

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

Estudio demográfico de *Podocarpus guatemalensis* Standl.
en Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte de Costa Rica.

Paulo Olivas Rojas

Cartago , Costa Rica
Junio, 2000

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

Estudio demográfico de *Podocarpus guatemalensis* Standl.
en Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte de Costa Rica.

Paulo Olivas Rojas

Cartago , Costa Rica
Junio, 2000

0 1 3 0 5 8 2

Estudio demográfico de *Podocarpus guatemalensis* Standl. en Boca Tapada de Pital



O130582

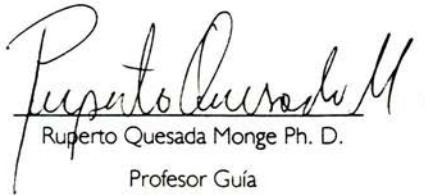
10 NOV 2021

BIBLIOTECA ARTURO AGÜERO CHAVES-UCR

BIBLIOTECA ARTURO AGÜERO CHAVES-UCR
CALLE OCCIDENTE U.C.R.

Informe Presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del
Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar al título de
Bachiller En Ingeniería Forestal

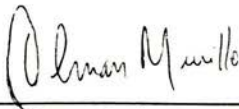
Miembros del tribunal



Ruperto Quesada Monge Ph. D.

Profesor Guía

ITCR



Olman Murillo Ph. D.

Lector

ITCR



Quirico Jiménez M. Sc.

Lector

INBio

A MI DIOS

A mi Madre, pilar de mi existencia

A mi hermana Ana Raquel

A mi Abuela

El fin, no es fin en si mismo

Todo fin, precede un inicio.

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor guía Ruperto Quesada (Tío Peto), que con su manera tan peculiar de ser, me brindo apoyo, confianza y ayuda en todos los momentos desde que desde el inicio hasta el final de la práctica.

Al señor Humberto Hernández, por haberme brindado albergue y estar siempre dispuesto a ayudar y a transmitir su conocimiento.

A mis amigos Claudia, Gustavo, Geiner, Adrian y Luis, que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su apoyo y ayuda en cada momento de realización de este trabajo.

A mis profesores lectores Olman y Quínico, por sus acertadas recomendaciones, apoyo y sobre todo confianza.

A mi novia Carolina (Cu!) y a su madre Lilian por su apoyo incondicional.

A todos los amigos y compañeros que estuvieron a mi lado durante toda la carrera y me brindaron su amistad y conocimiento.

ÍNDICE GENERAL

I	INTRODUCCIÓN	1
	OBJETIVOS	2
	1.1.1 <i>General</i>	2
	1.1.2 <i>Específicos</i>	2
II	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	2.1 EL BOSQUE	3
	2.1.1 <i>Bosque coetáneos y multietáneos</i>	3
	2.1.2 <i>El árbol</i>	5
	2.2 POSICIÓN SOCIOLOGICA	6
	2.3 TOLERANCIA	7
	2.4 EL AMBIENTE	7
	2.5 SUELO	9
	2.6 PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	9
	2.7 Estudios poblacionales en Costa Rica	10
	2.8 HISTORIA DEL <i>PODOCARPUS GUATEMALENSIS</i>	11
	2.8.1 <i>Condición actual</i>	11
	2.8.2 <i>Podocarpus guatemalensis</i>	11
	2.8.3 <i>Evolución de las gimnospermas</i>	12
	2.8.4 <i>Evolución del Podocarpus a nivel geológico en los Trópicos</i>	14
III.	METODOLOGÍA	15
	3.1 Area de estudio	15
	3.2 Censo	16
	3.3 VARIABLES EVALUADAS	18
IV.	VARIABLES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE <i>PODOCARPUS GUATEMALENSIS</i>	20
	4.1 MODELO ARQUITECTURAL PARA LA ESPECIE	20
	4.2 POSICIÓN EN LA LOMA	21
	4.3 SUELOS	22
	4.4 ESTUDIO FENOLÓGICO	22
	4.5 ESTUDIO POBLACIONAL	22
	4.6 ESPECIES ASOCIADAS	22
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23

5.1	VEGETACIÓN Y RELIEVE DE LAS FINCAS EVALUADAS	23
5.2	ABUNDANCIA DE <i>PODOCARPUS GUATEMALENSIS</i> SEGÚN BOSQUES EVALUADOS	26
5.3	CENSO Y DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA	27
5.4	ESTADO FITOSANITARIO	30
5.5	FORMA DE COPA	31
5.6	EXPOSICIÓN DE COPA	33
5.7	PROYECCIÓN DE COPA	35
5.8	REGENERACIÓN Y DISPERSIÓN	36
5.9	UBICACIÓN TOPOGRÁFICA EN LA LOMA	42
5.10	PENDIENTE	43
5.11	MECANISMOS DE PERPETUACIÓN DE LA ESPECIE	44
5.12	SITUACIONES QUE PROPICIAN LA EXTINCIÓN	44
5.13	ESPECIES ASOCIADAS	47
5.14	Modelos arquitecturales.....	50
VI	CONCLUSIONES	53
VII	RECOMENDACIONES.....	54
VIII	LITERATURA CONSULTADA.....	55

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
1	Clasificación de los árboles según su estado fitosanitario.	19
2	Clasificación de los árboles según su forma de copa.	19
3	Clasificación de los árboles de acuerdo a su exposición a la luz.	19
4	Establecimiento de regeneración según la exposición de copa.	34
5	Especies asociadas al <i>Podocarpus guatemalensis</i> a nivel de regeneración.	48
6	Especies asociadas con los individuos adultos de <i>Podocarpus guatemalensis</i> .	50

LISTA DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Perfil vertical de la composición arbórea de los bosques coetáneos.	4
2	Perfil vertical de los bosques multietáneos o de edades múltiples.	5
3	Posición sociológica de los árboles dentro del bosque.	6
4a	<i>Archaeopteris</i> , progimnosperma de la que se cree evolucionaron las gimnospermas.	12
4b	Ubicación de las fincas evaluadas en el Estudio poblacional del <i>Podocarpus guatemalensis</i> . en Boca Tapada de Pital. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1. San Jorge, 2. Los Gansos, 3. Hogar de Ancianos, 4. Laguna.	17
5	Clasificación de los árboles respecto a la exposición de copa.	20
6	Posición que ocupan los individuos en la loma.	21
7	Número de individuos censados (dap 10 cm) por finca, en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.	26
8	Distribución diamétrica para los árboles censados de <i>Podocarpus guatemalensis</i> , en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.	27
9	Distribución poblacional para tres especies del bosque húmedo tropical.	29
10	Condición fitosanitaria de los individuos de <i>Podocarpus guatemalensis</i> censados en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.	31
11	Relación entre la forma de la copa y el promedio de regeneración por árbol, de <i>Podocarpus guatemalensis</i> censados en la zona de Boca Tapada de Pital.	32
12	Distribución de la población censada (dap mayor a 10 cm) de los individuos de <i>Podocarpus guatemalensis</i> según su exposición de copa, en la población natural de Boca Tapada de Pital.	33
13	Proyección de copa según la clase diamétrica, para tres especies del bosque húmedo tropical, Boca Tapada, Pital, Zona Norte.	35
14 a	Mapa de la distribución de los árboles censados de <i>Podocarpus guatemalensis</i> en la finca San Jorge, San Carlos. Costa Rica.	39

Figura	Nombre	Página
14 b	Mapa de la distribución de los árboles censados de <i>Podocarpus guatemalensis</i> en la finca Los Gansos, San Carlos, Costa Rica.	40
15	Área de influencia de la copa para los individuos de <i>Podocarpus guatemalensis</i> .	41
16	Ubicación de los árboles censados según la posición topográfica que ocupan en la loma.	42
17	Condiciones de pendiente en las que se desarrolla <i>Podocarpus guatemalensis</i> .	43
18	Modelo arquitectural para los brinzales de <i>Podocarpus guatemalensis</i> .	50
19	Modelos arquitecturales para los individuos adultos de <i>Podocarpus guatemalensis</i> .	51
20	Perfil vertical en el que se desarrolla <i>Podocarpus guatemalensis</i>	52

RESUMEN

Costa Rica se ha caracterizado en los últimos años por contar con altas tasas de deforestación, lo que ha ocasionado que la masa boscosa se haya visto reducida considerablemente.

Por tal motivo se realizó un estudio demográfico de una de las poblaciones en vía de extinción en Costa Rica, *Podocarpus guatemalensis*.

Se realizó un censo de la especie en la zona de Boca Tapada de Pital, en la Región Huetar Norte, en cuatro fincas de propiedad privada.

Se encontró que la especie cuenta con una población muy reducida, 46 individuos por arriba de 10 cm de diámetro, de los cuales tan solo 24 se cree están en capacidad de reproducirse.

En cuanto a la perpetuación de la especie en el ambiente se considera que cuenta con muchas limitantes, como por ejemplo un reducido número de individuos capaces de reproducirse, grandes distancias de apareo, el constante aprovechamiento y la pérdida del hábitat.

Por otro lado se encontró que el aprovechamiento selectivo si bien no perjudica directamente a la población de árboles maduros debido a su condición de veda, si afecta en gran medida a las categorías inferiores (brinzales y latizales).

I INTRODUCCIÓN

El bosque es un mosaico sucesional, donde la interacción entre sus elementos constituye la mejor adaptación al medio en que se desarrollan. Gracias a este mosaico el bosque presenta una amplia gama de individuos, tanto en edad, heterogeneidad como diversidad (Hartshorn, 1994).

Dentro de los procesos de reconstrucción del bosque, está quizá uno de los más importantes e interesantes por la dinámica que envuelve, el "chablis", término francés utilizado para denominar a los procesos regenerativos o de reconstrucción del bosque ocasionados por la caída de un árbol y en algunos casos hasta de una rama (Hartshorn, 1994). Esta alteración ocasionada por alguno de estos eventos provoca de inmediato una alerta regenerativa en el medio a causa de la alta disponibilidad de luz; involucrando desde el banco de semillas presente en el suelo, hasta todos aquellos individuos establecidos, ya sean brinzales, latizales o fustales.

Según Clark y Clark (1987) las especies vegetales pueden diferenciarse de acuerdo a su respuesta a la presencia de claros (chablis). Es aquí donde sobresalen las mejor adaptadas para aprovechar la disponibilidad del recurso luz, heliófitas (*Ochroma*, *Cecropia*, *Goethalsia*), no así las esciófitas que para su desarrollo requieren de niveles de luz mucho más reducidos (*Minquartia*, *Pouteria*, *Viro-la*), porque de lo contrario mueren o se dificulta aun más su crecimiento. Es importante reconocer que estas especies no son elementos representativos de un bosque tropical húmedo que se encuentre en estados sucesionales avanzados, pero constituyeron parte indispensable de su desarrollo.

Sin tomar en cuenta la intervención del hombre en el ambiente, lo citado anteriormente es solo una de las estrategias utilizadas por las especies, que ha permitido su perpetuación en el ecosistema a lo largo de miles de años.

El bosque tropical húmedo es y constituye uno de los ecosistemas más ricos y diversos del mundo, sin embargo en la actualidad el continuo deterioro, el crecimiento exponencial de la población y la sobreexplotación de este recurso, lo han llevado hasta un total empobrecimiento y en algunos casos la total destrucción. Esta es una de las razones principales por las que gran cantidad de especies se encuentran en peligro de extinción, por ejemplo *Peltogyne purpurea*, *Platymiscium parviflorum*, *Guaiacum sanctum*. Por tanto, se hace relevante conocer y cuantificar con precisión la población de aquellas especies que se desarrollan y que están en esa condición.

En Costa Rica el grupo de las gimnospermas está representada por una sola familia de árboles, Podocarpaceae. La cual está compuesta de dos géneros y cuatro especies, tres de las cuales se distribuyen principalmente en las zonas altas de las cordilleras (*Podocarpus costaricensis*, *P. macrostachyus* y *Prumnopitys standleyi*) y una sola especie se desarrolla en bosques lluviosos de bajura, *Podocarpus guatemalensis* (Jiménez *et al* 1996).

Podocarpus guatemalensis es una especie escasa y en vía de extinción (Jiménez 1998), asimismo por contar con un alta valor ecológico y comercial, su aprovechamiento fue vedado por el Estado costarricense en el decreto ejecutivo 25700 en enero de 1997.

Con el propósito de cuantificar y caracterizar tanto la población como las áreas donde se desarrolla la especie, se realizó un censo que permitió conocer la población y las posibles variables que dieron origen al nicho tan específico que tiene en la Región de Boca Tapada, Pital, Alajuela.

La hipótesis que se plantó en esta investigación fue:

"El aprovechamiento selectivo y la fragmentación de bosque no ponen en peligro la persistencia del *Podocarpus guatemalensis* en el ecosistema".

Objetivos

1.1.1 General

- Cuantificar la población de *Podocarpus guatemalensis* Standl. en el bosque primario y bosque intervenido.

1.1.2 Específicos

- Realizar un censo (diámetro mayor a 10 cm) de la especie en el bosque primario y bosque intervenido.
- Cuantificar brinzales y latizales de la especie.
- Caracterizar los bosques en los que se desarrolla la especie.
- Determinar los factores que intervienen en que la especie limite su población a áreas muy específicas de la Región Huetar Norte.
- Proponer un modelo arquitectural de la especie.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *El bosque*

El bosque es un conjunto de árboles que ocupan grandes extensiones de terreno que se encuentran asociados a otros tipos de vegetales leñosos y no así. En términos de tiempo el bosque puede caracterizarse por medio de la silvigénesis, la cual toma parámetros como relaciones vegetales, formación y frecuencia de apertura de claros, etc. (Grijpma 1978).

El bosque climax o primario se considera como la mayor expresión de adaptación al medio a lo largo de los años, es considerada la última fase sucesional (Grijpma 1978).

Si se relaciona el bosque con condiciones específicas de sitio pueden dividirse en dos formas dominantes: homogéneos y heterogéneos (Grijpma 1978).

Los bosques homogéneos se caracterizan por contar con especies adaptadas a condiciones específicas de medio ambiente. Por ejemplo, el manglar, ecosistema que se ha adaptado al agua salada de los esteros. Cuando más del 80% de los árboles del bosque son de una misma especie, se trata de un bosque homogéneo (Grijpma 1978).

Por otro lado los bosques heterogéneos se caracterizan por contar con una alta diversidad, donde no existe un dominio claro de una especie sobre las demás, a excepción de la formación de pequeños rodales. En las zonas tropicales estos bosques pueden contar con hasta 250 especies por hectárea, lo que limita de hecho la posibilidad de manejo sostenible (Grijpma 1978).

2.1.1 *Bosque coetáneos y multietáneos*

Los bosques se caracterizan porque pueden estar formados por árboles de aproximadamente la misma edad o de diferentes edades.

Aquellos bosques que están formados por árboles de aproximadamente una misma edad, reciben el nombre de bosques coetáneos (Figura 1). Estos bosques cuentan con un número relativo bajo de especies por hectárea (Grijpma 1978).

