del futuro, por lo que se consideró de suma importancia el desarrollo de las estrategias de conservación. (Reyes, 2012).

El sistema de Zonas de Vida de Holdridge permite clasificar las diferentes áreas del mundo, desde el Ecuador hasta los polos (regiones latitudinales) y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas (pisos altitudinales). La ubicación geográfica de Costa Rica en conjunto con características como el clima y topografía contribuyen en la vegetación que se ha de desarrollar en un sitio en particular. (Quesada, 2007)

El bosque seco tropical (Bs-T) del país está representado en la costa pacífica, principalmente (hay Bs-T en Paso Real) en la provincia de Guanacaste, desde el Golfo de Nicoya extendiéndose hasta la península de Nicoya. (TEC, 2007). Estos bosques también sufrieron altos niveles de deforestación entre 1959-1980 debido a políticas que incentivó el cambio de uso de suelo, producto de actividades extensivas tradicionales como la ganadería y cultivos. (Reyes, 2012).

Además, en sitios donde el fuego es frecuente y unido a suelos poco fértiles, la regeneración es relativamente baja, por lo que el Parque Nacional Palo Verde, protege un área representativa de esta zona de vida. Vegetación semejante se puede apreciar en las cercanías del Parque Nacional Santa Rosa y la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH). (TEC, 2007).

En la EEFH se creó una red de parcelas permanentes de muestreo (PPM) que permitiera un seguimiento adecuado del bosque seco tropical que se encuentran en la región, con el objetivo de estudiar la composición florística y determinar relaciones existentes, para determinar estrategias de conservación y de manejo. (Reyes, 2012).

1.2 Antecedentes

Los bosques tropicales en América Latina, han sido el centro de investigación por parte de botánicos, ecólogos, entre otros, con el fin de comprender los procesos naturales y además estudiar los impactos que ocasiona el avance de la frontera agrícola, pues hace más de 10 000 años las personas se convirtieron en agentes más poderosos de cambio ecológico, creando áreas cultivadas a costa de los terrenos forestales. (Vasquez , 1999)

En el año 2012, la Estación Experimental Forestal Horizontes, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), establecieron dos PPM, en cinco bosques secundarios de diferentes edad (13, 18, 25,29 y 37). La EEFH se ubica en la zona de vida bosque seco tropical (Bs-T). (Reyes, 2012)

En las PPM instaladas se midieron variables dasométricas para analizar en cada sitio: número de árboles por hectárea y área basal, los resultados obtenidos no presentaron deferencias significativas entre las variables siendo ($F=2,40$; $p=0,1816$; $N=10$) y ($F=2,47$; $p=0,1741$; $N=10$) respectivamente. En los análisis de la composición florística de las diez parcelas se encontraron se encontraron 75 especies correspondientes a 67 géneros de 35 familias, donde se determinó que no existe diferencia significativa entre sitios ($F=4,28$; $p=0,0713$; $N=10$). (Reyes, 2012)

El aporte de la EEFH en la restauración pasiva del bosque seco tropical tiene un impacto positivo, donde las estrategias para la supresión del fuego han sido efectivas y fundamentales. (Reyes, 2012)

1.3 Justificación

Las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) forman parte importante e integral del manejo sostenible del bosque y la conservación de áreas protegidas. Proveen datos cuantitativos y cualitativos sobre los cambios de la vegetación arbórea, junto a otras fuentes de información (inventarios forestales, ensayos silviculturales y estudios ecológicos) permitiendo construir modelos de estructura del bosque, para definir tipos e intensidades de aprovechamiento y tratamientos silviculturales. (CETEFOR , 2004)

El manejo del bosque implica una serie de trabajos como: estudios de regeneración natural, formulación de tratamientos silvícolas y ejecución de los mismos, estas actividades por la heterogeneidad que presentan los bosques tropicales y subtropicales, se recomienda el levantamiento de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) con la finalidad de realizar un monitoreo continuo de la masa remanente y que posteriormente estos resultados, antes de la aplicación de cualquier tratamiento se debe estar seguro de que sus efectos contribuyan a cumplir los objetivos deseados, en las condiciones específicas del ecosistema y el marco social y económico. (Manzanero, 2006)

La Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH) está ubicada dentro del Área de Conservación Guanacaste (ACG), en la zona de vida bosque seco tropical. Anteriormente, los terrenos de la Estación conformaban en su mayoría una hacienda ganadera, donde además de la actividad de ganadería extensiva se desarrollaban grandes cultivos como el arroz, el sorgo y el algodón. (EEFH, 2012)

En el año 1989, con la donación de las tierras al Área de Conservación Guanacaste, se decide dedicar este sector como la sede del Programa de Restauración y Silvicultura, cuyo objetivo fue desarrollar metas como el desarrollo de la Estación promoviendo el establecimiento de algunos proyectos de investigación silvicultural dentro del sector, plantear técnicas para el establecimiento y monitoreo de ensayos que favorezcan la restauración de terrenos altamente degradados en distintos ambientes del ACG, incorporando el estudio de la composición florística, estructura y dinámica poblacional de los actuales bosques en recuperación. (EEFH, 2012)

Los bosques de la EEFH están respondiendo de manera positiva a la restauración pasiva. De esta manera se puede afirmar que las estrategias de restauración empleadas tienen un efecto positivo en las áreas basales encontradas en los diferentes sitios estudiados, al mismo tiempo que estos bosques secundarios son habitados por diferentes especies de fauna. (Reyes, 2012)

Con el desarrollo de estas parcelas permanentes, se podrá dar el seguimiento en información primordial como la edad, la distribución en las distintas zonas de estudio, las condiciones del sitio de estudio, el tipo de muestreo en relación con las parcelas y con la vegetación inventariada y, por último, el manejo de la información. De esta forma compartir los resultados de esta investigación con otros estudios ya realizados por parte de otras personas, universidades e instituciones, y para hacer conciencia y ver la importancia que tiene la conservación de los recursos forestales y promover la educación ambiental a las comunidades vecinas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

1. Establecer cinco parcelas permanentes de muestreo (PPM), una en cada uno de los cinco diferentes estadios sucesionales del bosque seco tropical secundario de la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH).

1.4.2 Objetivos específicos

1. Demarcar las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en los diferentes estadios sucesionales de bosque seco tropical secundario, en la Estación Experimental Forestal Horizontes.
2. Realizar un inventario forestal en cada PPM, partir del Protocolo de establecimiento y medición de Parcelas Permanentes de Muestreo en Bosque Natural, definido por la Estación Experimental Forestal Horizontes.
3. Crear una base de datos de los resultados obtenidos, conforme lo requiere la Estación Experimental Forestal Horizontes para el uso de investigaciones futuras.

Capítulo II

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM):

En Costa Rica el manejo sostenible de los bosques requiere del desarrollo de procesos y herramientas, tales como los criterios e indicadores para la certificación forestal, o la implementación de modelos de predicción del crecimiento y rendimiento. Dichas herramientas proveen información efectiva que solo puede obtenerse de sitios de investigación a largo plazo, mediante el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM). (Camacho, 2000)

En el ámbito neotropical, esta información era escasa hasta la década de los ochenta; época en la que se comenzó a generar información en algunos bosques bajo manejo forestal. Para esta época era notable la falta de estandarización en los procesamientos y la ausencia de recursos humanos con formación adecuada de las pautas por seguir en el campo metodológico y en el análisis e interpretación de la información. (Camacho, 2000)

A partir de la necesidad de contar con información relevante y confiable de los bosques, la cual siempre ha estado presente en el círculo de personas, instituciones y organizaciones relacionadas con el manejo y conservación de este importante recurso natural, como es el bosque. A pesar de ello la oportunidad de establecer una red nacional de medición y monitoreo no había sido posible por no contarse con los medios (políticos, económicos, técnicos y personales) para hacer posible su implementación. (Sánchez, 2011)

Algunas (PPM) fueron establecidas y posteriormente abandonadas a su suerte y para el 2015 no se cuenta con la información de sus mediciones ni, mucho menos, de su ubicación geográfica. No obstante, algunas organizaciones e instituciones reconocieron la importancia de mantener registros de mediciones en parcelas permanentes, conformaron sus sistemas de muestreo y se esforzaron en continuar recopilando la información a través de los años. (Sánchez, 2011)

En Costa Rica en años anteriores en alguna oportunidad, la Administración Forestal del Estado (AFE) incluso indujo, por no decir obligaba, al establecimiento de parcelas permanentes de medición en bosque, en los proyectos sometidos a planes de manejo y, más tarde, al esquema de incentivos conocido como Certificado de Abono Forestal para Manejo (CAFMA). (Sánchez, 2011)

Una parcela permanente de monitoreo (PPM) se define como una superficie de terreno debidamente delimitada y geográficamente localizada, en donde se registran actividades como la recolección de datos ecológicos y dasométricos con la finalidad de obtener resultados sobre crecimiento, mortalidad, reclutamiento (ingresos), o de otro tipo de información previamente establecida. (Pinelo, 2000)

Las PPM deben estar marcadas de forma sobresaliente, de tal manera que se facilite la ubicación exacta cuando se regrese a efectuar mediciones periódicas o investigaciones futuras. (Pinelo, 2000). Según (Camacho, 2000), las parcelas permanentes de monitoreo son dispositivos de investigación a largo plazo, permanentemente demarcadas y periódicamente medidas.

Las características básicas de las parcelas son muy similares, posiblemente porque el tema de las PPM no es nuevo en el campo forestal, más no porque haya existido un acuerdo explícito entre actores, pero cada quien se preocupó por definir su lugar de muestreo y evaluar las variables a medir en sus parcelas, según los objetivos perseguidos en cada caso particular. (Sánchez, 2011)

Según (Pinelo, 2000), la instalación y monitoreo de las parcelas permanentes tienen que seguir uno o varios objetivos ya establecidos, los cuales deben ser claramente definidos antes de iniciar cualquier estudio:

- Monitorear cambios y pronosticar tendencias de la estructura y composición de la vegetación.
- Obtener información confiable sobre crecimiento, mortalidad, reclutamiento, abundancia de regeneración, tratamientos silvícolas, rendimiento, costos de actividades forestales probadas.
- Determinar la relación entre el crecimiento y algunas variables de los árboles, como vigor, exposición de la capa, existencia de lianas.
- Determinar los efectos de la apertura del dosel y eliminación de árboles que compiten por sitio sobre la mortalidad, reclutamiento, y abundancia de regeneración.
- Elaborar modelos de crecimiento.
- Determinar, a largo plazo, el índice de calidad de sitio.