Los bosques coetáneos se originan principalmente producto de desastres naturales, por la acción inhibitoria de ciertas especies (*Pinus*) sobre las otras y en alguna medida por la acción deforestadora del hombre. Los fenómenos naturales como las tormentas, huracanes, derrumbes, incendios forestales, etc.; arrasan de manera violenta la vegetación presente en los bosques. Estas zonas alteradas son colonizadas principalmente por especies invasoras de crecimiento rápido (*Cecropia*, *Heliocarpus*) y especies heliófitas durables (*Apeiba*, *Vochysia*).

A los pocos años se observa la formación de un dosel superior homogéneo o de una altura similar, debido a que el periodo de colonización fue relativamente el mismo para la mayoría de las especies.



Figura 1. Perfil vertical de la composición arbórea de los bosques coetáneos.

En la zona de bosque secundario de la finca Los Gansos, en Boca Tapada de Pital, se observó la formación de rodales coetáneos dominados por *Vochysia ferruginea*, de aproximadamente 25 años de edad, convirtiéndose en un claro ejemplo para bosques coetáneos. En estos rodales se observa que el sotobosque experimenta una sustitución de especies, donde se encuentran especies heliófitas y esciófitas tales como *Vochysia ferruginea*, *Dialium guianensis*, *Dipteryx panamensis*, *Terminalia amazonia* y *Calophyllum brasiliense*.

Por otro lado los bosques que están formados por árboles de diferentes edades reciben el nombre de bosque multietáneos o de edades múltiples (Figura 2). Estos bosques cuentan con un alto número de especies por hectárea (Grijpma 1978).

El mejor ejemplo para caracterizar un bosque multicetáneo es el bosque húmedo tropical, debido a que este cuenta con un alto número de especies por unidad de área. Aquí abunda la diversidad de edades, variadas formas de vida (hierbas, arbustos, árboles, bejucos) y la ocupación del espacio se da en varios estratos (Pérez y Sarukhan 1982).



Figura 2. Perfil vertical de los bosque multietáneos o de edades múltiples.

A priori se puede afirmar que el bosque coetáneo es parte de la formación del bosque multietáneo, debido a que este experimenta una sustitución paulatina de las especies, lo que origina diferentes estratos y edades; esta situación puede ocurrir siempre y cuando las especies que forman los bosques coetáneos no cuenten con características alelopáticas.

2.1.2 El árbol

El árbol es un vegetal leñoso, que cuenta con una altura mayor a 5 metros. Existen árboles en zonas templadas que pueden alcanzar hasta 90 m de altura y más de 3 m de diámetro. Por otro lado aquellas especies leñosas que no superan los 5 metros se les denomina arbustos y cuentan con tallos muy ramificados (Grijpma 1978).

2.2 Posición sociológica

Grijpma (1978) diferencia los árboles según la posición de copa dentro de la estructura vertical del bosque (Figura 3)

- *Árboles dominantes*: sus copas se extienden encima del nivel general del dosel forestal. Reciben luz solar vertical y luz lateral plena. Son más altos que el promedio del bosque.
- *Árboles codominantes*: sus copas forman el nivel general del dosel forestal y reciben luz solar vertical plena y luz lateral de poca a nada. Presenta copas de tamaño mediano.
- *Árboles intermedios*: sus copas se extienden bajo el dosel formado por los árboles codominantes. Reciben poca luz vertical y nada de luz lateral. Las copas son pequeñas y apretadas.
- *Árboles suprimidos*: sus copas se encuentran bajo el nivel general del dosel forestal. No reciben luz directa.

En la Figura 3 se puede observar un diagrama de la posición sociológica de los árboles dentro de un bosque.

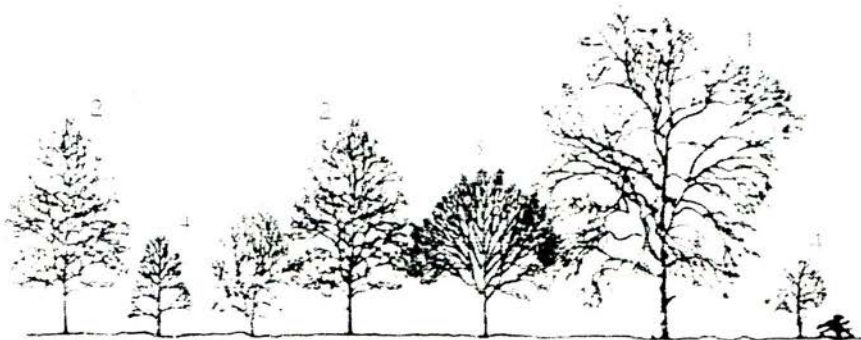


Figura 3. Posición sociológica de los árboles dentro del bosque.

Leibundgut (1958) establece una metodología cuantitativa para determinar el número de estratos presentes en un bosque, así como la posición sociológica de los árboles.

Esta metodología consiste en determinar la altura de los árboles más grandes o del dosel superior y con base en estos determinar los estratos inferiores.

Los estratos se determinan de la siguiente manera:

- *Estrato superior*: son aquellos árboles que tengan una altura mayor a $2/3$ de la altura dominante.
- *Estrato medio*: son los árboles que cuentan con alturas entre $2/3$ y $1/3$ de la altura dominante.
- *Estrato inferior*: los árboles que poseen alturas menores a $1/3$ de la altura dominante se ubican en este estrato.

2.3 Tolerancia

Los árboles al igual que todas las plantas realizan el proceso de fotosíntesis mediante la luz solar que llega a sus hojas y tallos clorofílicos. Por consecuencia dentro de un bosque existe una alta competencia entre sus copas.

De acuerdo con la capacidad que tienen las especies de desarrollarse a la sombra o a plena luz, se han realizado una serie de caracterizaciones diferentes que en la mayoría de los casos depende del autor.

Clark y Clark (1987) hacen referencia a una serie de caracterizaciones de las especies hechas por muchos autores, destacándose principalmente aquellas que son intolerantes a la sombra y las tolerantes a la sombra.

Las especies intolerantes a la sombra se caracterizan por requerir de claros para una regeneración exitosa, son incapaces de sobrevivir como juveniles suprimidos bajo el dosel. Por otro lado las tolerantes a la sombra no requieren de claros para germinación ni el crecimiento a tamaños reproductivos. Dentro de estas dos grandes clases existen una serie de clasificaciones donde se diferencia por la necesidad de más o menos luz para crecer, dependiendo del estado de desarrollo en que se encuentren (plántula, brinzal, latizal o fustal).

2.4 El ambiente

En comparación con el campo abierto, el bosque ha desarrollado un clima propio dentro de él. La temperatura, la humedad, el viento, la precipitación y la evaporación cuentan con valores propios dentro del bosque (Grijpma 1978).

Temperatura: el dosel del bosque funciona como un aislante, de manera que los cambios de temperatura no son ni tan drásticos ni tan frecuentes como en campo abierto. Durante la época seca la temperatura en el bosque es menor, mientras que en la época lluviosa la temperatura

dentro es mayor. Estas diferencias tanto en época seca como lluviosa pueden ser entre 1 y 6 °C. La temperatura del suelo actúa de la misma forma, pero sus diferencias con el campo abierto pueden oscilar entre los 12°C.

Humedad relativa: la humedad relativa en el bosque actúa de manera inversamente proporcional a la temperatura. Además el contenido de humedad en el bosque depende también de la transpiración de los árboles. Grijpma (1978) registró que en la época de mayor crecimiento de los árboles se maximiza la transpiración. En comparación con la humedad relativa fuera del bosque se han registrado diferencias de hasta 5-16%.

Viento: la capacidad del bosque para reducir la velocidad del viento es bien conocida. Esta reducción depende de factores como la densidad de las copas, espaciamiento, altura de los árboles y la extensión del bosque. En promedio la reducción de la velocidad del viento puede estar entre 60-80%, esta situación influye de manera primordial en la reducción de la erosión eólica. De este factor dependen la polinización, la dispersión de frutos. La frecuencia y caída de árboles y ramas, por lo tanto la apertura de claros, que son procesos claves en la reconstrucción del bosque.

Precipitación: el dosel forma un manto permeable, por lo que la cantidad de lluvia que cae a campo abierto es mayor que la que se registra dentro del dosel. La lluvia llega al suelo de forma indirecta por medio del escurrimiento de hojas y fuste, y de forma directa por las aperturas del dosel. La intercepción va a depender de la intensidad de la precipitación (entre 15-100%, dependiendo de la intensidad) así como de la densidad y tipo de dosel; las coníferas por ejemplo retienen más agua que las latifoliadas. Además la precipitación dentro del bosque no siempre es menor que la a campo abierto, debido a que en zonas muy húmedas la nubosidad es condensada por las hojas y las ramas de los árboles, produciendo la denominada lluvia horizontal.

Evapotranspiración: parte del agua presente en el bosque vuelve a la atmósfera en forma de vapor. La evapotranspiración incluye el agua evaporada del suelo, la transpiración de plantas y animales y la lluvia interceptada. La evapotranspiración puede variar entre 10-80% en comparación con el campo abierto, por lo tanto el aprovechamiento del bosque incidirá de manera importante en este factor.

2.5 Suelo

El crecimiento de los árboles también depende de las características físicas y químicas del suelo. Siendo en muchos las condiciones de aireación y drenaje los principales factores limitantes en el crecimiento o establecimiento de las especies (Grijpma 1978).

Propiedades físicas del suelo: el suelo está formado por partículas sólidas, de aire y de líquidos. Las partículas sólidas constituyen entre un 40-50% del suelo. Estas pueden estar formadas de material parental o materia orgánica. Las partículas sólidas se dividen en tres grupos principales, arena (partículas grandes), limo (medianas) y arcilla (pequeñas).

Generalmente los árboles crecen mejor en suelos lómicos, debido a que su combinación de partículas le permite tener condiciones estables de aireación y drenaje. Por otro lado los suelos arcillosos se caracterizan por el mal drenaje y aireación, inhibiendo en la mayoría de los casos el crecimiento de especies forestales. Los suelos arenosos cuentan con buena aireación y drenaje, pero tienen el problema de que retienen el agua en menor grado. Otro factor limitante en las condiciones físicas del suelo es la presencia de un horizonte impermeable o un alto nivel freático, lo cual ocasiona una alta humedad en el subsuelo.

Propiedades químicas del suelo: la composición química del suelo también influye en el desarrollo de los árboles. Esta composición depende de la roca madre, clima, topografía y tiempo. Los árboles utilizan nutrientes que son solubles en agua. Por ejemplo nitrógeno (macronutriente), cobre (micronutriente) y cobalto (elemento traza).

2.6 Patrón de distribución espacial

El patrón espacial de una especie se refiere a la distribución en el espacio que ocupan los individuos pertenecientes a dicha especie. Los individuos de una especie en una comunidad pueden hallarse ubicados al azar, o en intervalos regulares o agregados formando manchones. En el primer caso, su patrón es aleatorio, en el segundo el patrón es homogéneo y en el tercer caso se presenta un patrón agregado (Matteucci y Colma 1982).

En términos de ocupación los individuos de una especie que presente un patrón aleatorio, tienen la misma probabilidad de ser encontrados en un punto del espacio. En el patrón agregado, producto de que los individuos se encuentran agrupados, la probabilidad de encontrarlos varía

considerablemente respecto a los patrones aleatorio y regular, en este último los individuos se reparten uniformemente en el espacio.

2.7 Estudios poblacionales en Costa Rica

En el ámbito nacional existen muy pocos trabajos que cuantifiquen el tamaño real de la población de una especie. Los pocos trabajos realizados se abocan a la evaluación de poblaciones en áreas relativamente pequeñas y no ha todos los lugares donde se ha reportado dicha especie.

Entre los estudios poblacionales realizados en Costa Rica, se encuentran los de Vilchez (1998) y Jiménez (1999).

Vilchez (1998), realizó una evaluación de la población de *Peltogyne purpurea* en bosques intervenidos de la Península de Osa. Donde encontró en términos generales que la curva de distribución de la especie presenta forma de campana y que ese el faltante de individuos en algunas categorías diamétricas no es causa directa del aprovechamiento debido a que hubo faltantes antes y después de realizada la corta. También encontró que de los 340 individuos regenerando el 98.8% pertenecen a la categoría de brinzal, mientras que los latizales tan solo representan 1.47%. Por otro lado demostró que el aprovechamiento forestal causa alta mortalidad en la regeneración de *Peltogyne purpurea* y que una parte de aquellos que logran sobrevivir se convierten en individuos fisiológicamente vivos pero ecológicamente muertos.

Jiménez (1999), encontró que el aprovechamiento forestal y el pésimo manejo de los bosques en Costa Rica, han acabado con las pocas áreas boscosas manejables y que esta situación a afectado en forma particular a gran cantidad de especies por ejemplo el *Guaicum sanctum*.

A diferencia de Vilchez (1998), Jiménez (1999) encontró que el aprovechamiento forestal afectó considerablemente la curva de distribución de la especie, debido a que eliminó los individuos de algunas categorías diamétricas que anteriores al aprovechamiento si estaban representadas, por ejemplo los árboles mayores a entre 40-60 cm de diámetro; además atribuye a este hecho el que la mayoría de los individuos se encuentren en las clases diamétricas inferiores.

Jiménez (1999), encontró que la mayoría de los árboles evaluados estaban afectados por el hongo oreja de palo (*Phellinus sarcites*), esta situación podría ser causa de que el aprovechamiento selectivo causo el empobrecimiento de la población remanente de *Guaicum sanctum*, haciéndola susceptible a este patógeno.

Por otro lado ambos autores concluyeron que el aprovechamiento selectivo e irresponsable que

se practica en Costa Rica, contribuirá a la pronta desaparición de gran cantidad de especies tanto comerciales como no así y en un cambio radical del paisaje y la diversidad.

Estudios como estos son los que permiten conocer, aunque sea en forma puntual el estado real de una determinada población y el impacto que el supuesto manejo forestal ocasiona sobre la masa remanente. Sin embargo son escasos los estudios y pocos los interesados en realizarlos, debido a que las implicaciones tanto económicas como políticas no son poco atractivas.

2.8 *Historia del Podocarpus guatemalensis*

2.8.1 *Condición actual*

El *Podocarpus guatemalensis* es una especie que tiene alto valor comercial pero a la vez escasa, por lo que su aprovechamiento fue vedado por el decreto ejecutivo # 25700 de enero de 1997.

2.8.2 *Podocarpus guatemalensis*

En América esta especie de la familia Podocarpaceae se distribuye desde Guatemala hasta Colombia. En Costa Rica se conoce solo en las regiones: Pacífico Sur (Península de Osa), Guanacaste (PN Rincón de la Vieja) y en la Región Huetar Norte Boca Tapada de San Carlos, Cureña (Jiménez 1998), siendo esta última donde se realizó el estudio debido a su auge maderero, gran cantidad de bosque primario intervenido y secundario con que cuenta, además de la riqueza ecológica que estos tienen.

En las áreas en que el *Podocarpus guatemalensis* se desarrolla es una especie del dosel superior, con una altura promedio de 30 metros (sin embargo puede llegar hasta 45 m de altura) y un diámetro promedio de 75 cm, pudiendo alcanzar hasta un metro.

El *Podocarpus guatemalensis* por lo general no crece asociada con especies típicas del dosel emergente, como el caso del *Dipteryx panamensis*. Es importante destacar que el *Podocarpus* puede crecer sin problema en los mismos bosque que las especies emergentes, siempre y cuando estas no afecten su captación lumínica.

El *Podocarpus* presenta un fuste liso y sin gambas con la corteza externa pardo rojiza y escamosa. Con hojas simples alternas y lanceoladas. Los frutos son conos dióicos con semillas elipsoides, con una forma de dispersión por medio de gravedad (Jiménez 1998).

Con base en observaciones personales se ha podido determinar que la especie cuenta con frutos inmaduros entre febrero y marzo; y que estos son depredados por pericos y loras, causando grandes pérdidas en la cosecha.

2.8.3 Evolución de las gimnospermas

Las gimnospermas son un conjunto de especies que parecen haber evolucionado de un grupo de plantas del Devónico conocidas como progimnospermas. Estas contaban con ramas como frondas, parecidas a los primeros helechos; además poseían un tipo de xilema asociado con las gimnospermas actuales.

En la Figura 4 se observa el *Archaeopteris*, una progimnosperma.



Figura 4a. *Archaeopteris*, progimnosperma de la que se cree evolucionaron las gimnospermas.

Una de las progimnospermas, *Archaeopteris*, era un árbol grande de casi dos metros de diáme-

tro, probablemente muy similar a las gimnospermas de nuestros tiempos, como *Pinus*, *Cupressus* y *Podocarpus*. Otra característica que asocia al *Archaeopteris*, es que además de contar en su estructura anatómica con traqueidas de hoyos limitados, contaba con tallos leñosos con grandes cantidades de xilema, típico de las gimnospermas. En cuanto a la reproducción no se conoce que órganos poseían las progimnospermas. Algunas especies tenían microsporas y megasporas, otras solo esporas de un volumen determinado, y quizá fueran homospóreas, pero también es posible que fueran plantas productoras de polen. Se han descubierto algunas semillas primitivas en algunos depósitos asociados con fósiles de *Archaeopteris* y aunque las semillas no están unidas a los fósiles, es posible que algunas progimnospermas hayan tenido semillas (Vilée 1996).

Un grupo muy interesante de plantas mesozoicas extinguidas son las cicadeoides, miembros de la clase Bennettitopsida. Estas plantas eran como las cicadáceas en su forma general, pero los conos de por lo menos algunas especies producían tanto polen como óvulos, de manera que tenían mucha similitud a una flor. Aunque algunos botánicos han llamado flores a estos conos, las cicadeoides eran verdaderas gimnospermas, pues sus óvulos estaban expuestos y no encerrados en un fruto. La idea de que las plantas con flores hayan evolucionado de las cicadeoides fue, debido a que existen grandes diferencias estructurales que hay entre los dos grupos (Vilée 1996).

La gran mayoría de las coníferas tiene hábito arbóreo, pero hay algunos arbustos; la mayoría son verdes todo el año y tienen hojas en forma de aguja o lanceoladas. Las coníferas no tienen flores, pero guardan sus semillas en la parte interna de las hojas, a modo de escamas que suelen estar dispuestas en espiral formando un cono. La mayoría de las especies tienen tanto conos de polen como conos de semillas. El polen liberado por el cono masculino es llevado por el viento hasta el cono femenino, donde ocurre la fertilización. Las gimnospermas se caracterizan porque entre el proceso de liberación de polen, la fertilización y liberación de semillas ocurre luego de varios años. Las coníferas se logran mantener verdes durante todo el año (algunas pueden ser deciduas) debido a que han desarrollado una resistencia tal, que les permite soportar los húmedos veranos, los fríos inviernos y las abrasiones mecánicas ocasionadas por las fuertes tormentas. Aunque las coníferas se distribuyen en todas las regiones, desde los trópicos a las subárticas, los bosques más extensos de coníferas se encuentran en el hemisferio norte, específicamente en Canadá y Siberia (Vilée 1996).

Los investigadores admiten que las coníferas provienen separadamente de los helechos con semillas y de las cicadáceas, aunque todas ellas tengan probablemente un ancestro común entre las progimnospermas.

Las coníferas aparecieron por primera vez como tales en la era Paleozoica, al mismo tiempo que los helechos con semilla. Entre ellos estaban cierto número de especies de *Cordaites*, todas ellas extintas; estas especies eran árboles grandes que tenían conos con hojas de forma alargada y fustes de hasta 30 m de altura y un metro de diámetro. Estos árboles formaban grandes rodales durante el periodo Carbonífero. Se cree que las coníferas actuales descienden de *Cordaites* y formas relacionadas.

2.8.4 Evolución del *Podocarpus* a nivel geológico en los Trópicos

América Central constituye un enlace intercontinental, lo que ha significado desde el punto de vista ecológico un rol de puente biológico entre las regiones Neártica y Neotropical. Pero dadas sus variadas condiciones fisiográficas y climáticas, constituye a su vez una barrera o filtro para algunas especies (Alvarado 1994).

Entre Norte y Sudamérica, la dispersión ha sido especialmente activa en las tierras bajas., tanto del Pacífico como del Caribe. Pertenecen a extensas regiones florales transicionales que se vinculan a dos masas intercontinentales. Por el contrario, las montañas altas están aisladas de otras áreas similares en el norte de Centroamérica, por la depresión de Nicaragua y de los Andes de Colombia, por las tierras bajas del centro de Panamá y la península de Darién.

Estas condiciones de relieve han actuado como barreras contra la dispersión de plantas y animales, adaptados a climas más fríos o hábitats no tropicales. Por ende hay muchas especies endémicas en las montañas de Costa Rica y el oeste de Panamá, como el caso de los robles (género *Quercus*), pero hay otras que a causa del aislamiento geográfico, como el caso del pino, arce, sicomoro y juníspero, que no se encuentran en las zonas altas de Costa Rica; a pesar de que estas especies se encuentran en forma autóctona en las montañas del norte de Centroamérica (al norte del lago de Nicaragua) (Alvarado 1994).

En las cimas de la Cordillera de Talamanca y del Volcán Irazú predomina la vegetación propia del páramo andino (límite septentrional). Mientras que en las costas, los manglares del Pacífico se extienden hasta el sur de Panamá. En otras palabras el bosque lluvioso Neotropical se encuentra compuesto de manera predominante por elementos de Sudamérica (Alvarado 1994).

Alvarado (1994) realizó una comparación de la flora actual deduciendo que es un indicativo de los últimos movimientos migratorios y en algún grado de las migraciones del pasado. Por ejemplo los géneros *Quercus* y *Alnus*, se distribuyen desde Norteamérica hasta Colombia, disminuyendo en

el mismo sentido el número de especies. Por otro lado el género *Podocarpus*, que es considerado un elemento antártico, decrece en abundancia y número de especies en sentido opuesto, alcanzando tan solo el sur de México. De manera similar ocurre con el género *Abies*, que apenas logra alcanzar las partes bajas del norte de Guatemala.

III. METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación se recurrió a la selección de bosques intervenidos, con remanencia de *Podocarpus guatemalensis*. Una vez seleccionados se procedió a realizar el censo y otras actividades que se describen a continuación.

3.1 Area de estudio

El área evaluada consistió en cuatro fincas (500 ha) de propiedad privada en la Región Huetar Norte, Alajuela, Costa Rica. Tres de las cuales se ubican entre las comunidades de Santa Rita y Boca Tapada y la otra cerca de la comunidad de Ochoa. El área posee un piso altitudinal de tierras bajas, con una biotemperatura compensada de más de 26°C y una oscilación térmica anual que varía de 0 a 4,9°C. La evapotranspiración potencial medida anual para esta provincia térmica es de más de 1 750 mm (Herrera y Gómez 1993).

El régimen pluvial que caracteriza la zona presenta una estación seca corta, que varía entre 0 a 3,5 meses, efectivas entre febrero y abril. Dicho periodo seco se caracteriza por contar con lluvias esporádicas de aproximadamente 50 mm mensuales como mínimo. Los meses más lluviosos se presentan entre noviembre y junio, cuando la precipitación mensual sobrepasa los 300 mm. La precipitación anual varía de 4 000 a 5 500 mm y la temperatura entre 21,5 a 24°C.

La zona en estudio forma parte de la Región Cureña, la cual se caracteriza por andesitas hipersténicas y augíticas, así como brechas volcánicas. Esta formación se extiende desde los Cerros de Chaparrón, conformando las partes altas de la región. Su edad es del Mioceno a Plioceno. Los lahares están constituidos por materiales volcánicos heterogéneos, con una matriz que comprende arcilla, arena y arena gruesa. Estos depósitos se caracterizan por una topografía plana extendida y por lomas bajas onduladas, estas colinas están rodeadas por terrenos más bajos, por donde generalmente escurren aguas pluviales, riachuelos y pequeños pantanos rodeados de bosque. Los depósitos aluviales se presentan en la vera de los ríos, constituidos por terrazas bien diferenciadas y compuestas por materiales que van desde texturas finas hasta gravas (Malavassi y Madrigal 1970).

En general la región se caracteriza por contar con suelos pobres, de baja fertilidad, poco profundos y fáciles de erosionar, por lo que el potencial agrícola es bajo, excepto en las planicies aluviales a la orilla de los ríos. También existen zonas donde los suelos son muy mal drenados, pantanosos o con inundaciones periódicas (Malavassi y Madrigal 1970).

Respecto al uso de la tierra este tipo de zonas presentan algunas limitaciones producto de la excesiva precipitación que ocurre durante casi todo el año que ocasiona serios problemas de erosión. Sin embargo para fines de producción de biomasa son muy provechosos y atractivos para fines forestales. En su condición natural inalterada presenta una alta biodiversidad.

Por otro lado, estos bosques muy húmedos tropicales con transición a Premontano, son los más exuberantes y altos, con una alturas que varía entre 40 y 50 m. Pero perfectamente se pueden encontrar árboles que superen esta altura. Este bosque se caracteriza por ser siempre verde, con muy pocas especies deciduas durante la corta época seca (Bolaños y Watson 1993).

Existe la presencia de gran cantidad de árboles con gambas, las que son utilizadas para dar estabilidad y contrarrestar el suelo inestable. Aquellos que no cuentan con gambas se caracterizan por tener pocas ramas o copas relativamente pequeñas.

Entre las especies más sobresalientes que se encuentran en estas zona están el *Abarema macradenia*, *Andira inermis*, *Aspidosperma spruseanum*, *Brosimum alicastrum*, *Dialium guianensis*, *Bursera simarouba*, *Dipteryx panamensis*, *Ceiba pentandra*, *Calophyllum brasiliense*, *Carapa guianensis* y *Couma macrocarpa*.

También hay otras pero con una dominancia y frecuencia mucho menores, entre ellas están: *Copaifera aromatica*, *Elaeoluma glabrescens* (Jiménez y Poveda, 1996).

3.2 Censo

Para lograr ubicar los individuos, se realizó un censo para todos los individuos de la clase fustal (diámetro de medición de 10 cm). Este censo se realizó con la ayuda de personas del lugar, quienes conocían la ubicación de algunos individuos. Los restantes se localizaron por medio de recorridos a las fincas en los lugares que se suponía se encontraba, o sea en las partes altas de las fincas.

Para los individuos de las clases latizal y brinzal, al igual que en el caso anterior se realizó un

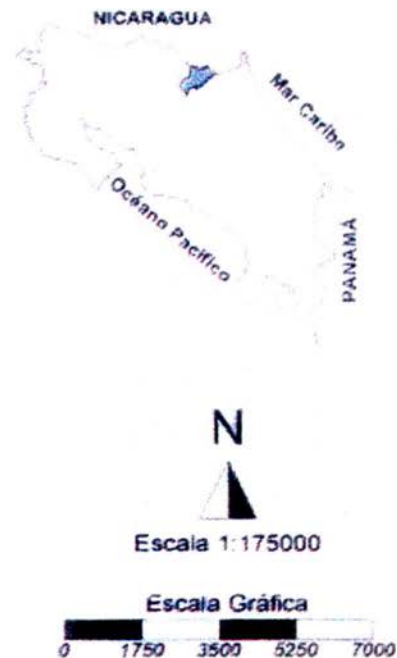
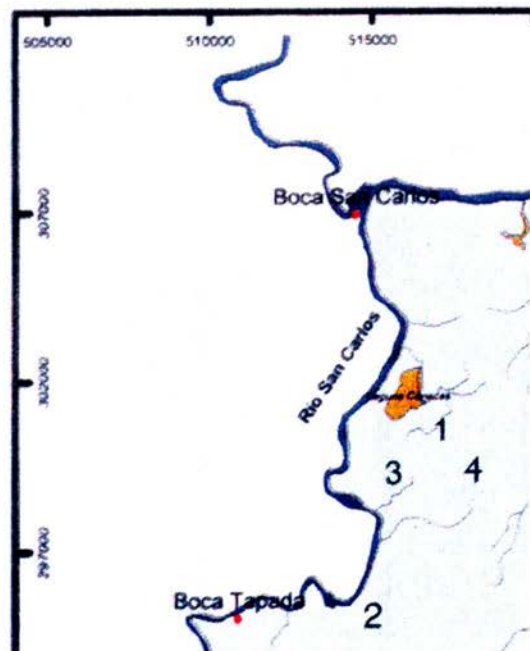


Figura 4b. Ubicación de las fincas evaluadas en el Estudio poblacional del *Podocarpus guatemalensis*. en Boca Tapada de Pital. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 1. San Jorge, 2. Los Gansos, 3. Hogar de Ancianos, 4. Finca Laguna.

muestreo, pero solo se tomó en cuenta a aquellos individuos a los que se le pudo determinar cual era su árbol madre. Además se utilizó cada uno de estos individuos que contaban con regeneración como una parcela, cuyo tamaño está definido por la distancia máxima a la que fue encontrado un latizal o brinzal, en otras palabras parcelas de área variable.

Estos árboles madre fueron ubicados en un mapa geográficamente con ayuda de GPS. Debido a que el GPS presentó serios problemas de señal dentro del bosque, se ubicó un punto fuera de la finca, con el que posteriormente se ubicaron los árboles madre.

El GPS (Global Position System) es un instrumento electrónico utilizado para ubicar puntos, líneas o polígonos en un sistema de coordenadas por medio de señales de satélite.

Para la ubicación geográfica de los brinzales y latizales se utilizó un sistema de coordenadas que consiste en utilizar el árbol madre como centro del sistema, y partiendo de este colocar la regeneración a su alrededor.

3.2 Variables evaluadas

A cada uno de los individuos (mayor a 20 cm) se le evaluó:

- Diámetro "d"

Se midió a la altura de pecho con la ayuda de una cinta diamétrica.

- Proyección de copa (m²).

Para la determinación de esta variable se realizaron dos mediciones perpendiculares, una orientada de este a oeste y otra de norte a sur.

- Estado fitosanitario.

Se registro la presencia de cualquier problema fitosanitario tal como exudados, perforaciones, hongos o cualquier otra manifestación que indique anomalías en el individuo. Murillo y Camacho (1998) proponen tres categorías de evaluación:

Cuadro 1. Clasificación de los árboles según su estado fitosanitario.

<u>Descripción</u>	<u>Categoría</u>	<u>Observaciones</u>
Sano	1	No existe evidencia de problemas
Levemente dañado o aceptablemente sano	2	Presencia de algún tipo de daño, pero este no pone al individuo en peligro inmediato de muerte.
Enfermo	3	Es aquel individuo que cuenta con lesiones graves.