2.1.2 Importancia del establecimiento de PPM

Las parcelas permanentes son uno de los pilares principales en manejo e investigación forestal. Las predicciones de crecimiento y producción, basadas en datos de parcelas permanentes, tienen implicaciones directas para la toma de decisiones de los inversionistas en manejo de bosque o plantaciones forestales. Las observaciones hechas con datos de parcelas permanentes son de interés para toda la comunidad forestal. Con el fin de ser útiles a otros investigadores, dichos

datos deben cumplir con ciertos estándares de calidad. (Kleinn & Morales, Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales, 2012)

Las parcelas permanentes representan una gran importancia ya que permiten, a los forestales e investigadores forestales, observar diversas variables económicas y ecológicas relevantes y coleccionar evidencia objetiva en términos de información base, por lo general usada para construir, mejorar o actualizar modelos o procesos estadísticos, los cuales son empleados para entender mejor y predecir el desarrollo del bosque o rodal. Los resultados también son útiles en la identificación de indicadores para el manejo sostenible del bosque. (Kleinn & Morales, Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales, 2012)

Las PPM son de utilidad tanto en estudios con fines descriptivos como ensayos formales. El conjunto de parcelas establecidas en rodales diferentes permite generalizar sobre el comportamiento del bosque con relación a ciertos parámetros, tales como régimen de lluvias, el tipo de suelo o las actividades de manejo. (Camacho, 2000)

También en este tipo de estudios es importante instalar parcelas en diferentes tipos de bosques, de manera que cubran un ámbito amplio de variación de los parámetros evaluados. Las parcelas permiten probar diferentes tratamientos para dar respuesta a una o más hipótesis específicas dentro del marco del método científico y con un nivel de confianza estadística. (Camacho, 2000)

2.1.3 Tipo de muestreo

Por lo general, el diseño de las parcelas permanentes debe de ser planificado con cuidado, con el objetivo de que éstas produzcan información útil y se proteja la inversión realizada. (Kleinn & Morales, Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales, 2012).

En cuanto a la forma del establecimiento de las parcelas permanentes en bosque tropical, se recomienda que esta tenga una forma cuadrada debido al menor perímetro con respecto a parcelas rectangulares, lo que esto ayudaría a reducir el costo de demarcación y minimiza el riesgo de cometer errores de medición de árboles que se encuentren en el borde de la parcela. (Pinelo, 2000)

Por otra parte Pinelo (2000) también menciona que no se recomienda las parcelas en forma circular por el motivo de que la demarcación en el bosque tropical no es práctica debido a la imprecisión en el levantamiento y a la espesa vegetación, y la dificultad para dividirla en sub

parcelas. De igual manera a como se incrementa el tamaño de la parcela se incrementa la dificultad del levantamiento de las mismas.

Según Camacho (2000) en estudios descriptivos, las unidades de una red de PPM pueden ser distribuidas completamente al azar, de manera aleatoria estratificada, o seguir un diseño sistemático. En estos casos, la división del bosque por estratos se hace con base en tipo de vegetación, suelos, topografía, manejo, entre otros, puede obtener una mayor precisión.

Para el caso de un diseño sistemático se recomienda un sistema de cuadrículado rectangular, donde cada parcela se ubica en la intersección de las cuadrículas con una distancia fija de estas. (Camacho, 2000)

Independientemente del diseño de muestreo que se quiera utilizar, cada parcela de un estudio descriptivo se debe realizar en áreas homogéneas en cuanto a las condiciones del área de estudio y el tipo de vegetación presente; ya que con esto se pretende reducir la variación dentro de la parcela y mostrar una amplia variedad de condiciones entre parcelas. (Camacho, 2000)

Según (Camacho, 2000) el diseño experimental más utilizado es el de bloques completos al azar, donde los bloques están localizados de manera que las variaciones ambientales entre ellos sean más grandes que las variaciones al interior de ello. El diseño debe cumplir los principios de replicabilidad, ortogonalidad, y aleatoriedad; es decir:

- Cada bloque contiene una sola repetición de cada tratamiento.
- Cada tratamiento debe tener al menos tres repeticiones.
- Todos los tratamientos son replicados el mismo número de veces.
- Uno de los tratamientos debe ser nulo.
- La asignación de los tratamientos a las parcelas debe ser realizada al azar.

Cuando el objetivo es estudiar el comportamiento de ciertas especies comerciales, la aleatorización debe tomar en cuenta las áreas con mayor abundancia de dichas especies, pues si se incluye toda el área, cabe la posibilidad de que las parcelas se instalen en zonas donde es mínima la presencia de las especies de interés. (Pinelo, 2000)

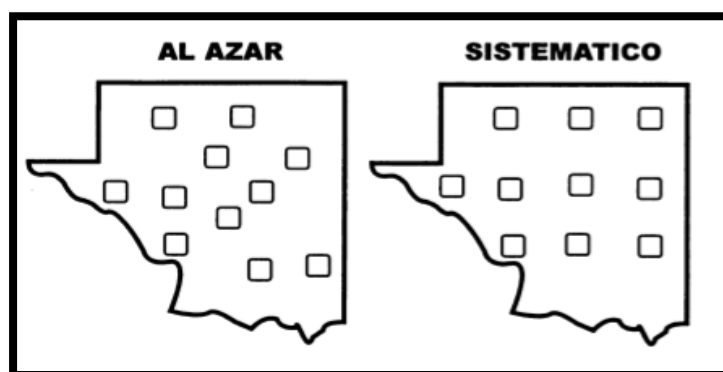


Figura 1. Formas de distribución espacial de las parcelas permanentes. Fuente: (Camacho, 2000)

2.1.4 Tamaño de las PPM y variables a medir

En Costa Rica se han utilizado gran variedad de tamaños y formas de parcelas permanentes. Al principio las parcelas cuadradas de una hectárea, divididas en parcelas de 10 por 10 metros, fueron las más comunes. Sin embargo, algunos investigadores optaron posteriormente por tamaños más pequeños de parcelas para que se acomodaran más fácilmente a parches pequeños de bosques, este el caso de las parcelas de 25 por 25 metros y de 20 por 20 metros. (Sánchez, 2011)

Recientemente los evaluadores se han decidido por parcelas cuadradas de una hectárea, pero divididas en subparcelas de 20 por 20 metros, principalmente con el objetivo de ahorrar tiempo y materiales para demarcar los cuadrantes. Estas parcelas proveen un tamaño conveniente para el trabajo ya que la máxima dimensión en cualquier dirección desde una unidad de registro no debería exceder la visibilidad a través del bosque cerrado, la cual es típicamente 20-40 m. (Sánchez, 2011).

Antes de iniciar el registro de información debe preverse el tipo de datos que se registrarán en cada una de las PPM, así como también en que parcelas se realizarán los tratamientos y cuales servirán como testigo. Los datos que se registren dependerán de los objetivos del experimento. En el caso de que el objetivo sea la producción de madera, es necesario determinar la lista de especies arbóreas comerciales y potenciales que estén ingresando al mercado en la región, que serán favorecidas por el tratamiento. (Pinelo, 2000)

En general, se consideran las siguientes variables y registros:

- DAP
- Altura total
- Altura comercial
- Especie

2.1.5 Bosque

Los bosques gran tesoro natural, que envisten de verde el planeta, y que cubren un aproximado del 7% de su superficie, albergan más de la mitad de la riqueza mundial de especies. Los bosques constituyen un sistema dinámico, se les caracteriza por la formación de un mosaico de bloques, unos más jóvenes, otros más viejos pero todos consecuencia de perturbaciones naturales, ocurridas en tiempos distintos (Vílchez *et al.* s.f citado por Montero 2013).

En Costa Rica estos cubren la mayor porción de territorio, conformado por árboles y altos, aunque puede existir variabilidad de estas características en cuanto al sitio, principalmente por las condiciones ambientales predominantes (precipitación, temperatura, suelos, entre otros) (Ramírez 2000 citado por Montero 2013).

A pesar de la existencia de grandes porciones de bosque, hubo un tiempo en el que casi fueron exterminadas; sólo en la década del 1981 a 1990, en América tropical se perdieron 74 millones de hectáreas de bosque, a una tasa anual de deforestación 0.75% (Vílchez *et al.* s.f citado por Montero 2013). Particularmente en Costa Rica, del periodo 1986-1991, se perdieron 2250 km² (225 mil hectáreas) y se estimó una pérdida de bosque de 450 km² (45 mil hectáreas) por año, equivalente a una tasa de deforestación del 4,2% anual. Ésta crítica situación se catalogó a nivel internacional, como una de las tasas de deforestación por unidad de área, más alta de todos los tiempos a nivel global. (Watson 2011 citado por Montero 2013)

En Costa Rica al inicio de la década de los noventas, este fenómeno disminuyó y la tendencia en la pérdida de la cobertura boscosa se redujo significativamente con las nuevas políticas gubernamentales tales como la creación de las primeras áreas protegidas del país, cambio de la legislación forestal, cambios en la legislación que regula el usos de la tierra y pago de servicios ambientales. (Montero, 2013)

La estructura y composición horizontal de un bosque es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que éste representa, puede ser definida a través de la distribución del número de árboles por clase diamétrica y el área basal. La estructura vertical del bosque está determinada por la distribución de los árboles, arbustos y palmas a lo alto de su perfil. La composición de un bosque está determinada tanto por los factores ambientales, como posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. (Hernández, Guitiérrez, & Sánchez , 2009)