- Forma de copa

Para la evaluación de la forma de la copa se tomó como base la caracterización realizada por Hutchinson (1993).

Cuadro 2. Clasificación de los árboles según su forma de copa

<u>Descripción</u>	<u>Categoría</u>
Copa perfecta	1
Copa buena	2
Copa tolerante	3
Copa pobre	4
Copa muy pobre	5

- Exposición de copa

En el Cuadro 3 se muestra la clasificación de los árboles según la copa (Hutchinson 1993).

Cuadro 3. Clasificación de los árboles de acuerdo con su exposición a la luz.

<u>Descripción</u>	<u>Categoría</u>	<u>Observaciones</u>
Copa totalmente libre	1	Recibe luz directa vertical y lateral
Copa libre hacia arriba	2	Recibe luz vertical directa
Copa parcialmente libre arriba	3	Recibe luz vertical parcial
Copa parcialmente cubierta	4	Iluminación oblicua
Copa completamente cubierta	5	No recibe luz directa

En la Figura 5 se muestra de forma gráfica la clasificación de los árboles respecto a la cantidad y forma en que reciben la luz.

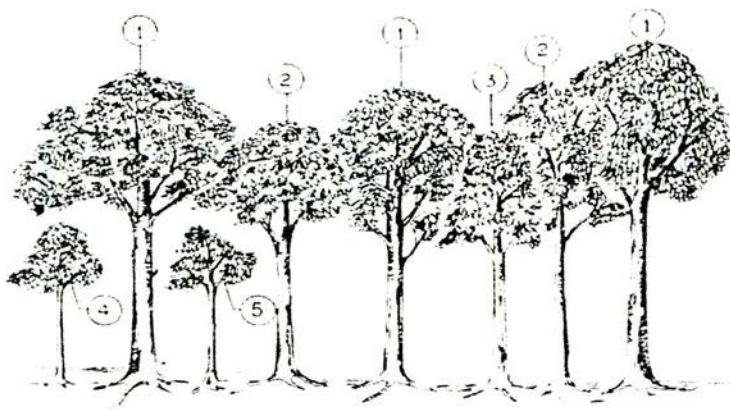


Figura 5. Clasificación de los árboles respecto a la exposición de copa.

Clase de regeneración

Para cuantificar la regeneración se utilizará la metodología propuesta por Vilchez (1998).

En cada una de las parcelas de muestreo se anotarán el número de individuos pertenecientes a las siguientes clases de regeneración:

- Brinzales: individuos que se encuentren entre la aparición de las primeras hojas verdaderas y 1,5 m de altura.
- Latizal: aquellos árboles con una altura de 1,5 m y hasta un diámetro a la altura del pecho no mayor a 9,9 cm.
- Fustales: todos aquellos individuos con un diámetro a la altura del pecho mayor a 9,9 cm.

IV. VARIABLES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE *Podocarpus guatemalensis*

4.1 Modelo arquitectural para la especie

Con base en los individuos evaluados, al final del estudio se desarrolló un modelo arquitectural promedio para el *Podocarpus guatemalensis*, con el que se representa la forma típica de crecimiento de la especie. Lo que permite reconocerla con mayor facilidad, además de que se contribuye con la creación de modelos para las especies del bosque tropical húmedo.

4.2 Posición en la loma

La posición en la loma se refiere a la posición que ocupa un individuo a lo largo de una pendiente seccionada en este caso en cuatro partes.

A cada uno de los individuos con un diámetro mayor a 10 cm a la altura de pecho, se le realizaron mediciones de la posición que ocupan en la loma, determinando así su rango de crecimiento. Esta clasificación se propone con fin de conocer más las variables que intervienen en la distribución del *Podocarpus guatemalensis*.

Para la ubicación de los árboles en la loma se utilizó la siguiente caracterización:

- 25% de la loma: frecuencia de árboles que se encontraron en la parte baja de la loma.
- 50% de la loma: frecuencia de individuos que se encuentran en la parte media baja de la loma.
- 75% de la loma: frecuencia de árboles que se encuentran en la parte media alta de la loma.
- 100% de la loma: frecuencia de árboles que se encuentran en la parte alta de la loma.

En la Figura 6 se muestra en forma detallada la ubicación de los árboles según la loma.

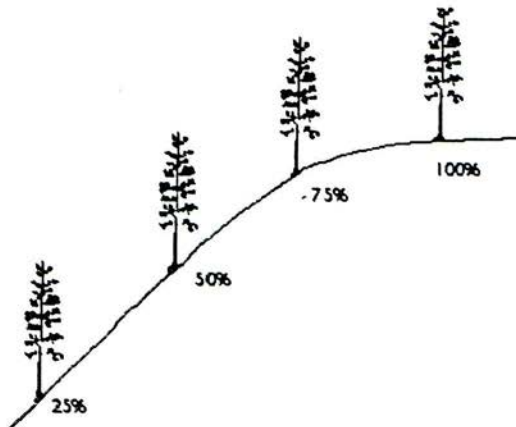


Figura 6. Posición que ocupan los individuos en la loma.

4.3 Suelos

El tipo de suelo es un factor importante que influye directamente en la distribución de las poblaciones, más aun si la especie requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados. Según Jiménez (1998) el *Podocarpus guatemalensis* requiere suelos bien drenados. Por lo tanto se realizó un estudio de las zonas en que se desarrolla la especie con el fin de determinar si aparte de las condiciones de drenaje, existen algunas otras preferencias edáficas de la especie, como la presencia de materia orgánica o humus.

4.4 Estudio fenológico

Un estudio de este tipo es una gran herramienta para determinar el futuro de la especie, por lo que se procedió a marcar los fustales y ubicarlos en un mapa con el propósito de facilitar su futura identificación. Además se tuvo el cuidado de identificar aquellos árboles que tenían frutos.

4.5 Estudio poblacional

El estudio poblacional es una herramienta que permite medir y conocer el estado actual de la población de una determinada especie y en un determinado momento de su desarrollo (espacial). Este estudio consiste en determinar el tamaño real de la población, caracterizar el hábitat en que se desarrolla, así como las limitantes que restringen su distribución. También permite conocer el estado y tamaño de la regeneración.

4.6 Especies asociadas

Las especies asociadas son aquellas que tienen algún vínculo con la especie estudiada. Esto se refiere a que compiten por luz, espacio, nutrimentos, agua, etc.

En muchos casos las especies se caracterizan porque son capaces de compartir su hábitat con ciertos grupos de especies.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Vegetación y relieve de las fincas evaluadas

En términos de composición florística las fincas tienen estructuras muy similares. En cuanto a relieve existen pequeñas variaciones que podrían ser la clave para la presencia del *Podocarpus guatemalensis*. A continuación se describen cada una de ellas.

Unidad de Manejo San Jorge

San Jorge es un bosque que fue intervenido entre 1991 y 1992, por lo que cuenta con muchas áreas que aun están en recuperación.

En este bosque se observa que la estructura vertical está formada por tres estratos principales; superior, medio a inferior. El dosel superior posee un alto número de individuos maduros de gran tamaño, que se encuentra relativamente alejados unos de otros, por lo que se forma un estrato irregular y con muchas aperturas en donde se desarrollan los estratos inferiores. En el estrato intermedio no se observa una fuerte competencia por luz, pero sí producto del tiempo transcurrido se observa una recuperación de los claros producto de la caída de árboles y ramas. En el sotobosque se observan gran cantidad de zonas donde la densidad es aun alta, existiendo una alta competencia por luz y nutrientes.

Esta finca cuenta con una morfología muy variada, con presencia de muchas lomas y pocas zonas llanas, aunque esto no limita que en la mayoría de las áreas bajas aparezcan suamos o pantanos, que delimitan o dividen la finca en pequeñas secciones. Estas lomas cuentan en la mayoría de los casos con pendiente favorables (30%), lo que facilita el drenaje.

En cuanto a la composición florística, el dosel superior se encuentra dominado principalmente por el Almendro (*Dipteryx panamensis*). Esta especie es típica del dosel emergente y es capaz de desarrollar copas y alturas muy grandes, sin embargo en los bosques estudiados no se encontró en su condición típica de emergente. Por otro lado las especies que se desarrollen a su alrededor deben contar con la capacidad de subsistir con condiciones bajas de luz. Es importante destacar que *Podocarpus guatemalensis* no se encontró asociado con esta especie. Además del Almendro, esta finca cuenta con especies como *Minuartia guianensis*, *Qualea paraensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Couma macrocarpa*, *Vochysia ferruginea*, *Aspidosperma spruceanum*, *Genipa americana*, *Colubrina spinosa*, *Dendropanax arboreus*, *Sloanea sp* y *Xylopia sp*.

Los individuos de *Podocarpus guatemalensis* presentes en la finca San Jorge se encontraron asociados con árboles adultos de especies como *Miconia guianensis*, *Elaeoluma glabrescens* y *Calophyllum brasiliense*. En cuanto a los latizales y brinzales hubo una mayor abundancia de especies; además de las antes mencionadas están *Couma macrocarpa*, *Qualea paraensis*, *Vochysia ferruginea*, *Ferdinandusa panamensis*, *Miconia* sp.

No se observó que *Podocarpus guatemalensis* se desarrollara con individuos adultos de las tres primeras especies, debido a que en estado adulto estas desarrollan grandes alturas y copas robustas, lo que dificulta el desarrollo del *Podocarpus*.

Hay una peculiar relación entre las especies que se desarrollan en el sotobosque y las que llegan a compartir el dosel superior con *Podocarpus*, debido a que si bien se ha observado cantidad de regeneración por ejemplo de *Couma macrocarpa* que se establece bajo este, no se ha observado que en el dosel superior ocurra tal asociación. Esta situación se cumple tanto para *Vochysia ferruginea* como para *Qualea paraensis*.

Unidad de Manejo Los Gansos

En esta finca se diferencian dos condiciones: una de bosque secundario y otra de bosque primario. Con relación a la estructura vertical se ha observado que el bosque primario no cuenta con árboles muy grandes, a diferencia de los bosques de San Jorge y Laguna. La finca cuenta con una morfología muy quebrada, con lomas de fuerte pendiente y poca presencia de suamos, que constituyen una buena condición de drenaje óptima para el desarrollo de *Podocarpus*.

En cuanto a la composición florística en este bosque, a diferencia de San Jorge, no cuenta con una especie de gran tamaño que domine el dosel superior. Por el contrario, la distribución de copas se presenta de una manera más regular.

Esta situación desarrolla condiciones en las que la competencia por luz no es tan fuerte como en la finca San Jorge. Además cuenta con especies como *Vatairea lundellii*, *Miconia* sp, *Ferdinandusa panamensis*, *Posoqueria* sp, *Symphonia globulifera*, *Conostegia* sp, *Cupania* sp, *Calophyllum brasiliense*, *Couma macrocarpa*, *Naucleopsis naga*, *Inga* sp, *Qualea paraensis*, *Xylopia* sp, *Henriettea* sp, *Vochysia ferruginea*, *Aspidosperma spruceanum*, *Pouteria* sp, *Pachira aquatica* y *Terminalia amazonia*.

Al igual que en la finca San Jorge, *Podocarpus guatemalensis* se asocia en el dosel superior con

especies como *Calophyllum brasiliense* y *Elaeoloma glabrescens*. En menor grado se ha observado la asociación con *Dialium guianensis* y *Pouteria* sp. En cuanto a regeneración se observó la presencia de *Couma*, *Qualea*, *Licania*, *Vochysia*, *Pachira* y *Pentacletra*.

Unidad de Manejo Hogar de Ancianos

La finca Hogar de Ancianos cuenta con un bosque intervenido, sin embargo esta no debe considerarse como la causa principal de que presente una abundancia baja para *Podocarpus guatemalensis*. Debido a que inclusive antes del aprovechamiento la finca contaba con una bajo número de individuos (Quesada, 1997).

Esta finca cuenta con una morfología bastante regular, con pequeñas lomas de poca pendiente. Quizá esta situación podría ser la causa de que la presencia de *Podocarpus guatemalensis* sea tan reducida (Figura 7). Si bien la finca cuenta con pocos suamos, es posible que la humedad del subsuelo sea alta producto de la escasa escorrentía; lo que ocasiona que *Podocarpus* no pueda desarrollarse en la mayoría de las áreas. Es importante mencionar que los pocos individuos encontrados se desarrollaban en las lomas.

En cuanto a la composición florística esta finca cuenta con especies como *Licania hypoleuca*, *Ferdinandusa panamensis*, *Couma macrocarpa*, *Colubrina spinosa*, *Minuartia guianensis*, *Qualea paraensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Vochysia ferruginea*, *Aspidosperma spruceanum*, *Genipa americana*, *Pouteria* sp y *Xylopia* sp.

Unidad de Manejo Laguna

La finca Laguna cuenta con un bosque primario sin intervenir, con un alto número de árboles adultos que forman un dosel superior bastante homogéneo. A diferencia de los otros bosques, ésta cuenta con un relieve suave bastante plano, con pendientes poco pronunciadas y malas condiciones de drenaje, lo que facilita en gran medida la formación de suamos. El dosel superior se encuentra dominado por especies como *Dipteryx panamensis*, *Carapa guianensis*, *Vantanea barbourii*, *Vatairea lundellii* y *Vochysia ferrugine*. Todas estas especies desarrollan alturas y copas grandes, por lo que el paso de luz hacia estratos inferiores es reducido. El sotobosque es ralo y dominado por especies tolerantes a la sombra.

Se observa que producto del denso dosel con que cuenta esta finca, el paso de luz a estratos inferiores es muy reducido, siendo evidente un sotobosque ralo y con un bajo número de indivi-

duos. En dichas condiciones la regeneración de *Podocarpus guatemalensis* puede establecerse, pero los individuos adultos requieren condiciones de al menos luz plena vertical para subsistir. Debido a la poca posibilidad de abrirse un espacio en el dosel superior y las malas condiciones de drenaje con que cuenta la finca, la presencia de *Podocarpus* es nula en esta finca.

5.2 Abundancia de *Podocarpus guatemalensis* según bosques evaluados

En la Figura 7 se muestra la abundancia de *Podocarpus guatemalensis* en cada una de las fincas evaluadas.

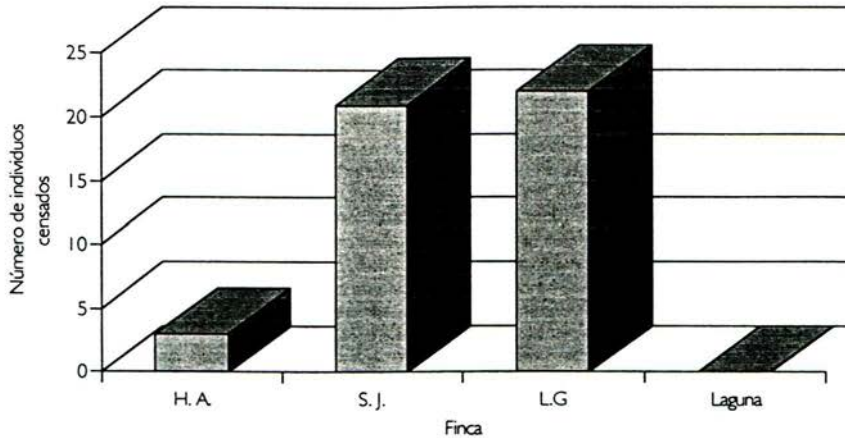


Figura 7. Número de individuos censados (dap 10cm) por finca, en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.

Por las condiciones antes expuestas, se puede observar como existe una clara diferencia entre las fincas de San Jorge y Los Gansos con respecto a la de Hogar de Ancianos, además de las tres fincas la que cuenta con más individuos de *Podocarpus guatemalensis* es Los Gansos con 22.

5.3 Censo y distribución diamétrica

En el censo realizado en las cuatro fincas se obtuvo un total de 46 árboles mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho. Los resultados se pueden observar en la Figura 8.

De los 46 árboles censados se puede observar en la Figura 8 como la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase de 65-75 cm (10 individuos). Si se analiza esta distribución de la población, se observa un comportamiento atípico, debido a que la curva de distribución no se ajusta a la de "J" invertida, normal para una población (Lampercht 1990, Howard y Valerio 1992).

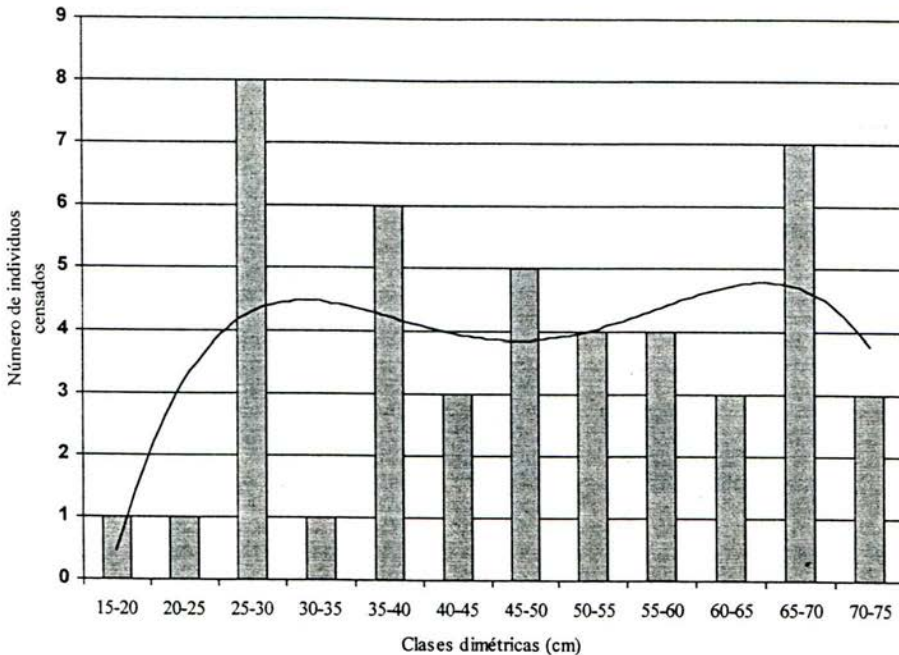


Figura 8. Distribución diamétrica para los árboles censados de *Podocarpus guatemalensis*, en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.

En términos generales se espera que la curva de distribución de las poblaciones sea de "J" invertida, o sea que cuenten con un alto número de individuos en las clases diamétricas inferiores y una disminución paulatina de la abundancia hasta llegar a las clases diamétricas superiores.

Esta condición asegura en cierta medida la permanencia de las especies en el ambiente, debido a que cuentan con suficientes individuos en las clases diamétricas inferiores que puedan reemplazar en un futuro a los árboles de las clases diamétricas superiores. Al contrario del comportamiento esperado, la población de *Podocarpus guatemalensis* cuenta con la mayor cantidad de individuos en las clases intermedias y superiores.

El hecho de que esta especie cuente con tal distribución puede deberse a:

- Producto de los aprovechamientos los brinzales y latizales fueron perjudicados o inclusive eliminados; tal situación propicia que la abundancia de individuos que pase a ser fustal sea sumamente reducida, evidente en la categoría diamétrica 15-20 que solo cuenta con un individuo.
- Producto de la baja abundancia y de las zonas de fuerte pendiente en que se desarrolla la especie, los fustales no han sido aprovechados. Este hecho justifica en cierta medida el mayor número de individuos en las clases diamétricas superiores.
- Como resultado de la sobrexplotación, el tamaño de población efectivo ha disminuido y la distancia de contacto de apareamiento ha aumentado, lo cual a afectado la tasa efectiva de fertilización y reproducción en los últimos años.

Si bien la especie cuenta con un alto número de individuos tanto en regeneración (167 brinzales) como en clases diamétricas superiores, existe una fuerte y seria deficiencia de individuos en latizales y fustales pequeños, entre 10-20 cm.

Una posible estrategia de la especie es no contar con un número alto de individuos en clases diamétricas inferiores (menores a 25 cm). Esta situación podría deberse a que el periodo en que se sustituye un individuo por otro en una clase diamétrica es muy largo. Sin embargo la especie asegura su permanencia en el ambiente con la presencia de un alto número de individuos en la clase diamétrica 25-30 cm, lo que garantiza árboles reproductores en un futuro.

Estas situaciones pueden ser estrategias de perpetuidad de la especie, pero de ser así es difícil prever como se va a mantener en el ambiente cuando los individuos de clases inferiores sean los dominantes. Por otro lado la baja abundancia de individuos en clases inferiores podría ser causa de que a la hora del establecimiento de la regeneración las condiciones del ambiente no fueran las adecuadas para la subsistencia de los individuos de dicha clase o que la producción de semilla en dicho periodo fue reducida.

Otra causa posible de la baja abundancia es la pérdida de zonas de crecimiento aptas para la especie. Pero sean cuales fueran las razones no permiten predecir como en un futuro se va a asegurar la subsistencia del *Podocarpus guatemalensis*, debido a que no van a existir suficientes árboles maduros que puedan procrear.

Otro problema serio que enfrenta la especie es el reducido número de latizales encontrados, esta situación sugiere que la especie tiene un crecimiento muy lento.

Por otro lado una alternativa de subsistencia que presenta la especie en este momento, es tratar de establecer la mayor cantidad de regeneración posible producto de la semilla generada por los árboles sexualmente activos en los próximos años.

En la Figura 9 se puede observar a modo de comparación el comportamiento o distribución poblacional de tres especies del bosque tropical húmedo presentes en los bosques censados.

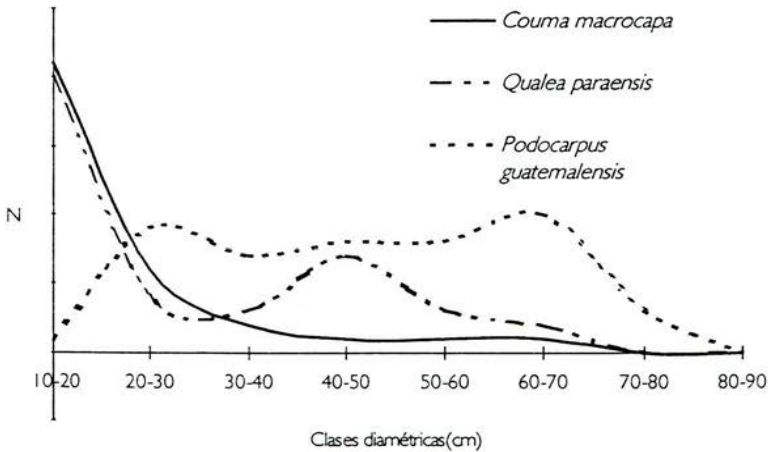


Figura 9. Distribución poblacional para tres especies del bosque húmedo tropical.

Se observa como *Couma macrocarpa* presenta la curva clásica de distribución poblacional o de "J" invertida, mientras que *Qualea paraensis* cuenta con un aumento de la abundancia entre 30-50 cm, formando una curva con apariencia de pequeña campana. Esta situación puede ser producto de que la especie es aprovechada comercialmente, por lo que la corta de individuos adultos (mayores a 60 cm de diámetro) dio paso a que los individuos de clases inferiores crecieran, y aumentara el número de individuos usual que podía sobrevivir en estas clases gracias a la mayor disponibilidad de luz y nutrientes.

En el caso de *Podocarpus guatemalensis* la distribución, presenta una pobre abundancia en las clases diamétricas inferiores y dos picos de abundancia en la clase intermedia y superior. Tal situación asegura en cierta medida la permanencia de la especie en los próximos años, pero cuando las clases inferiores sean las que dominen, el número de individuos que se establecerán será muy reducido producto de la menor disponibilidad de semilla producida.

Este hecho prevé la formación de un ciclo, donde en un futuro cuando los individuos actualmente en clases diamétricas inferiores sean los dominantes, la producción de semilla será muy precaria, originando tal y como ocurre en la actualidad, el establecimiento de un número muy reducido de individuos en clases diamétricas inferiores.

5.4 Estado fitosanitario

En cuanto al estado fitosanitario de los individuos censados se determinó que la mayoría se encontraban en buenas condiciones. El 65,2% no presentaban ninguna clase de daño, lo que asegura su permanencia en el ambiente sin mayor problema. Por otro lado 28,3% de los individuos contaban con algún tipo de daño que no atenta contra su supervivencia, pero que podría afectar su fisiología reproductiva además de causar otros problemas de desarrollo.

Solo un 6,5% de los árboles censados se encontraban con serios problemas fitosanitarios. En algunos de los individuos se observó grandes orificios en la base del fuste; lo que contribuye en gran medida a la entrada de hongos, termitas y otros patógenos. También se observaron exudados, lo que supone presencia de infecciones bacterianas. Estas situaciones atentan directamente contra su supervivencia, además se observó que estos individuos no cuentan con ninguna regeneración.

En la Figura 10 se observa el estado fitosanitario de los árboles censados.

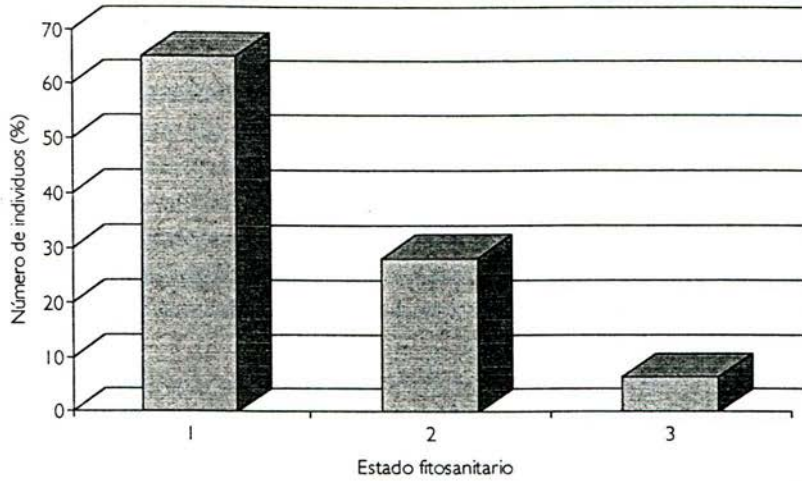


Figura 10. Condición fitosanitaria de los individuos de *Podocarpus guatemalensis* censados en la zona de Boca Tapada de Pital, Región Huetar Norte.

5.5 Forma de copa

De los individuos evaluados se obtuvo que 65,2% cuentan con copas buenas, lo que les facilita la absorción de luz y por ende un mejor desarrollo. Un 26,1% de los individuos cuentan con copas perfectas. Los individuos con copas 3 y 5 representan 6,5 y 2,2 % respectivamente. Esto quiere decir que la mayoría de los individuos se encuentran en muy buena posición dentro del bosque, facilitando su competencia con respecto a otras especies en el bosque.

Pocas veces se toma en cuenta la forma de copa con respecto a la capacidad que tiene un individuo de producir determinada cantidad de semilla y por ende establecer mayor o menor cantidad de regeneración. A continuación se describen los resultados obtenidos de la evaluación de dicha variable en el *Podocarpus guatemalensis*.

En la Figura 11 se observa la relación entre la forma de la copa y el establecimiento de la regeneración.

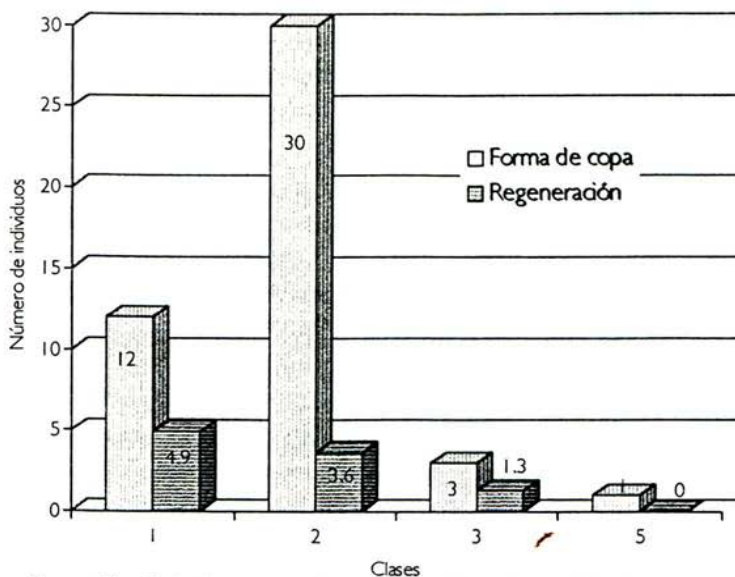


Figura 11. Relación entre la forma de la copa y el promedio de regeneración por árbol, de *Podocarpus guatemalensis* en la región de Boca Tapada de Pital.

En cuanto al establecimiento de regeneración, aquellos árboles que cuenten con copas perfectas van a tener mayor posibilidad de establecer más individuos, debido a que cuentan con mayor superficie foliar y por ende mayor producción de semilla. En la Figura 11 se puede observar que los árboles con copa perfecta, son capaces de establecer en promedio 4,9 individuos, mientras que los que cuentan con copa buena (tipo 2) establecen en promedio 3,6 individuos.

En cuanto a perpetuación de la especie sería óptimo contar con especímenes con copas tipo 1 y 2, y en menor grado con individuos 3 y 5 (4 eventualmente). Los individuos con forma de copa pobre (5) causa serios problemas de establecimiento de regeneración, ya que ninguno de ellos ha registrado regeneración.

Si bien se puede considerar de que no existe una diferencia significativa ($\chi^2 = 4.489$, 2 gl, 95%) entre el número de individuos establecidos según la forma de la copa, es necesario resaltar el hecho de que aquellos individuos que cuenten con formas de copa 1 y 2 (perfecta y buena), van a tener mayor posibilidad de establecer regeneración que aquellos con copas más reducidas (forma 3,4,5).

5.6 Exposición de copa

La exposición de copa manifiesta cuanta luz está recibiendo un individuo dentro del bosque, mientras que la forma de la copa indica que aquellos individuos con buena forma de copa son más vigorosos y presenta un mejor desarrollo (Jiménez 1999).

La posición vertical que ocupe un árbol es esencial en su desarrollo. Si bien existen especies capaces de subsistir toda su vida a la sombra, hay otras que requieren de luz en todos sus estados de desarrollo. También existen aquellas que se desarrollan inicialmente a la sombra y que en estados posteriores de desarrollo requieren de altas intensidades lumínicas.