2.1.6 Bosque Seco Tropical

Los bosques tropicales se localizan en más de 80 países y cuentan con un tercio de la cobertura boscosa del mundo. Dentro de ellos encontramos una amplia variedad de tipos de bosques bajo diversas condiciones ambientales, desde bosques pluviales constantemente húmedos, hasta bosques áridos espinosos. Los ecosistemas forestales tropicales menos extensivos se localizan en América Central, el Caribe, África Occidental o a lo largo del Golfo de Guinea, al sur y este de África, Sri Lanka, al sur de la China y en las costas noroestes de Australia. (Vásquez, 1999)

En Norte y Centroamérica el Bs-T, se extiende en una franja desde México a Costa Rica, también presente en ciertas zonas de Panamá. Esta zona de vida presenta un ámbito de precipitación media anual entre 800-2100mm, se caracteriza por la disminución marcada de las precipitaciones que se da entre los meses de noviembre a mayo (conocido como la época seca). Este fenómeno marca una periodicidad en la fenología de la vegetación, además que en la época seca se producen llamativas floraciones en especies forestales y son frecuentes los incendios forestales principalmente provocados por el hombre. (Fournier, 1980)

En esta formación se presentan varias asociaciones, según las condiciones físicas y químicas del suelo, así como profundidad del manto freático (infiltración del agua en el subsuelo). Las especies forestales más frecuentes son: *Cedrela odorata* (Cedro amargo), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste), *Samanea saman* (Cenízaro), *Hymenea courbaril* (Guapinol), *Manilkara spp*, *Calycophyllum candidissimum* (Madroño), *Pachira quinata* (Pochote), entre otras. Las especies forestales del Bs-T son deciduas; es decir, se caracterizan porque la mayoría pierden las hojas en la época seca, esto para evitar la pérdida de agua. (Fournier, 1980)

Para Costa Rica existen zonas de bosque seco puro, donde se localiza el menor valor de precipitación con un rango entre los 1100 y 1500mm, además su biotemperatura media anual varía entre 24.0 y 24.5 °C, y posee una temperatura media anual que oscila entre los 24 y 27.8°C. (Reyes, 2012)

Con suelos planos, poco profundos de origen volcánicos; pero en las regiones costeras (Playas del Coco, Playa Hermosa, etc.), los suelos son pobres y muy drenados cubiertos por árboles caducifolios y plantas suculentas (plantas en las que la raíz, el tallo o las hojas se engrosan para permitir el almacenamiento de agua). (Fournier, 1980)

2.1.7 Bosques Secundarios

Los bosques secundarios, son producidos por la eliminación de los bosques originales, pudiendo ser originado naturalmente (fenómenos atmosféricos, geológicos, por la fauna silvestre, etc.), o bien por perturbaciones antropogénicas, donde el principal actor es el hombre y el objetivo por el cual se lleva a cabo estas acciones es para producir la tierra, crear áreas de pastos y agricultura, pero estas zonas con el paso del tiempo fueron abandonadas e iniciaron un proceso de regeneración natural. (Smith *et al*, 1997)

Un estudio realizado por la FAO (2008), menciona que en Costa Rica existen aproximadamente 795 mil hectáreas de bosques primarios intervenidos y no intervenidos en áreas privadas. Así mismo, que hay casi 220 mil hectáreas de bosque secundario con edades entre 5 a 15 años y alrededor de 89 mil hectáreas con menos de 5 años, todas en manos de propietarios privados. (Sanchez, 2013)

2.1.8 Importancia y características de los Bosques Secundarios

Estos bosques son de gran importancia ecológica, en términos de crecimiento forestal, acumulación de biomasa (acumulan biomasa rápidamente durante los primeros 20 a 30 años), beneficios hidrológicos y de la biodiversidad, también son un reservorio importante de carbono atmosférico; de esta manera, incrementando la productividad de los bosques secundarios a través de su manejo se puede aumentar su rol potencial para contrarrestar el efecto invernadero. (Smith *et al*, 1997)

En lo económico, los bosques secundarios son muy productivos, con tasas de incremento de madera comparables a las de plantaciones con especies de rápido crecimiento, los bosques secundarios se constituyen en fuente de frutas, plantas medicinales, materiales de construcción, forraje para animales y madera de valor, así como para la restauración de la productividad del sitio. (Smith *et al*, 1997)

Según Lamprechet (1990) y Córdoba (2002); señalan algunas de las características más importantes de los bosques secundarios:

1. Son de baja diversidad y poco complejos: menos de 20 especies arbóreas dominantes por hectárea.
2. Alta similitud y maleabilidad: las especies de bosques secundarios, poseen un comportamiento vegetativo y reproductivo muy similar.

3. Altos rendimientos en crecimientos: las especies heliófilas de estos bosques dependen de la luz solar, humedad del suelo y los gases atmosféricos para producir su biomasa, por lo que no requieren suelos fértiles para completar su ciclo de vida.
4. Alta agresividad: los individuos de estas especies se caracterizan por producir grandes cantidades de semillas y con altos porcentajes de germinación, de aquí su éxito para colonizar sitios abiertos.
5. Alta productividad: las especies de bosque secundario invierten la mayor parte de su energía en desarrollarse rápidamente y reproducirse en el menor tiempo posible, además logran producir altos volúmenes de madera a la edad de 10 a 15 años.
6. Alta tasa de dispersión de semillas: la mayoría de las especies tiene semillas aladas y las dispersa el viento y son pocas las que son dispersadas por animales.
7. Alta resistencia: estos grupos de especies son resistentes a la incidencia de plagas y enfermedades, es muy poco el daño causado a las poblaciones de estos grupos.
8. Alta competencia: este tipo de ecosistema es muy dinámico, tanto así que los individuos incapaces de competir son eliminados rápidamente.
9. Las maderas: sus maderas presentan características físicas y anatómicas muy emparentadas entre sí, y son de textura suave (poco densas), de colores claros, livianos, fáciles para trabajar y de costo regular en el mercado. (Montero, 2013)

2.1.9 Restauración de Bosques Secos Tropicales en Costa Rica

Restauración es el proceso de ayudar a la recuperación y gestión de integridad ecológica de un ecosistema que ha sido destituido. Los cambios causados a los ecosistemas naturales, han sido provocados por disturbios naturales o antropogénicos como: inundaciones, la tala rasa, la tala selectiva, los incendios forestales, la extracción de materiales a cielo abierto y las prácticas agropecuarias. (Reyes, 2012)

Un factor importante que favoreció los procesos de restauración forestal en el trópico americano, fue la caída de los precios internacionales de la carne de res, que afectó a las economías de la región, sobre todo a la actividad ganadera, originando que muchos productores tuvieran que abandonar la actividad ganadera por la baja rentabilidad de dicha actividad, por

esta razón la regeneración natural fue recuperando la cobertura forestal de los potreros abandonados. (Montero, 2013)

Costa Rica cuenta con un sistema de 11 Áreas de Conservación, dentro de ellas encontramos el Área de Conservación Guanacaste (ACG) con 114 000 ha terrestres, ubicada al noroeste del país en la provincia de Guanacaste. Es un conjunto de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) dedicadas a la restauración del bosque seco tropical. Este lugar es un claro modelo de cómo revertir los daños producidos a los ecosistemas naturales en un territorio que estuvo cerca de 400 años dedicado a la ganadería y a otras actividades agropecuarias, conllevando a una alteración y casi desaparición de la biodiversidad presente. (ACG, 2012)

De 1986-1993 inicia un proyecto de restauración y conservación con el Parque Nacional Santa Rosa (creado en 1971) y el Parque Nacional Guanacaste, en las áreas más alteradas caracterizadas por dedicarse al sistema agropecuario, principalmente zonas de potreros, los cuales se encuentran rodeadas por bosque de diferentes edades. (Reyes, 2012)

La restauración de bosques secos en Guanacaste se dio por la iniciativa de prevenir y controlar los incendios forestales, los cuales era una de las principales causas de que el bosque no se regenerar naturalmente. Se optaron medidas para que el trabajo de restauración transcurriera con éxito:

1. La ausencia en los suelos de hongos mutualistas o micorrizas, estos son organismos que viven en simbiosis con los árboles, por lo general ambos subsisten en presencia del otro. Estos permiten a las especies leñosas de la zona crecer, adaptarse y desarrollarse; pero en los bosques secos no es tan determinante, ya que en estos ecosistemas tienden a diseminar sus esporas por medio del viento. (Morales, 2014)
2. Las especies de bosque seco están mejor adaptadas a las variaciones climáticas, ya que han evolucionado para soportar periodos largos de verano y sequía, por lo que es indispensable regenerar con especies que soporten las elevadas temperaturas. Es importante tomar en cuenta que en los bosques secos existen un mayor porcentaje de especies que son dispersadas por el viento, en comparación con los bosques húmedos. (Morales, 2014)
3. Un factor importante cuando se habla de restauración de bosques tropicales a partir de pastizales, es la fuerte competencia que se va a dar entre el pasto y los árboles que se establecerán, por nutrientes o por la luz solar. (Morales, 2014)
4. Las especies de árboles que se recomienda para un proceso de restauración dirigida de pastizales a bosque son las heliófitas efímeras (pioneras) y heliófitas durables de

crecimiento muy rápido para que formen un primer dosel cerrado, que promueva la eliminación de los pastos y además de ello se considera valioso que sean en su mayoría especies leguminosas (fijadoras de nitrógeno). (Morales, 2014)

Para la zona de Guanacaste, la restauración del bosque seco se facilitó en gran medida, gracias a tantas fuentes semilleras aun presentes en la zona y además a que los esfuerzos de prevención y control de incendios forestales han sido exitosos. (Morales, 2014)

Capítulo III

3.1 Marco Metodológico

3.1.1 Localización geográfica y política administrativa del área de estudio

La Estación Experimental Forestal Horizontes se encuentra localizada en la zona de Pacífico Noroeste de Costa Rica, en el distrito de Nacascolo, cantón de Liberia, de la provincia de Guanacaste; a 42 km de la ciudad de Liberia, sobre la carretera a playa Cabuyal; cuenta con un área aproximada de 7293 ha. (Rigg, 2013).

3.1.2 Zona de Vida

En la EEFH encontramos la zona de vida de bosque seco tropical caracterizado por la disminución marcada de las precipitaciones y una biotemperatura mayor a 24°C, por lo que el sitio de estudio está dentro de esta zona de vida.

3.1.3 Clima

La zona del pacifico norte de Costa Rica, se diferencia del resto del país por su largo periodo seco de 5 a 6 meses entre diciembre y abril. La época lluviosa se da durante los meses de junio a octubre, el mes de mayo es un mes de transición al igual que noviembre. En general presenta promedios de precipitaciones anuales entre 1500 y 2500mm, además de temperaturas máximas en promedio de 33 °C y mínimas de 22 °C. (IMN, 2009).

3.1.4 Suelos

Según el mapa del CIA de la Universidad de Costa Rica, los suelos presentes en la EEFH, son suelos entisoles. “Estos suelos se caracterizan por ser los de menor desarrollo por lo que no es posible aun distinguir la secuencia de horizontes definidos, el subgrupo de los entisoles más común en el sitio son orthents, estos se pueden encontrar en partes altas de las montañas debido a que no se puede formar un suelo por las limitaciones climatológicas. También pueden ocurrir en relieves cuando se depositan materiales arrastrados por gravedad como ocurre con las tobas en Liberia” (Bertsch *et al*, 1993)

La EEFH fue establecida en 1989, por la donación de terrenos a la ACG. El objetivo con el que se creó fue establecer la base de operaciones del Programa de Restauración y Silvicultura de esta área de conservación, desde donde se plantean técnicas para, el establecimiento y monitoreo de proyectos que favorezcan la restauración de terrenos altamente alterados. Por lo que estos terrenos se incorporaron al área de conservación, con una modalidad que permitiera implementar investigaciones en temas de índole forestal de especies arbóreas del bosque seco. (ACG, 2012). La figura 2 muestra el mapa de uso de la tierra de la EEFH.

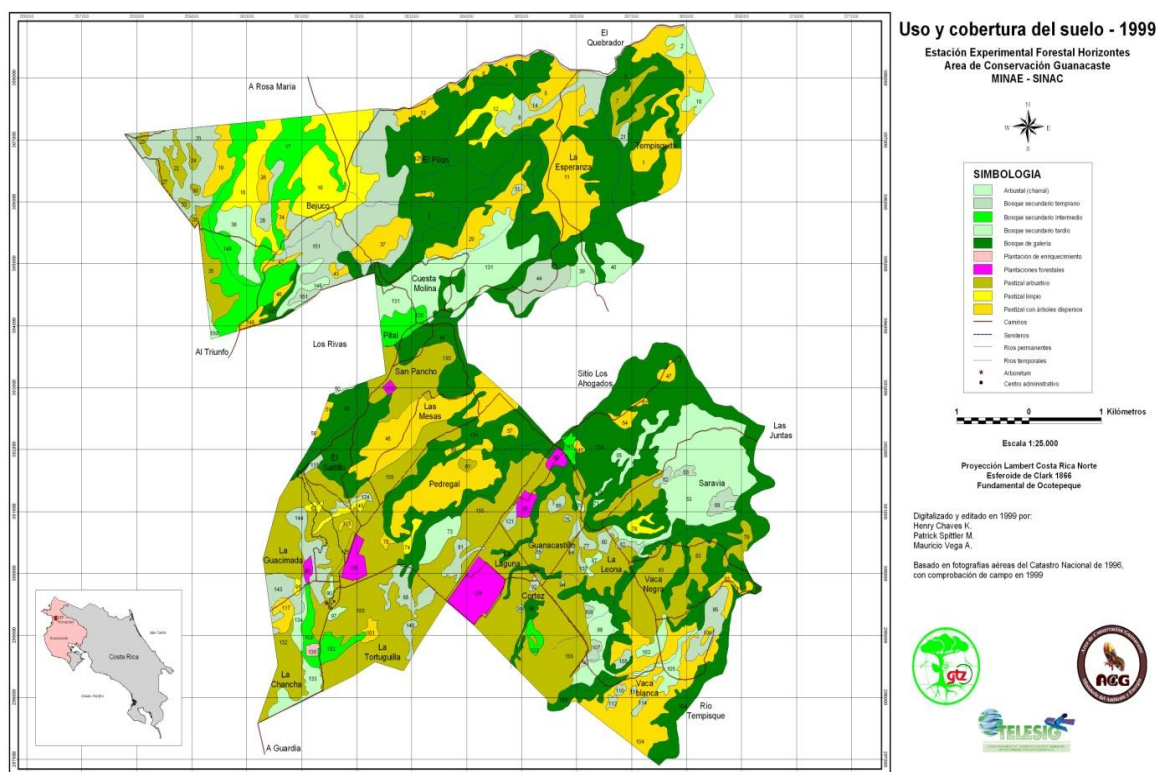


Figura 2: Mapa de uso y cobertura del suelo en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Fuente: (Spittler, 2001)

3.2 Trabajo de campo

3.2.1 Diseño, marcación y ubicación de las parcelas

La demarcación de las PPM se hizo abriendo una pica y tratando de minimizar los efectos del corte de vegetación. Para realizar levantamientos precisos es conveniente utilizar cinta métrica y una estaca que llegue a la altura del ojo, sobre la que se coloca la brújula.

Para demarcar el área de las parcelas y las subparcelas se utilizaron tubos de PVC de dos tamaños distintos, por ejemplo, de 3 pulgadas para las cuatro esquinas y de $\frac{3}{4}$ de pulgada para los otros vértices de las subparcelas. En una parcela de 0.36 hectáreas (60 x 60 metros), se usaron un total de 4 tubos de 3 pulgadas y 12 de $\frac{3}{4}$ de pulgada (figura 3).

Según el protocolo de establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosque (Sánchez, 2011), Se recomienda el establecimiento de parcelas cuadradas de una hectárea, subdivididas en subparcelas de veinte por veinte metros tal y como lo indica la siguiente (figura 3). Sin embargo, existen casos diferentes en que no es posible el desarrollo de parcelas de esta tamaño por las condiciones del bosque que no son las más favorables, ya que es un bosque secundario y las zonas específicas adecuadas para estos proyectos, no cuentan con

grandes dimensiones, tal es el caso del proyecto realizado en la EEFH. Por esta razón la EEFH se aplicaron parcelas de 60 x 60 metros, (figura 3).

Los tubos de 3 pulgadas como los de $\frac{3}{4}$ de pulgada pueden tener una longitud de 1.5 metros, y enterrados de 30 a 50 centímetros. (Sánchez, 2011). Los mismos deben ser colocados firmemente para que prevalezcan durante los períodos de tiempo entre mediciones y monitoreo.

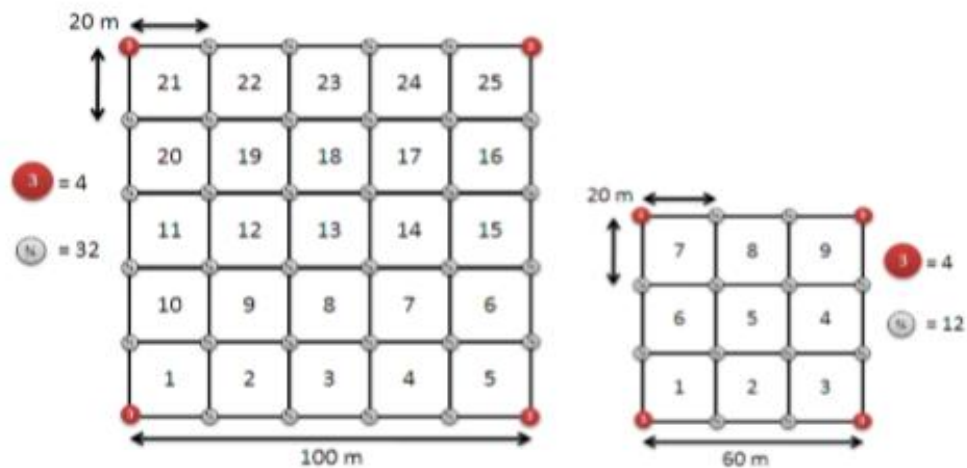


Figura 3: Ejemplo de la delimitación de parcelas de 1 hectárea (izquierda) y de 0.36 hectáreas (derecha) utilizando tubos de PVC de 3 pulgadas y $\frac{3}{4}$ de pulgada. Fuente: (Sánchez, 2011)

3.2.2 Tamaño, forma y ubicación de las parcelas.

Para el establecimiento de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) se siguieron los pasos descritos en el protocolo de establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosque descrito por (Sánchez, 2011).

En la Estación experimental Forestal Horizontes se crearon cinco parcelas permanentes, una para cada edad de bosque elegido con dimensiones de 60 x 60 metros y estas subdivididas en 9 subparcelas de 20 x 20 metros. Para establecer las direcciones de los bordes de la parcela se utilizó rumbos francos (Norte, Sur, Este, Oeste) y se dio un punto de referencia u origen ubicado en el extremo Suroeste de la misma para todos los casos, esto con el fin de mantener la consistencia con el sistema de coordenadas X, Y.

Para la numeración de las subparcelas y levantamiento de la información se inició desde el punto de origen establecido, para la primera fila en sentido oeste – este, mientras que para la

segunda fila en sentido contrario este – oeste, y en forma consecutiva hasta completar la PPM. De igual manera se realiza para la numeración y codificación de los individuos.