Se puede afirmar que *Podocarpus guatemalensis* es una especie de carácter esciófito cuando joven y heliófito cuando adulto. Porque además de contar con la mayoría de los individuos adultos en posiciones dominantes y codominantes, la categoría de latizales y fustales entre 10-15 cm es sumamente reducida, a pesar de contar con una buena abundancia de brinzales. Esto sugiere un largo periodo en el paso de clases diamétricas, debido a un posible crecimiento lento.

En la Figura 12 se observa la relación entre el diámetro del árbol (edad) y la exposición de copa. Es fácil observar como a medida que aumenta el diámetro se da un paso de clase en la ubicación dentro de la estructura vertical del bosque, en busca de mejores condiciones de luz.

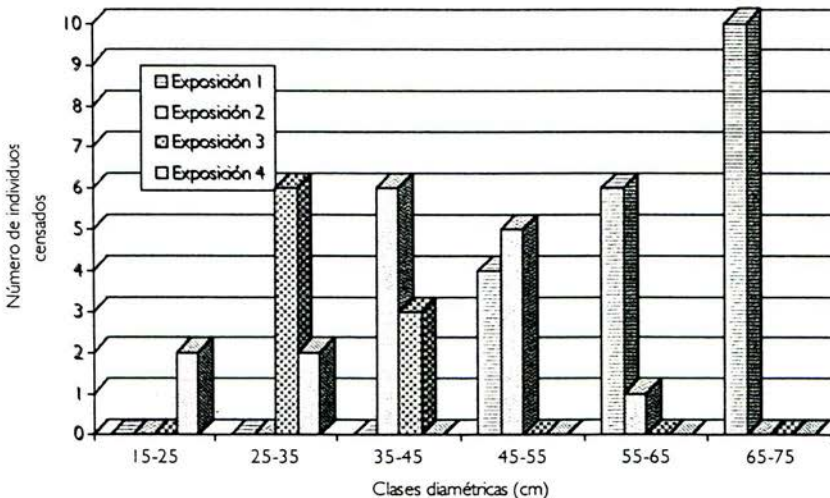


Figura 12. Distribución de la población censada (dap mayor a 10 cm) de los individuos de *Podocarpus guatemalensis* según su exposición de copa, en la población natural de Boca Tapada de Pital.

Los árboles entre 15-25 cm tan solo reciben luz lateral, la que les es suficiente para su desarrollo; a medida que crecen (25-30 cm), los requerimientos lumínicos aumentan provocando que los individuos vayan en busca de una exposición más dominante donde reciben luz vertical en forma limitada (exposición 3) y plena (exposición 2). En las clases de 35- 65 cm se observa como ya existe un claro paso de árboles intermedios a dominantes y codominantes, es posible que algunos de estos individuos queden rezagados es esta última condición. En la categoría de 65-75 cm es notable como la totalidad de los individuos ocupan una posición dominante, en este momento requerimientos lumínicos de cada uno de los individuos son altos por lo que su única alternativa es ocupar las mejores posiciones en la distribución vertical del bosque.

Es importante conocer si existe alguna relación entre la posición en la estructura vertical del bosque que ocupan los individuos y su capacidad de establecer regeneración.

En el Cuadro 4 se observa la relación que existe entre la exposición de copa y el establecimiento de regeneración.

Cuadro 4. Establecimiento de regeneración según la exposición de copa.

<u>Exposición de Copa</u>	<u>Regeneración establecida*</u>
1	3
2	4
3	6
4	2

*Se refiere al promedio de individuos establecidos por cada clase de exposición de copa.

En cuanto al establecimiento de regeneración se observa en el Cuadro 4 que existe una tendencia de mayor regeneración en las exposiciones de copa 2 y 3, aunque no es de manera evidente. La exposición de copa, que más regeneración establecida en promedio registró no fue la 1 como se hubiese esperado, si no más bien la exposición 3 que en promedio registró 6 individuos.

Aunque el número de regeneración establecida es mayor para la exposición de copa 3, no se encontraron diferencias significativas ($X^2 = 2.33$, 2 g.l., 95%). Por lo que dicha situación se debe meramente al azar y no a la capacidad de establecimiento de regeneración.

Por otro lado los árboles posición 4 pueden presentar situaciones distintas, por un lado puede ser que no hallan alcanzado su mayor capacidad de reproducción o que la posición sociológica en que se encuentren afecta su capacidad de fertilización. La única manera de comprobar si lo dicho anteriormente es cierto, es por medio de un futuro estudio fenológico.

5.7 Proyección de copa

Este factor permite conocer la influencia que tiene la especie sobre el establecimiento y desarrollo de otras a su alrededor, además de su relación con la distribución de su misma regeneración en el bosque.

Se ha observado que con el desarrollo de copas grandes, como el caso del *Dipteryx panamensis*, el establecimiento de la regeneración de muchas especies tolerantes a la sombra no es difícil, pero a medida que estas especies se desarrollan adquieren serios problemas por carencia de luz. Es importante mencionar que muchas de las especies que a edades tempranas son capaces de desarrollarse a la sombra, en edades posteriores requieren de altas intensidades lumínicas. En términos cuantitativos a medida que los árboles crecen requieren de más luz.

En la Figura 13 se observa en forma gráfica lo antes mencionado. La relación diámetro del árbol con el área de influencia de la copa permite suponer las necesidades lumínicas, además de una comparación con otras dos especies que crecen en la zona.

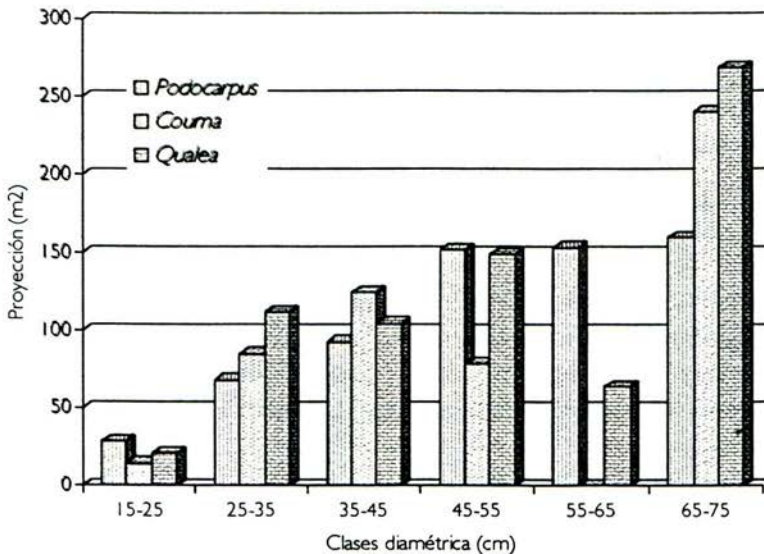


Figura 13. Proyección de copa según clase diamétrica, para tres especies del bosque húmedo tropical, Boca tapada, Pital, Zona Norte.

Se observa como para *Podocarpus guatemalensis* a medida que crece aumenta así su área de copa de forma regular, no así para los individuos de *Courma* y *Qualea*. Se nota que entre 15-45 cm de diámetro el aumento del área de copa es paulatino, mientras que entre 45-75 cm el área de copa se mantiene similar para la mayoría de los individuos.

La clase diamétrica de 65-75 cm es la que cuenta con la mayor área de copa (160 m²), pero en términos generales no se puede comparar con el área de copa de especies como *Qualea* o *Couma* que alcanzan áreas de copa de hasta 268 y 240 m² respectivamente (Quesada 1997). Es por esta situación que *Podocarpus guatemalensis* ha logrado asociarse mejor con especies como *Elaeoluma glabrescens*, *Calophyllum brasiliense*, *Xylopia*; que si bien pueden desarrollar copas de mayor tamaño no son tan grandes y densas como las de un *Vochysia*, *Qualea* o *Couma*.

5.8 Regeneración y dispersión

De los 46 árboles censados, solo 27 contaban con regeneración, en total se cuantificaron 167 brinzales en los bosques estudiados. Estudios realizados por Vilchez (1998), demuestran que si comparamos el *Podocarpus guatemalensis* con el *Peltogyne purpurea*, la cantidad de regeneración con que cuenta la primera es mucho menor que la segunda. Se encontró que en 11 árboles de *Peltogyne purpurea* la abundancia de regeneración fue de 340 individuos, más del doble que en *Podocarpus guatemalensis*.

En promedio *Peltogyne* cuenta con 31 individuos regenerando alrededor de los árboles semilleros (Vilchez 1998), mientras que el *Podocarpus* apenas cuenta con 6. Se puede considerar esta limitante como un factor más de la especie para competir en el ecosistema y mantenerse en los diferentes estadios de regeneración.

Es importante destacar que la regeneración tiene la ventaja comparativa de hecho de que presenta poca depredación y crece en condiciones lumínicas y edáficas precarias, siempre y cuando cuente con buen drenaje.

De los 27 árboles muestreados para determinar la regeneración, se obtuvo que en promedio existen 197 brinzales por hectárea, como mínimo 7 y como máximo 966, con una desviación estándar de 239 individuos. Esta situación sugiere que existe una diferencia grande entre la capacidad de regeneración de cada uno de los individuos.

Aunque no se conoce cuantos de estos 197 ind/ha lleguen a estado adulto es preocupante saber que parten de un número tan bajo. Es importante aclarar que de toda la regeneración medida solo se encontraron 3 latizales. Esto quiere decir que el paso de categoría de brinzal a latizal es bastante limitado y aun más reducido debe ser el paso de latizal a fustal.

En los trópicos el reclutamiento de los árboles depende de características ambientales propias del micrositio. La supervivencia de las semillas y plántulas depende mucho de sus atributos fisiológicos, enfermedades, depredación, capacidad de establecimiento de las plántulas según sean las condiciones de micrositio (Vilchez 1998).

Clark y Clark (1987), encontraron que bajo el dosel, en los estratos inferiores permanecen individuos fisiológicamente vivos, pero que después de un tiempo pierden la capacidad de crecer y se convierten en seres ecológicamente muertos. El hecho de que exista un número tan reducido de latizales (3) con relación a los brinzales (167), podría deberse a que estos últimos se encuentran en la condición de ecológicamente muertos o también que su crecimiento es realmente lento.

En cuanto a la dispersión de la semilla, Jiménez (1998) afirma que se realiza por medio de la gravedad. Para que esto sea así el patrón de distribución de la regeneración no debe ser muy diferente del diámetro de copa.

Respecto a la distribución de la regeneración se observó que en algunos casos habían brinzales establecidos hasta 36 m del árbol madre, lo cual supera en 15 m el diámetro de copa máximo registrado para los individuos censados. Si bien la mayoría de la regeneración (95%) se concentra bajo la copa, lo que afirma que la dispersión de la semilla se realiza principalmente por gravedad; hay un 5% de los individuos que se establecen lejos de ella, situación que sugiere la existencia de otros factores (no tan relevantes) aparte de la gravedad que intervienen en la distribución de la semilla, como sería el caso del viento, animales o eventualmente el agua.

En cuanto a la distribución se observó que la máxima distancia en que se establece la regeneración es 36 m del árbol madre. A partir de esa distancia y a medida que disminuye hasta llegar al árbol madre se da un aumento paulatino del número de individuos, alcanzando el máximo entre 1 y 10 metros. De Steven (1994) encontró que la densidad de las plantas que crecen a la sombra es por lo general alta para especies tolerantes a la sombra, siendo mayor debajo de la copa de los árboles madre y declinando con la distancia. Varios estudios citados por Vilchez (1998), encontraron que la mayor supervivencia de la regeneración ocurre en los primeros 10 m, producto de la interacción entre la curva de densidad de semillas y el aumento en el área. De manera que, a medida que aumenta la circunferencia alrededor del árbol madre disminuye la probabilidad de depredación o herbivorismo (Condit *et al.*, 1992)

Con relación al patrón espacial de la especie se encontró que *Podocarpus guatemalensis* se distribuye en agregados. Matteucci y Colma (1982), atribuyen la agregación a causas como:

- Variación en las condiciones del hábitat.
- Método de dispersión de la especie.
- Modificaciones en las condiciones de ecotopo (hábitat + nicho) por otros individuos de la misma especie o de otra especie.

Estos autores también encontraron que a menudo una población de una comunidad madura presenta un patrón agregado, tal y como ocurre con *Podocarpus guatemalensis*.

En las Figuras 14a y 14b , se observa claramente la distribución en agregados que tiene la especie, además de la ubicación de los árboles censados y su respectiva regeneración.

En la Figura 15, se observa el área de influencia de la copa.

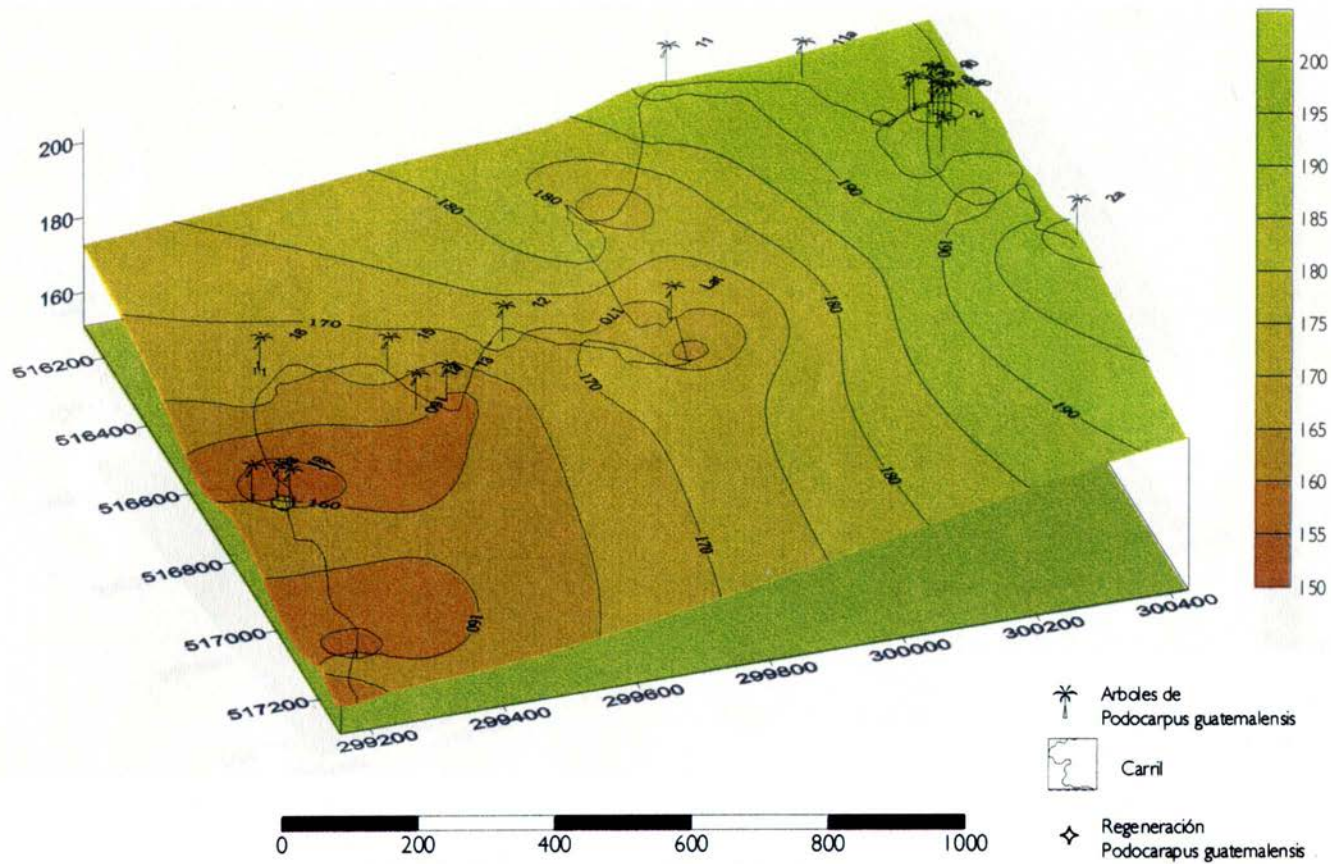


Figura 14a. Mapa de la distribución de los árboles censados de *Podocarpus guatemalensis* en la finca San Jorge, San Carlos, Costa Rica.