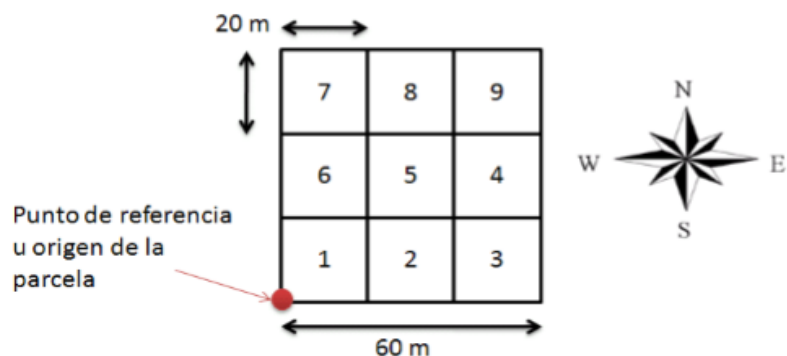


Figura 4: Croquis de la forma, tamaño y numeración de una parcela permanente de 0.36 hectáreas subdividida en subparcelas de 20 x 20 metros. Fuente: (Sánchez, 2011)

Los sitios estudiados se eligió tomando en cuenta los criterios empleados por Spittler (2001) y Reyes (2012), esto para establecer la PPM. Los muestreos se realizaron en cinco distintos estadíos de bosque con diferentes edades y estados de restauración; ubicados en la Estación Experimental Forestal Horizontes.

El punto de referencia para cada parcela (Suroeste), fue georeferenciado con un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), utilizando el sistema de proyecciones para Costa Rica el CRTM05. Las PPM se establecieron en los siguientes sitios: Pista de Aterrizaje (PA), Detrás de Bajo Sombra (DBS), La Laguna (LAG), Bajo Sombra (BS) y Saravia (SAR), los mismos se describen seguidamente.

Pista de Aterrizaje

“Antiguamente este terreno y sus alrededores eran potreros abiertos. El último incidente con fuego ocurrió en la década de 1990. Este sitio presenta una topografía plana o levemente inclinada, dependiendo de la subparcela. El tipo de suelo encontrado en este estrato se clasifica como; Orden: Inceptisol; gran grupo: Dystropept. La pedregosidad es leve. En el sitio se encuentran árboles remanentes que no concuerdan con la edad estimada para el sitio ya que exceden las dimensiones esperadas. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 16 años”. (Reyes, 2012)

Detrás de Bajo Sombra.

“Para la década de 1990 este sitio era utilizado como potrero y corral para los caballos de la estación y pastoreo de ganado. Las parcelas de este estrato establecidas al pie de “una colina”, en un terreno con topografía plana o levemente inclinado dependiendo de la subparcela. El suelo se clasifica como; Orden: Inceptisol; gran grupo: Dystropept. La pedregosidad es leve a moderada, con piedras expuestas en algunas de las subparcelas. En el sitio se encontraron árboles remanentes que no concuerdan con la edad estimada para el sitio ya que exceden las dimensiones esperadas. El sitio limita con potreros y con el otro estrato en estudio Bajo Sombra. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 21 años”. (Reyes, 2012)

Laguna

“Este sitio históricamente ha sido dedicado a la ganadería, en la década de 1990 fue afectado por fuego. Estas parcelas están establecidas en un terreno con topografía plana o medianamente inclinado dependiendo de la subparcela. El suelo se clasifica como; Orden: Inceptisol; gran grupo: Dystropept; La pedregosidad es leve o alta, con piedras expuestas en algunas de las subparcelas. El sitio limita con potreros y cercanía a laguna artificial. Existen individuos de Melina (*Gmelina arborea*) en la zona de amortiguamiento de la parcela. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 28 años”. (Reyes, 2012)

Bajo Sombra

“Este sitio a diferencia de otros, para la década de 1990, fue un potrero arbolado, que permitió el establecimiento de un ensayo de enriquecimiento en 1994. Este sitio presenta una topografía plana a levemente inclinado. El suelo se clasifica como; Orden: Inceptisol; gran grupo: Dystropept. La pedregosidad es leve. El entorno de este sitio es un camino primario y el sitio de estudio detrás de Bajo Sombra. Cerca de este sitio se estableció un ensayo donde se introdujeron al bosque diferentes especies nativas de la zona con el fin de enriquecer este bosque y determinar el comportamiento de estas especies bajo el dosel existente. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 32 años”. (Reyes, 2012)

Saravia

“Este sitio y sus alrededores (al igual que otros sitios) fue víctima del fuego en la década de 1990. El terreno tiene una topografía plana a levemente inclinada. Los tipos de suelo encontrados en este estrato son; Orden: Inceptisol; Gran grupo: Dystropept. Al mismo tiempo en otra parte del estrato se encuentran suelos de Orden: Vertisol; Gran grupo: Pellustert. En los alrededores de este sitio se encuentran dos plantaciones de Melina (*Gmelina arborea*) establecidas en el año 1994 Cerca de esta parcela existe una quebrada “intermitente” es decir

solo en estación lluviosa. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 40 años". (Reyes, 2012)

3.2.3 Toma de datos e identificación dendrológica

Se evaluaron para todas la especies los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq a 10 cm, estas medidas se tomaron con cinta diamétrica. Además se recopilieron datos código numérico de cada árbol, coordenadas X y Y, nombre científico de la especie.

Una vez establecidas las medidas de los diámetros, se marcaron dos elementos básicos en cada árbol: el sitio donde se midió el diámetro; esta se marcó con pintura Caterpillar color amarilla. Y el segundo elemento es el número que lo identifica escrito en una placa de aluminio clavada al árbol a 10 cm, hacia arriba del fuste, de donde se localiza la marca de la medición del diámetro con pintura. Se utilizaron clavos de 3 pulgadas de acero., los dígitos del código representan el número de la subparcela y los restantes el número del árbol dentro de la misma.

Además se asignaron coordenadas (X, Y) a cada árbol ubicado dentro de cada subparcela, correspondiente al punto central del fuste para cada individuo. Estas coordenadas se estimaron en metros a partir del punto de referencia (Suroeste).

En el caso de desconocer la especie, se recolectó una muestra botánica o se tomaron fotografías, que se analizaron posteriormente, con ayuda de un dendrólogo, guías y manuales dendrológicos, hasta llegar a catalogar el individuo con la especie correcta. Las especies que no se lograron identificar fueron descritas como desconocidas o sin identificación (ID).

3.2.4 Manejo de la Información

Los datos se anotaron en un formulario prediseñado con los respectivos datos de las mediciones de los árboles de cada parcela. Este formulario incluyó la fecha y hora de medición, nombre de la parcela, código del árbol, género, especie, entre otros datos. También se agregó el nombre del anotador de los datos, además de los nombres de las persona encargadas de medir, al igual como el dendrólogo que se encargó de la identificación, Todos los datos que fueron recolectados en el campo cada día, se almacenaron en una base de datos en Excel. (Anexo 1)

3.2.5 Materiales y equipo

- Receptor de GPS (Sistema de posicionamiento global), una brújula y cinta métrica de 50 metros, para el establecimiento de las PPM.
- Tubos de PVC para el marcaje de los límites de las parcelas y subparcelas.
- Cinta diamétrica para la medición del DAP.

- Pintura de aceite de color amarillo para indicar el punto de medición del DAP de cada eje en los árboles y escribir el código numérico correspondiente de cada árbol en la PPM.
- Troqueles y martillos para la inscripción del código numérico de los árboles en las placas.
- Placas de aluminio redondas, clavos de 3 pulgadas y martillos, para el marcaje con el código numérico en cada árbol.
- Cinta topográfica.
- Clinómetro para medición de la altura
- Clavos de acero de 2x1/2

Capítulo IV

4.1 Resultados y discusión

4.1.1 Ubicación de las PPM en la Estación Experimental Forestal Horizontes

Dentro de la Estación Experimental Forestal Horizontes se establecieron cinco parcelas permanentes de muestreo de 3600 m² cada una, las cuales se adhieren a la red de PPM de la Estación. Estas se muestran en la siguiente figura.

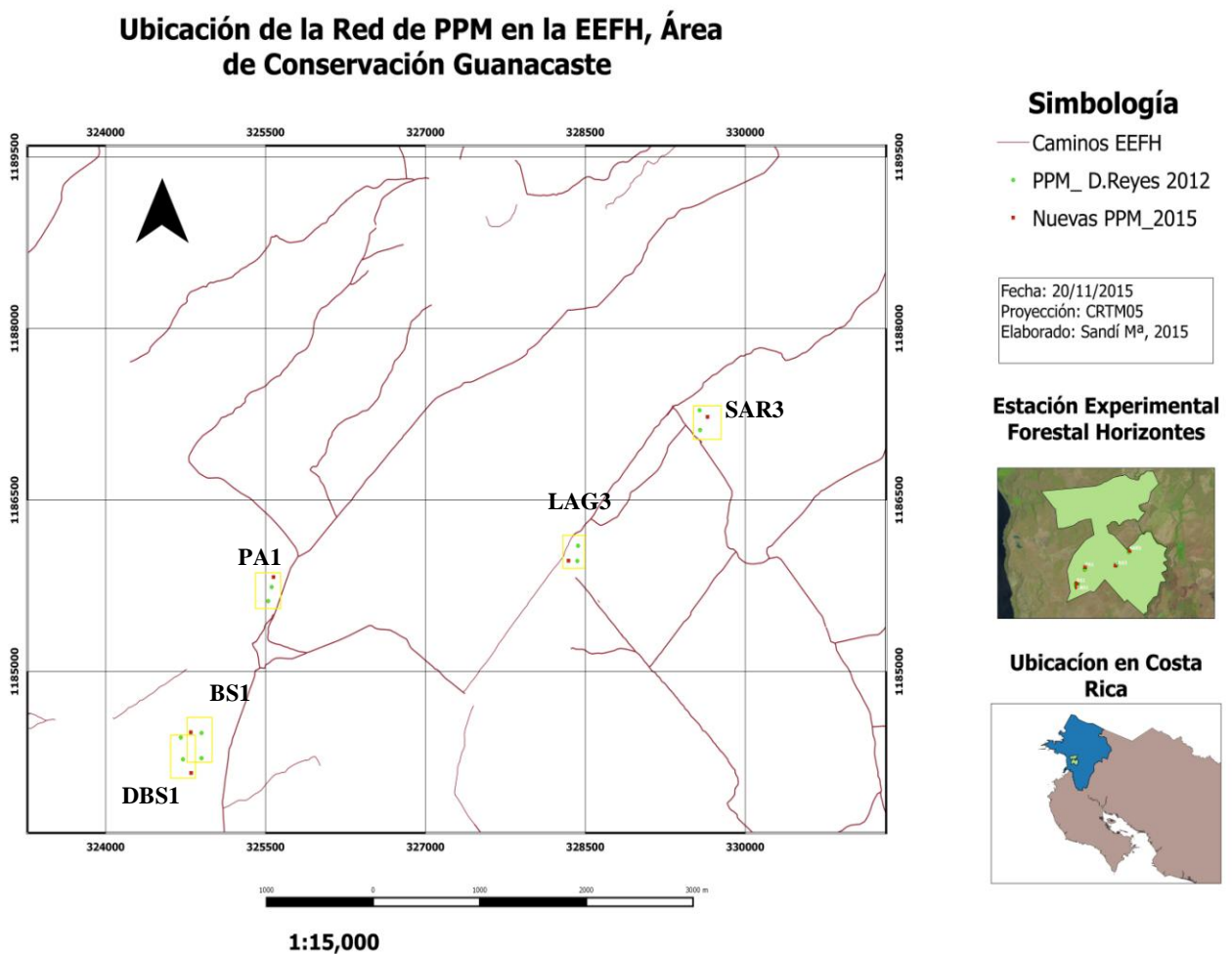


Figura 5: Mapa de ubicación de las parcelas permanentes de muestreo estudiadas, en la Estación Experimental Forestal Horizontes, ACG Fuente: Propia 2015

Los resultados que se muestran en el presente estudio, provienen de los datos obtenidos en las mediciones cada sitio establecido. Las coordenadas geográficas del punto de origen (0,0) de cada parcela se muestran en siguiente tabla:

Cuadro 2: Coordenadas CRTM05 de las PPM

Sitio	Código	Coordenadas CRTM05	
		X	Y
Detrás de bajo sombra	DBS1	324802	1184112
Pista de Aterrizaje	PA1	325575	1185827
Saravia	SAR3	329647	1187228
Laguna	LAG3	328342	1185970
Bajo Sombra	BS1	324799	1184468

4.1.2 Variables dasométricas.

Cuadro 3: Número de árboles/ha y área basal de los sitios estudiados en la EEFH, Área de Conservación Guanacaste. Fuente: Propia 2015

Código de Sitio	Edad (Años)	N/ha	Área Basal/ha
PA1	16	261,1	9,83
DBS1	21	416,7	17,24
LAG3	28	483,3	13,08
BS1	32	297,2	12,25
SA3	40	336,1	11,91

Según lo que se observó durante el muestreo se concluye, que ambas variables dasométricas dependen más de las características que presente sitio donde se ubicaron las PPM que de la misma edad, por ejemplo; el tipo de suelo, pedregosidad, presencia de lianas, pendiente y además se puede tomar en cuenta los incendios forestales, ya que algunos sitios sufrieron la invasión de los mismos en años pasados.

4.1.4 Composición florística de los sitios

Fueron medidos un total de 646 individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP), \geq a 10 cm. Los cuales hacen referencia a 69 especies de 25 familias. De los 646 árboles registrados 42 fueron identificados a nivel de familia y género, no se logró identificar 1 individuo y el resto fueron identificados a nivel de familia, género y especie.

Cuadro 3: Número de familias, especies y árboles por sitio muestreado en la EEFH, Guanacaste. Fuente: Propia 2015

Código de Sitio	Edad (Años)	Familias	Especies	Nº Árbol/Sitio
PA1	16	12	23	94
DBS1	21	16	35	150
LAG3	28	14	27	174
BS1	32	16	32	107
SAR3	40	15	29	121

En el cuadro 3 se muestran los datos pertenecientes a sitio, se logra observar que el número de familias varían entre 14 o 16, en el caso de las especies Pista de Aterrizaje (PA1) fue el sitio con menor diversidad y Detrás de Bajos Sombra (DBS) el de mayor diversidad, donde se encontraron diferencias entre los sitios de hasta 12 especies. El número de árboles por PPM, también presentó diferencia entre sitios, siendo La Laguna (LAG3) con 174 árboles el de mayor abundancia y Pista de Aterrizaje (PA1) el de menor con solo 94 individuos, donde la diferencia de estos dos sitios fue de hasta 80 árboles, esto se debe a que en el último sitio el bosque presentaba claros excesivos quizá por su corta edad y alta mortalidad de individuos por daños provocados por el fuego.

4.1.5 Abundancia para cada PPM

En el cuadro 4 se muestran las seis especies que presentan mayor abundancia por cada sitio de estudios. Según los resultados que se obtuvieron el *Guazuma ulmifolia*, el *Cordia alliodora*, el *Luehea seemannii* y el *Calycophyllum candidissimum*, respectivamente fueron las especies que se encontraron con mayor frecuencia en los cinco sitios muestreados.

Se contabilizó un total de 646 árboles en el muestreo realizado, de los cuales 437 suman el total de las seis especies más abundantes por cada sitio estudiado, equivalente a un 67.64% de la totalidad, donde las especies con mayor dominancia fueron el *Cochlospermum vitifolium* y el *Guazuma ulmifolia* con un 17.64% y un 17.18%.

Cuadro 4: Seis especies con mayor abundancia para cada PPM, en la EEFH, Guanacaste.

Fuente: Propia 2015

Especie	BS1	DBS1	LAG3	PA1	SAR3	Total
<i>Bursera simaruba</i>	6	0	0	0	0	6
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	19	28	4	0	0	51
<i>Cordia alliodora</i>	5	10	11	2	0	28
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	35	15	34	10	111
<i>Hymenaea courbaril</i>	7	6	0	0	0	13
<i>Luehea seemannii</i>	5	6	0	6	0	17
<i>Acosmium panamense</i>	0	0	9	0	17	26
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0	0	69	12	33	114
<i>Spondias purpurea</i>	0	0	28	0	7	35
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0	0	0	0	5	5
<i>Lonchocarpus sp</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Lonchocarpus costarricensis</i>	0	7	0	0	0	7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0	0	0	8	0	8
<i>Randia sp</i>	0	0	0	12	0	12
Total	59	92	136	74	76	437

Se identificaron 69 especies para todo el muestreo, por lo que es de importancia resaltar que solo en seis especies de las totales se representan más de la mitad de los individuos contabilizados con un 56.19%.

Basándonos en los resultados las siete especies que presentaron mayor abundancia por sitio representaron más del 50% en todos, lo cual se describe seguidamente.

Según la En Pista de Aterrizaje (PA1) se contabilizaron un total de 94 individuos de los cuales 74 son representados por las siete especies más abundantes, equivalente a un 78.7%. En el caso de la PPM ubicada en Detrás de Bajo Sombra (DBS1) la totalidad de individuos fue de 150, de los cuales 92 pertenecen a estas especies alcanzando un 61.3%, mientras que para los sitios La Laguna (LAG3), Bajo Sombra (BS1) y Saravia (SAR3) la totalidad de individuos fue de 174, 107, 121 de los cuales 134, 59 y 76 se encuentran dentro de las especies abundantes, estos muestran un 77%, 55.1% y un 62.8% para cada sitio siguiendo el orden anterior. (Ver Figura 6)

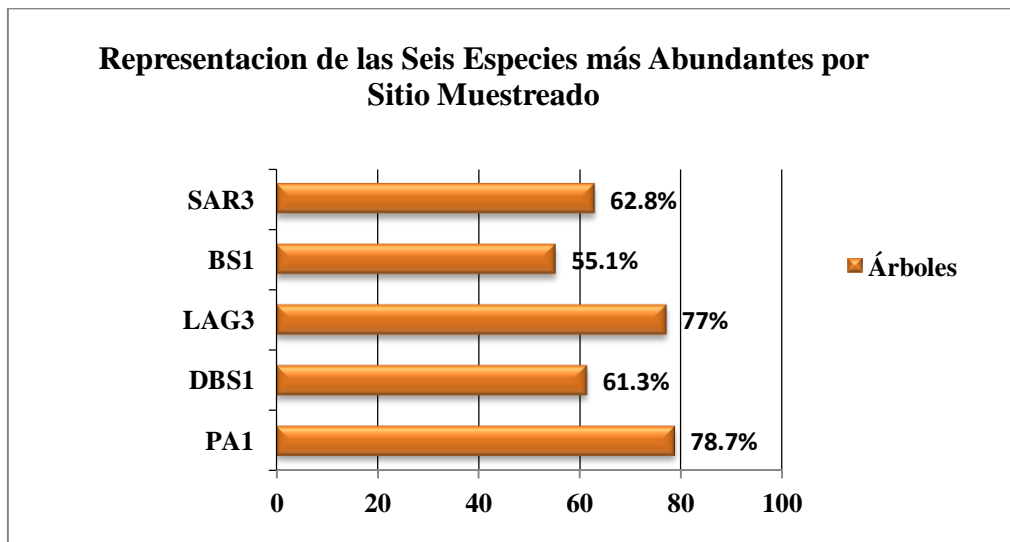


Figura 6: Representación de cada sitio de muestreo, basado en las siete especies con mayor abundancia. Fuente: Propia

4.1.6 Riqueza

Según los datos analizados la riqueza obtenida se expresa en la figura 8; donde nuevamente la parcela permanente de muestreo ubicada en el bloque de bosque Detrás de bajo Sombra sobresale con la mayor variedad de especies, en segundo lugar se encuentra la ubicada en Bajo Sombra y esta seguida por Saravia; podemos decir que los sitios antes mencionados se encuentran en suelos que presentan características compartidas.

En el caso de La laguna, la PPM ubicada en este sitio presentó la mayor cantidad de árboles por hectárea, pero según estos resultados se puede afirmar que las especies eran poco variadas. Mientras que para Pista de Aterrizaje se encontró la menor riqueza, a esto le adjuntamos la menor cantidad de árboles por hectárea; como conclusión se cree es por ser el sitio con menor edad, aparte se caracterizaba por tener gran cantidad de claros y se observó gran cantidad de árboles muertos.

Existen índices para medir la diversidad que se podrían aplicar, como el índice de Simpson o el de Shannon; para este caso no se utilizó ninguna de las anteriores sino que se realizó manual contabilizando las especies registradas.