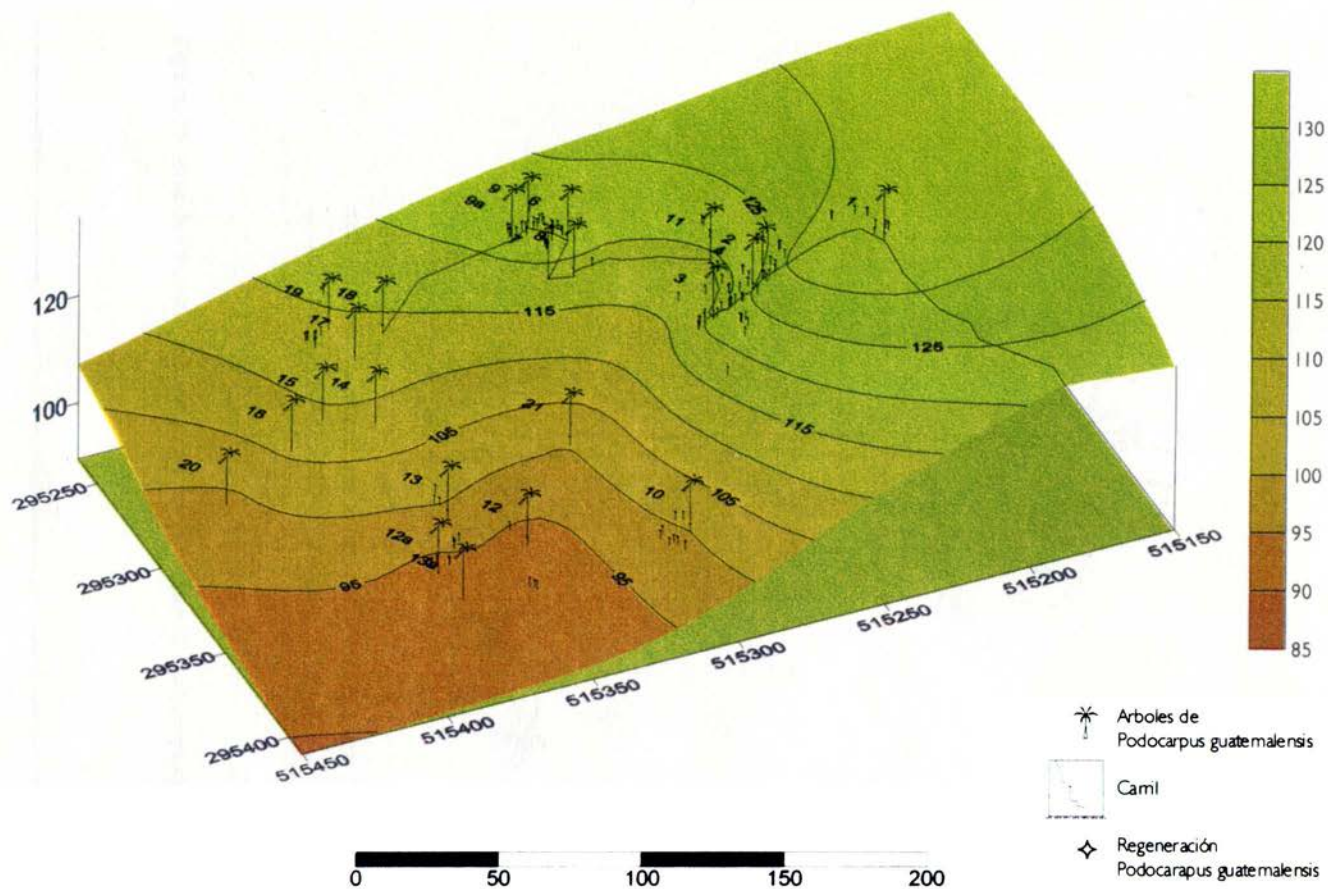


Figura 14b. Mapa de la distribución de los árboles censados de *Podocarpus guatemalensis* en la finca Los Gansos, San Carlos. Costa Rica.

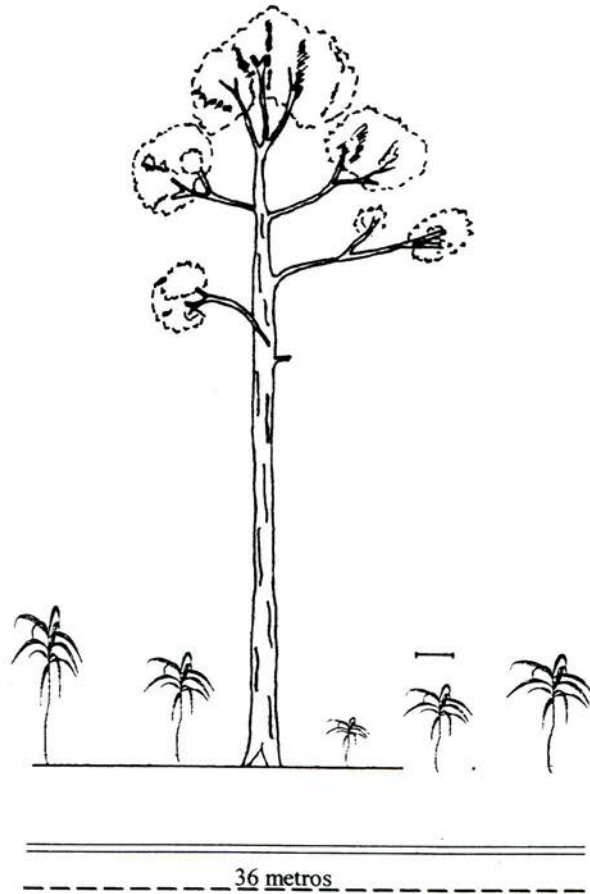


Figura 15. Area de influencia de la copa para los individuos de *Podocarpus guatemalensis*

5.9 Ubicación topográfica en la loma

En cuanto a la ubicación que tienen los árboles a lo largo de la loma, se observó que *Podocarpus guatemalensis* prefiere áreas bien drenadas.

En la Figura 16 se observa el patrón de distribución de la especie según se ubicación en la loma.

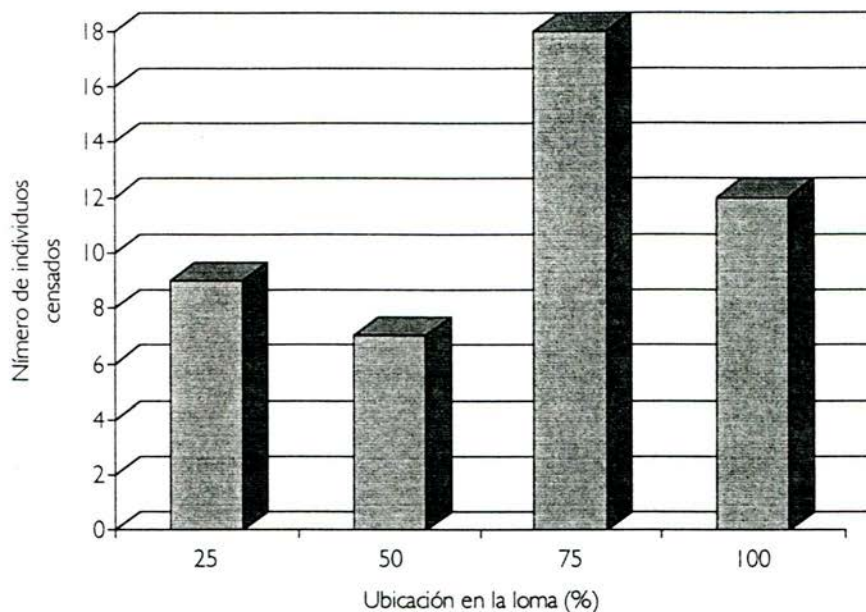


Figura 16. Ubicación de los árboles censados según la posición topográfica que ocupan en la loma.

Se observa como en el 75% de la loma se encuentran la mayor cantidad de individuos, seguido por el 100% de la loma. En el 50 y 25 % si bien hay presencia de la especie, el número es más reducido, además en muchos casos estos individuos se encuentran en lugares con pendientes moderadas, lo que beneficia el drenaje. Este tipo de distribución permite predecir el comportamiento de la especie, en cuanto a su ubicación. Hay una mayor probabilidad de encontrar un árbol en las partes altas de la loma que en las partes bajas.

5.10 Pendiente

En cuanto a la pendiente se determinó que *Podocarpus guatemalensis* se desarrolla en zonas con pendientes de moderadas a levemente fuertes, preferiblemente menores a 40% (Figura 17). La principal limitante para la especie es la presencia de áreas mal drenadas, por lo que perfectamente se puede desarrollar en lugares planos ya sea en la base de la loma o en la parte superior, siempre y cuando estén bien drenadas.

Por otro lado en cuanto a la estabilidad del fuste con relación a las fuertes pendientes, no se observaron problemas serios de inclinación o caída a causa de desarraigo.

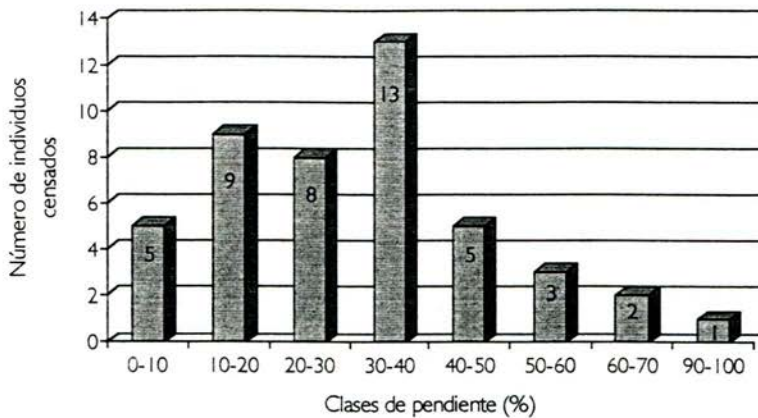


Figura 17. Condiciones de pendiente en la que se desarrolla *Podocarpus guatemalensis*.

Se observa como claramente la especie prefiere pendientes entre 30-40%, esto debido a que dichas condiciones aseguran una adecuada escorrentía. En cuanto a pendientes moderadas a levemente fuertes entre 0-30%, se observa un número considerable de individuos que prefieren tal condición. Esta situación ocurre producto de un adecuado drenaje, ya sea por escorrentía o por una adecuada asimilación del agua por parte del suelo.

En cuanto a los árboles presentes en pendientes mayores a 40%, se nota un fuerte descenso de la abundancia. Tal situación podría estar relacionada que a tan altas pendientes se genera inestabilidad en el fuste o que las raíces no son capaces de soportar el esfuerzo de sujetar el fuste producto de la acción del viento.

5.11 *Mecanismos de perpetuación de la especie*

Por otro lado la especie prefiere ubicarse en sitios bien drenados y con pendientes preferiblemente de 40%. Esta situación le beneficia en el hecho de que los parches de bosque que aun quedan en la zona se caracterizan por contar con fuertes pendientes o en su defecto de áreas de suamos, manteniendo en cierta medida áreas relativamente estables para su reproducción.

Podocarpus guatemalensis, no tiene altas exigencias en cuanto a fertilidad del suelo. Es decir, es capaz de desarrollarse en suelos pobres pero bien drenados. Como otra medida optada por la especie para asegurar su supervivencia, ha sido la distribución en agregados, es decir, se ubican en pequeños grupos. La cercanía existente entre aquellos individuos sexualmente activos facilita su cruce y fecundación, además de que permite crear microclimas adecuados para el establecimiento de su regeneración.

La distribución en agregados puede ser un arma de doble filo, debido a que trae consigo implicaciones genéticas importantes, como una mayor consanguinidad, manifestación de genes letales, etc.

Otra estrategia de la especie, es que al parecer su polinización se realiza principalmente por medio del viento, lo que facilita la comunicación de los individuos cercanos y en cierta medida la comunicación entre aquellos relativamente alejados.

5.12 *Situaciones que propician la extinción*

Se ha observado que *Podocarpus guatemalensis* presenta una distribución en agregados, o sea pequeños grupos fuertemente vinculados. Este tipo de distribución trae ciertas ventajas, como es la disminución de la incidencia de depredadores. Debido a que la ocupación espacial de los individuos se limita a pequeños grupos más difíciles de detectar debido a su baja frecuencia.

Pero, por otro lado esta característica le atribuye también cierta desventaja, como el aislamiento de otros pequeños grupos, que aunado a la fragmentación del bosque producto de la expansión de la frontera agrícola y urbana y más recientemente debido al "manejo forestal", ocasiona que el flujo genético (entre poblaciones) de la especie sea muy reducida.

Namkoong *et al* (1996), citado por Jiménez (1999), indicaron que producto de las prácticas de manejo forestal se pueden tener cambios en la variación genética, lo que influye en los procesos básicos de evolución como:

- Deriva genética producto de cambios no direccionales en las frecuencias genotípicas de las poblaciones reducidas.
- Selección, por la supervivencia y reproducción de los genotipos favorecidos o viables.
- Migración, por el intercambio de genes entre poblaciones con distintas frecuencias genotípicas.
- Apareamiento, por la intervención en la recombinación de genes entre generaciones.

Producto de la corta de especies y la fragmentación del bosque las variables antes mencionadas se ven seriamente afectadas.

Por otro lado en muchos casos la veda de las especies no soluciona su problema de aprovechamiento, pues puede darse el caso de que sean aprovechadas con otros nombres comunes.

Podocarpus guatemalensis en su condición de veda, no se ve afectado directamente por el aprovechamiento o tala selectiva, pero sí por la fragmentación de bosque, tala ilegal y la distancia entre grupos. Esta situación trae como consecuencia que la permanencia de la especie en el ambiente esté en peligro, producto del cruce entre parientes, lo que aumenta la manifestación de genes recesivos que por lo general son letales o muy perjudiciales.