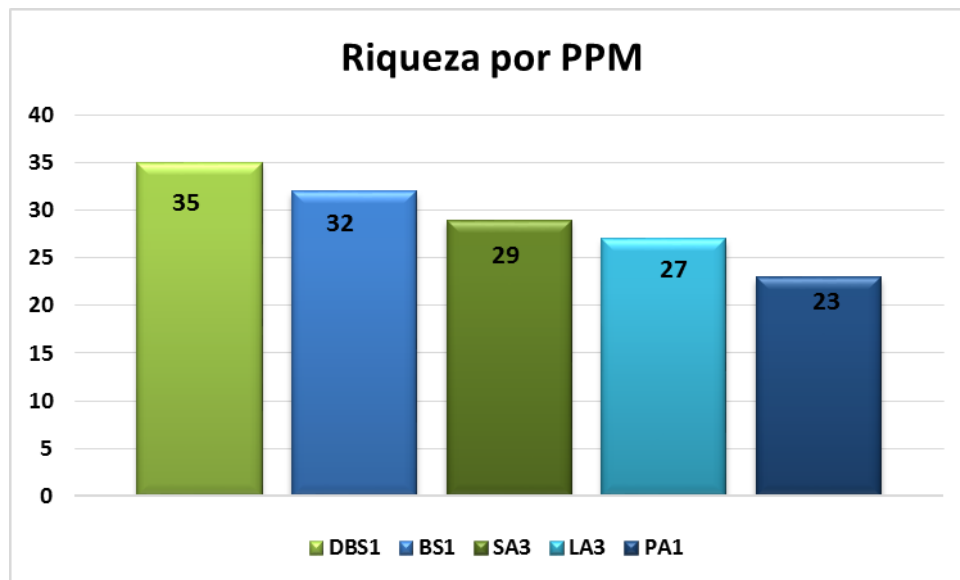


Figura 7: Riqueza por Sitios estudiado en la EEFH, Guanacaste. Fuente: Propia

4.1.7 Familias

Durante el muestreo se contabilizaron 25 familias distintas, pero cinco fueron de mayor frecuencia, siendo la familia Fabaceae las que presentaron la mayor cantidad donde sobre salió el género *Lonchocarpus*; la lista la conforman también las familias Boraginaceae, Malvaceae, Rubiaceae y Meliaceae. Es importante mencionar que las familias antes mencionadas se encontraron en todos los sitios de muestreo (BS1, DBS1, LAG3, PA1, SAR3) aunque fuese una sola vez.

Cuadro 5: Número de individuos para las familias más frecuentes. Fuente: Propia, 2015

Familia	BS	DBS	LAG	PA	SAR
Meliaceae	3	1	1	1	2
Rubiaceae	3	1	2	1	3
Malvaceae	2	4	4	2	3
Boraginaceae	4	4	3	4	3
Fabaceae	9	11	5	7	5

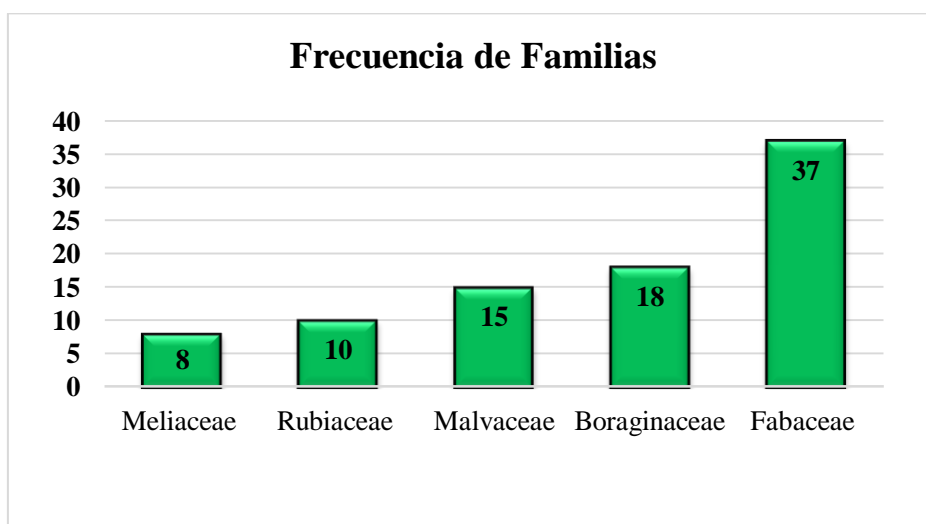


Figura 8: Familias que presentaron mayor presencia durante el muestreo realizado en la EEFH, Guanacaste. Fuente: Propia, 2015

4.1.8 Volumen (m³) con Formula Loján

Este análisis se llevó a cabo utilizando la formula Loján ($\log \text{Vol} = 2.03986 \log \text{dap} + 0.779 \log h - 4.07682$) que se desarrolló para varias especies del bosque primario; la misma fue aplicada para estimar el volumen comercial para todos los árboles con un DAP \geq a 10 cm. (Kleinn *et al*, 2001)

Cuadro 6: Volumen obtenido con la formula Loján por cada Sitio muestreado en la EEFH, Guanacaste.

Sitio	Volumen (m ³ /ha)
	Loján
BS1	35,419
DBS1	44,283
LAG3	34,008
PA1	20,687
SAR3	29,599

En el cuadro 4 se puede observar que por sitio, el mayor volumen se encuentra en la PPM ubicada en Detrás de Bajo Sombra y en Bajo Sombra con 44,283 m³ y 35,419 m³ respectivamente. Mientras tanto, Pista de Aterrizaje obtuvo 20,687 m³.

4.2 Conclusiones

- Se logró el establecimiento de cinco nuevas parcelas permanentes de monitoreo de 3600m² (60 x 60 metros), que se unen a la red de monitoreo y comportamiento del bosque seco secundario en la Estación Experimental Forestal Horizontes, donde se contabilizaron un total de 646 árboles con un DAP \geq a 10 cm, esto de acuerdo a lo que indica el protocolo de establecimiento y medición de parcelas permanentes de monitoreo en bosque.
- Se determinó que los sitios muestreados que presentaron mayor área basal fueron Detrás de Bajo Sombra y La laguna, el primer sitio es uno de los que presenta menor edad, pero curiosamente presenta el área basal más alta, se considera que es por efecto de cantidad significativa de árboles remanentes que se encontraron. En el caso de la PPM ubicada en La Laguna se determinó que el área basal hace referencia al número de árboles, ya que fue el sitio con mayor N/ha.
- Se encontraron en total 69 especies en los cinco sitios, siendo el *Cochlospermum vitifolium* y el *Guazuma ulmifolia* las especies más representativas con un 17.64% y un 17.18% respectivamente.
- Según lo analizado el sitio que presentó mayor riqueza de especies fue Detrás de Bajo Sombra con 35, seguido por Bajo Sombra con 32 y Saravia con 29; mientras que los sitios con mayor abundancia fue La Laguna y Detrás de Bajo sombra con 174 y 150 árboles por hectárea respectivamente.
- Los distintos bloques de bosque estudiados en la Estación Experimental Forestal Horizontes presentan algunas diferencias en el comportamiento, pero no son significativas; por lo que se afirma que las estrategias que se han usado para la restauración han sido efectivas, no solo para las especies forestales sino también para la fauna presente en el sitio.
- No se realizó una comparación con las PPM establecidas en el año 2012, ya que las mismas se emplearon diferentes parámetros en las variables, por ejemplo; se midieron DAP \geq a 5 cm.

Capítulo V

5.1 Recomendaciones

- Se recomienda la remediación de las parcelas permanentes de monitoreo establecidas en la Estación Experimental Forestal Horizontes en periodos de tiempo que no excedan los tres años desde la primera medición, con el fin de evaluar aspectos que ayuden a conocer el desarrollo de los ecosistemas presentes en ésta.

- Realizar una corroboración de campo de las especies presentes, debido a que al momento de su identificación y medición, algunos individuos carecían de follaje, floración y fructificación y no se logró determinar completamente la identificación.

- Se recomienda la utilización de clavos de acero con medidas menor a 2x1/2 pulgadas que faciliten la colocación, ya que se tuvieron complicaciones por el tamaño, tomando en cuenta que la mayoría de especies encontradas son bastante duras. Además para evitar daños en el fuste que provoquen enfermedades y aceleren la tasa de mortalidad.

- Se recomienda realizar las remediciones de las PPM en los meses de invierno, ya que de esta manera la vegetación va a presentar follaje, floración y fructificación y facilitaría el trabajo de identificación.

5.2 Limitaciones

- Durante el desarrollo del proyecto se presentaron algunas limitaciones que afectaron el desarrollo de algunos procesos, entre ellos la tardanza de materiales para el establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo; sin embargo, no fue determinante para no poder concluir las gracias al apoyo de la Estación Experimental Forestal Horizontes.
- Vale la pena observar, que una de las condiciones que afectó al inicio de la del trabajo de campo fue época seca, ya que los árboles como es común en el bosque seco no presentaban mucho follaje, lo cual limitó la identificación de las especies.

Bibliografía

- IAVH . (1998). *Instituto Alexander von Humboldt*. Obtenido de El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia : <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>
- ACG. (Diciembre de 2012). *Area de Conservacion Guanacaste* . Obtenido de <http://www.acguanacaste.ac.cr/acg/que-es-el-acg>
- Bertsch, F., Mata, R., & Henriquez , C. (1993). *Caracteristicas de los principales ordenes de suelos presentes en Costa Rica*. San Jose, Costa Rica.
- Camacho, M. (2000). *Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical*. Turrialba Costa Rica: CATIE.
- CETEFOR . (Septiembre de 2004). *Centro Técnico Forestal*. Obtenido de Estrategia Experimental para Parcelas Permanentes de Muestreo : <http://www.esfor.umss.edu.bo/biblioefor/archivos/ESTRATEGIAPPMs.pdf>
- Combe, J., & Gewald, N. J. (1979). *Guia de Campo de Los Ensayos Forestales Del Catie en Turrialbam Costa Rica*. Turrialba Costa Rica: CATIE-Biblioteca IICA-CIDIA.
- EEFH. (Diciembre de 2012). *ACG_Estación Experimental Forestal Horizontes* . Obtenido de Programa de Restauración y Silvicultura: <http://www.acguanacaste.ac.cr/biodesarrollo/programa-de-restauracion-y-silvicultura/estacion-experimental-forestal-horizontes>
- EEFH. (Febrero de 2012). *Estación Experiemntal Forestal Horizontes* . Obtenido de Estación Experiemntal Forestal Horizontes : <http://www.acguanacaste.ac.cr/biodesarrollo/programa-de-restauracion-y-silviculturaestacion-experiemntal-forestal-horizontes>
- Fournier, L. A. (1980). *Introduccion a la Flora de Costa Rica*. San Jose Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Hernández, L. G., Guitiérrez, M., & Sánchez , M. (2009). *Observatorio Ambiental*. Obtenido de Dinámica y composición del bosque seco tropical de Guanacaste a partir de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM): http://www.observatorioambiental.una.ac.cr/index.option=com_booklibrary&task=view&id=21&catid=44&Itemid=37
- IMN. (2009). *Instituto Metereologico Nacional*. Obtenido de CLIMA EN COSTA RICA PACIFICO NORTE: http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico_norte.html
- Kleinn, C., & Morales, D. (2012). *Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales*.
- Kleinn, C., Ramirez, C., Chavez, G., & Lobo, S. (2001). *Estudio Piloto para el Inventario Forestal Nacional en Costa Rica*. San Jose: CATIE.
- Manzanero, M. A. (2006). *Importancia de las parcelas permanentes de muestreo, en el manejo forestal sostenible y en la certificación forestal*. Santa Elena, Petén.

- MINAE. (29 de 07 de 1999). *Principio, criterios e indicadores para el manejo sostenible de Bosques Secundarios y la certificación forestal en Costa Rica*. Obtenido de N° 27998-MINAE:
<http://www.sinac.go.cr/normativa/Decretos/Principio%20criterios%20e%20indicadores%20para%20el%20manejo%20sostenible%20de%20Bosques%20secundarios%20y%20la%20certificacion%20forestal%20en%20CR.pdf>
- Montero, W. (2013). *Análisis de la Composición Florística y Estructura para la Vegetación de la Reserva Biológica San Luis (RBSL) como proceso de Restauración Forestal, San Luis Puntarenas, Costa Rica*. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica.
- Morales, D. (2014). *Area de Conservación Guanacaste*. Obtenido de Prog. de Restauración y Silvicultura del Bosque, ACG.:
<http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v2n1/textos/12.html>
- Obando, M. F. (2010). “*Condición silvicultural y propiedades físicas y generales de la madera de Enterolobium cyclocarpum y Samanea saman en plantaciones mixtas de 19 años con especies nativas, en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Liberia, Guanacaste*”. Cartago: TEC.
- Pinelo, G. I. (2000). *Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de Biosfera Maya, Petén Guatemala*. Petén Guatemala: CATIE.
- Plana, E. (3-5 de 5 de 2000). *INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGIA Y DINAMICA DEL BOSQUE TROPICAL*. Obtenido de <http://www.bionica.info/biblioteca/Plana%20Bach%202000%20Ecologia%20bosque%20tropical.pdf>
- Quesada Monge, R. (24 -25 de Agosto de 2007). *Instituto Tecnológico de Costa Rica/Escuela de Ingeniería Forestal*. Obtenido de Los Bosques de Costa Rica:
<http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf>
- Reyes, D. (2012). *ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN PASIVA PARA UN BOSQUE SECO TROPICAL EN LA ESTACIÓN EN LA EEFH, COSTA RICA*. Guanacaste Costa Rica.
- Rigg, P. (2013). *Propuesta de línea base del plan de ordenamiento forestal para la Estación Experimental Forestal Horizontes, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica*. Cartago: TEC.
- Sanchez, A. (12 de Abril de 2013). *Modelos para la restauración ecológica en áreas alteradas*. Obtenido de http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/k14/modelo_ecologico.pdf
- Sánchez, M. (2011). *Protocolo de establecimiento y medición de Parcelas Permanentes de Muestreo en Bosque Natural*. Instituto de Investigación y Servicios Forestales - INISEFOR.
- SIREFOR. (18 de Junio de 2015). *Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica*. Obtenido de Bosque Secundario: Definiciones:
http://www.sirefor.go.cr/?page_id=778

- Smith, J., Sabogal, C., Jong, W., & Kaimowitz, D. (Diciembre de 1997). *CIFOR*. Obtenido de Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-13.pdf
- Spittler, . P. (2001). *Potencial de manejo de los bosques secundarios en la zona seca del noroeste de CR*. Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180 D-65726.
- TEC. (25-25 de Agosto de 2007). *Los Bosques de Costa Rica / IX Congreso Nacional de Ciencias*.
- TNC. (23 de Mayo de 2015). *The Nature Conservancy*. Obtenido de Bosques Secos Ecuador/ Conservando el hábitat del jaguar de la Costa: <http://www.mundotnc.org/donde-trabajamos/americas/ecuador/lugares/lugares-2.xml>
- Vasquez , A. (1999). *Produccion Forestal_ Fundamentos_ Antologia*. San Jose Costa Rica: UNED.

Anexo 2: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Bajo Sombra en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.

Familia	Nombre Científico
Fabaceae	<i>Albizia guachepely</i>
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
Salicaceae	<i>Casearia aculeata</i>
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i>
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i>
Boraginaceae	<i>Cordia eriostigma</i>
Boraginaceae	<i>Cordia sp</i>
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Myrtaceae	<i>Eugenia hiraefolia</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosa</i>
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>
ID	ID
Fabaceae	<i>Lonchocarpus costarricensis</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus felipei</i>
Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>
Fabaceae	<i>Machaerium biovulatum</i>
Sapotaceae	<i>Manilkara chicle</i>
Bombacaceae	<i>Pachira quinata</i>
Fabaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i>
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>
Meliaceae	<i>Trichilia americana</i>
Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>
Meliaceae	<i>Trichilia sp</i>

Anexo 3: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Detrás de Bajo Sombra en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.

Familia	Nombre Científico
Boraginaceae	<i>Acosmium panamense</i>
Lamiaceae	<i>Aegiphila deppeana</i>
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>
Anacardiaceae	<i>Astronium graveoloe</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
Salicaceae	<i>Casearia aculeata</i>
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>
Boraginaceae	<i>Cordia eriostigma</i>
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium Cyclocarpum</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>
Fabaceae	<i>Inga sp</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus costarricensis</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp</i>
Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricata</i>
Fabaceae	<i>Machaerium biovulatum</i>
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>
Rubiaceae	<i>Randia sp</i>
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>
Sapotaceae	<i>Sapindus saponaria</i>
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>
Meliaceae	<i>Trichilia americana</i>

Anexo 4: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio La Laguna en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015.

Familia	Nombre Científico
Boraginaceae	<i>Acosmium panamense</i>
Fabaceae	<i>Albizia adinocephala</i>
Sapindaceae	<i>Allophyllus occidentalis</i>
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>
Boraginaceae	<i>Cordia guanacastensis</i>
Fabaceae	<i>Diphysa americana</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium Cyclocarpum</i>
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Bignonaceae	<i>Handroanthus impetiginosa</i>
Bignonaceae	<i>Handroanthus rosea</i>
ID	ID
Fabaceae	<i>Lonchocarpus felipei</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i>
Annonaceae	<i>Sapranthus palanga</i>
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>
Meliaceae	<i>Trichilia sp</i>

Anexo 5: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Pista de Aterrizaje en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015

Familia	Nombre Científico
Boraginaceae	<i>Acosmium panamense</i>
Fabaceae	<i>Albizia adinocephala</i>
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Meliaceae	<i>Cedrela adorata</i>
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>
Boraginaceae	<i>Cordia eriostigma</i>
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>
Fabaceae	<i>Diphysa americana</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium Cyclocarpum</i>
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosa</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus felipei</i>
Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>
Fabaceae	<i>Machaerium biovulatum</i>
Rubiaceae	<i>Randia sp</i>
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>

Anexo 6: Listado de especies encontradas en la PPM ubicada en el Sitio Saravia en la EEFH, Guanacaste. Costa Rica, 2015

Familia	Nombre Científico
Boraginaceae	<i>Acosmium panamense</i>
Sapindaceae	<i>Allophyllus occidentalis</i>
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>
Fabaceae	<i>Ateleia herbert</i>
Bixaceae	<i>Bixa arrellana</i>
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i>
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>
Boraginaceae	<i>Cordia sp</i>
Fabaceae	<i>Enterolobium Cyclocarpum</i>
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochracea</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus rosea</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus costarricensis</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp</i>
Malvaceae	<i>Luehea seemannii</i>
Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis</i>
Rubiaceae	<i>Randia sp</i>
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>
Malvaceae	<i>Sterculia apetala</i>
Meliaceae	<i>Trichilia americana</i>
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>

Anexo 7: Establecimiento de las PPM



Figura 9: Árbol Marcado



Figura 10: Limite de la PPM



Figura 11: Medición de DAP



Figura 12: Placas Codificadas

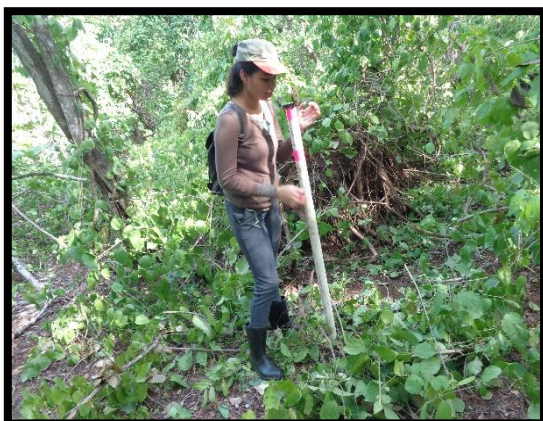


Figura 13: Dirección de Rumbos



Figura 14: Tubos PVC para la delimitación de las PPM