En cuanto a polinización, se supone que el viento es el principal agente debido a que no se observó ningún polinizador, aunque el presente trabajo no se abocaba a tales observaciones. Suponiendo que el viento sea el principal polinizador, podría ser una ventaja debido a que no dependen de insectos o animales para su polinización; también se convierte en una desventaja debido a que la distancia entre poblaciones es muy larga y además de que existen barreras naturales, campos agrícolas, pueblos y plantaciones forestales.

Jiménez (1998) define ciertos parámetros para elegir el grado de amenaza de las especies:

- Disminución del hábitat.
- Abundancia.
- Capacidad de regeneración natural.
- Explotación actual.
- Estado de protección.
- Endemismo
- Tamaño efectivo de la población.
- Especies dioicas o monoicas.
- Polinización.
- Dispersión.

A pesar de que *Podocarpus guatemalensis* fue integrada a la lista de especies en veda, tal situación no asegura que la especie tenga garantizada su recuperación, porque hay algunos de los factores antes citados que no dependen solo de la condición de veda.

En los últimos años, a pesar de que la tala del bosque ha sido controlada hasta cierto punto por medio de la legislación. El manejo forestal con la construcción de caminos para la extracción de madera ha dado pie a malas prácticas agrícolas, a la entrada de la población en el bosque (precaristas y mineros), la actividad maderera pirata, etc., ocasionado la reducción y eliminación de gran parte del bosque, supuestamente manejado y en recuperación.

Podocarpus guatemalensis es una especie que cuenta con una alta abundancia en algunos de los bosques estudiados. Por ejemplo en la finca de San Jorge la especie cuenta con 0,6 ind./ha (dap mayor a 10 cm), lo que sería un criterio de corta (según Jiménez 1998, 0.3 árboles/ha, es el límite para un eventual aprovechamiento) si la especie no estuviese vedada. Esta situación induce a un error muy claro, y es el hecho de que para este caso tal criterio no aplica debido a que junto con Península de Osa, el Parque Nacional Rincón de la Vieja y las lomas de Zona Norte son las únicas áreas con presencia de la especie.

Se ha observado que la especie cuenta con capacidad de regenerarse naturalmente, debido a que cuenta con una producción aceptable de semillas al igual que de brinzales. Es importante destacar que la abundancia de latizales es reducida. Por otro lado en cuanto a dispersión de semilla la especie se encuentra limitada a la gravedad y solo son viables aquellas semillas que se establezcan a la sombra y cuenten con buenas condiciones de drenaje, lo que reduce considerablemente las áreas para regenerarse.

El manejo forestal también perjudica seriamente aquellas especies que solo se pueden regenerar a la sombra debido a que las aperturas en el dosel favorecen principalmente a las especies pioneras. Estas especies se caracterizadas por tolerar altas intensidades lumínicas, contar con mayores tasas de crecimiento y de producción de semillas, lo que les asegura, a pesar de contar con gran cantidad de depredadores, la supervivencia de un número significativo de individuos, el cual por lo general es mayor que el establecido por las especies tolerantes a la sombra.

En cuanto a protección *Podocarpus guatemalensis* solo se encuentra realmente protegida en el Parque Rincón de la Vieja (Jiménez 1999), donde desafortunadamente no cuenta con la mayor abundancia. Tal situación prevé que en zonas como Península de Osa y Zona Norte, donde la

explotación maderera es muy alta, la fragmentación del bosque y la reducción de los hábitats traerán como consecuencia que la especie no sea capaz de sobrevivir a mediano plazo.

El endemismo es una razón muy fuerte para considerar la veda de una especie, debido a que si desaparece de su lugar de origen, desaparece del mundo. Si bien *Podocarpus guatemalensis* no es endémico de Costa Rica, la eventual desaparición de la especie en el país contribuye con la reducción genética general de la población.

Podocarpus guatemalensis cuenta con una población reducida. Jiménez (1998) menciona que las poblaciones pequeñas, entre 50-100 individuos, presentan un alto riesgo de erosión genética. Es decir, que al existir pocos individuos para reproducirse aumenta rápidamente y en forma exponencial los niveles de consanguinidad, claramente esta especie se encuentra en tal condición puesto que solo se encontraron un total de 46 individuos por arriba de los 10 cm de diámetro en las áreas estudiadas, por lo que la población efectiva, es decir la que es capaz de reproducirse es aún mucho menor.

Los mecanismos de polinización de una especie son los que muchas veces determinan su supervivencia, debido a que de estos depende la producción de semillas y el intercambio genético. Jiménez (1998), destaca la importancia de la polinización, aduciendo a que el radio de acción de los polinizadores define en sí una población.

5.13 Especies asociadas

En cuanto a asociación ecológica se ha observado que la especie desarrolla dos tipos interesantes, por un lado bajo los individuos adultos de *Podocarpus guatemalensis* se encuentran gran cantidad de especies heliófitas que en estado adulto generan copas grandes y densas (*Qualea paraensis*, *Vochysia ferruginea*). Mientras tanto en el dosel los individuos adultos que se desarrollan junto a *Podocarpus guatemalensis*, son especies que también están asociadas en la regeneración, pero que en estado adulto no se caracterizan por desarrollar copas grandes y densas.

A continuación en el Cuadro 5 se detalla las especies encontradas bajo los individuos adultos de *Podocarpus guatemalensis*.

Cuadro 5. Especies asociadas al *Podocarpus guatemalensis* a nivel de regeneración.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Annonaceae	<i>Xylopia sericophylla</i> Standll. L.O. Williams	Mangalarga	Arbol
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. Ex Mull. Arg.	Amarguillo	Arbol
Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i> Bar.Rodr	Leche de vaca	Arbol
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L) Done. Planch.	Fosforillo	Arbol
Arecaceae	<i>Asterogyne martiana</i>	Suita	Palma arbustiva
Arecaceae	<i>Bactris</i> sp	Viscoyol	Palma
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> A Aubl.	Pachira	Arbol
Burseraceae	<i>Tetragastis panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Canfin	Arbol
Caesalpinaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Tamarindo	Arbol
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambes	María	Arbol
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Botoncillo	Arbol
Chrysobalanaceae	<i>Liocania hypoleuca</i>	Cuero de sapo	Arbol
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp	Abrojo	Arbol
Euphorbiaceae	<i>Croton smithianus</i> Croizat.	Copalchí	Arbol
Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Manga larga	Arbol
Lecythidaceae	<i>Grias cauliflora</i> L.	Grias	Arbol
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Lengua de vaca	Arbusto o árbol pequeño
Melastomataceae	<i>Henriettea odorata</i> (Markgr.) Almeda	Henrietea	Arbol pequeño
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	Santa María	Arbol
Mimosaceae	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Briton , Rose	Lorito	Arbol
Mimosaceae	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Guanacaste blanco	Arbol
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp	Guaba	Arbol

Continuación del Cuadro 5.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp	Ojoche	Arbol
Moraceae	<i>Ficus</i> sp	Higerón	Arbol
Moraceae	<i>Naucleopsis naga</i> Pittier	Amargo	Arbol
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Virola	Arbol
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> sp	Tucuico	Arbol
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp	Eugenia	Arbusto
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Manú	Arbol
Papilionaceae	<i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record Mell	Almendro	Arbol
Papilionaceae	<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip.	Vatairea	Arbol
Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i> Donn. Sm.	Piche-pan	Arbol
Rubiaceae	<i>Borojoa panamensis</i> Dwyer	Borojoa	Arbol
Rubiaceae	<i>Ferdinandusa panamensis</i> Standl. L.O. Williams	Cafésillo	Arbol pequeño
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Guaitil	Arbol
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	Guayaba de mono	Arbol
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp	Labios de puta	Arbusto
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp	Copanea	Arbol
Sapotaceae	<i>Elaeoluma glabrescens</i> (Mart., Eichler) Abrév.	Carey	Arbol
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp	Sapotillo	Arbol
Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	Areno	Arbol
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Botarrama	Arbol.

En el Cuadro 6 se describen las especies que se desarrollan junto a los árboles adultos de *Podocarpus guatemalensis*

Cuadro 6. Especies asociadas con los individuos adultos de *Podocarpus guatemalensis*.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Ciusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambes	María	Arbol
Sapotaceae	<i>Elaeoluma glabrescens</i> (Mart., Eichler) Abrév. Carey		Arbol
Anonaceae	<i>Xylopia sericophylla</i> Standll. L.O. Williams	Mangalarga	Arbol
Caesalpinaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Tamarindo	Arbol
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp	Sapotillo	Arbol

5.14 Modelos arquitecturales

A continuación se describen los modelos arquitecturales propuestos para *Podocarpus guatemalensis*

En la Figura 18 se observa un modelo propio de un brinzal de *Podocarpus guatemalensis*.



Figura 18. Modelo arquitectural para los brinzales de *Podocarpus*

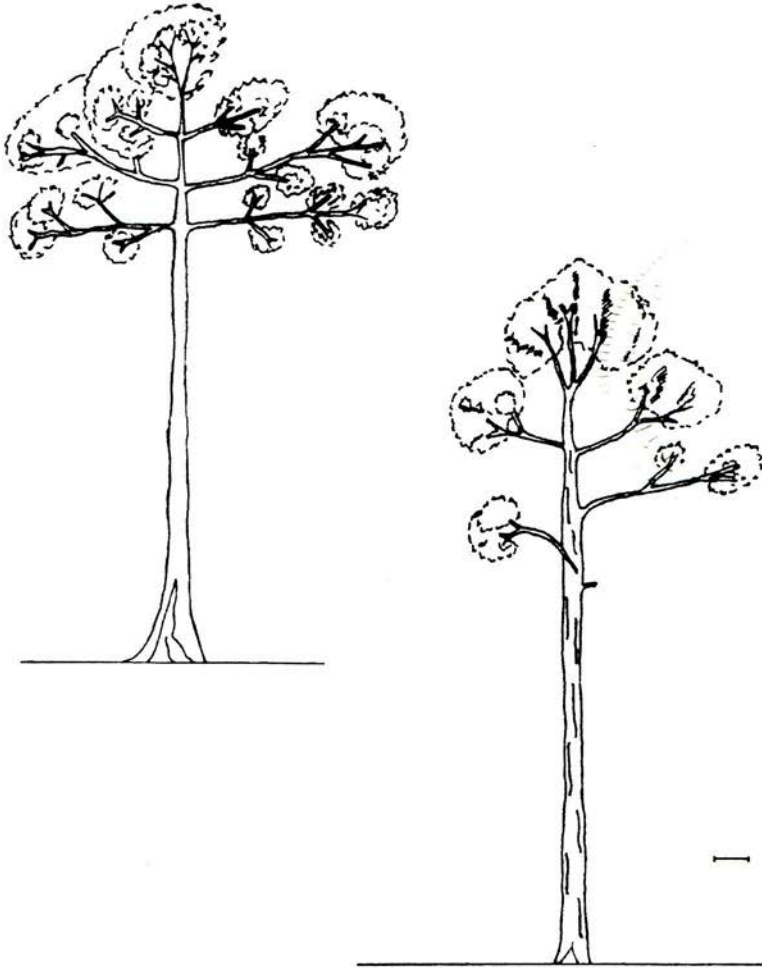


Figura 19. Modelos arquitecturales para los individuos adultos de *Podocarpus guatemalensis*.

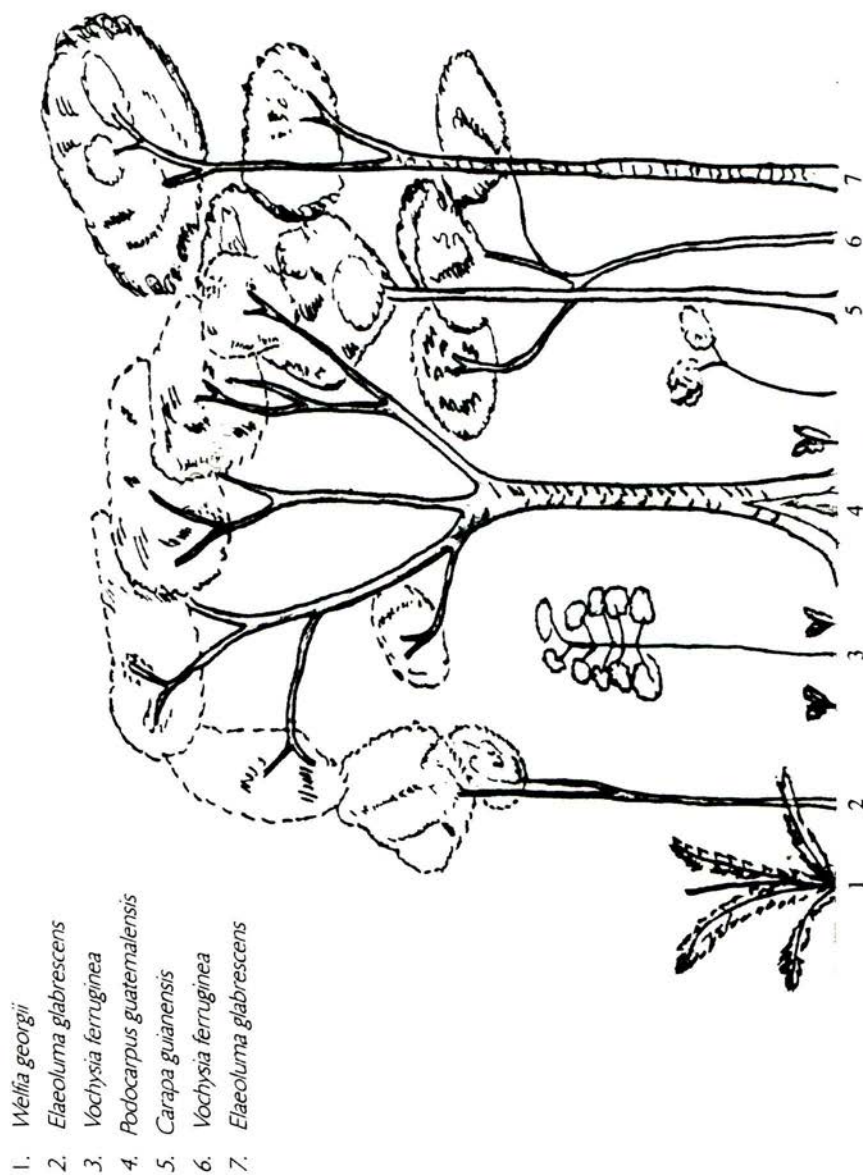


Figura 20. Perfil vertical en el que se desarrolla *Podocarpus guatemalensis*.

VI CONCLUSIONES

- En cuanto a su relación con otras especies *Podocarpus guatemalensis* prefiere especies que no representen una fuerte competencia por luz.
- En términos de reproducción, no se prevé como la especie va a lograr subsistir debido a que presenta un bajo número de individuos en las clases de regeneración inferiores.
- La perpetuación de la especie en el ambiente está condicionada a la cantidad de regeneración que se pueda establecer producto de la semilla producida por los árboles sexualmente activos actualmente.
- En cuanto al estado fitosanitario, no representa un problema debido a que la mayoría de los individuos cuentan con buena salud.
- La mayor cantidad de individuos cuenta con copas perfectas y buenas, por lo que no se prevé futuros problemas de desarrollo por carencia lumínica.
- Se observa como a medida que crecen los árboles aumentan sus requerimientos lumínicos.
- Se puede afirmar que *Podocarpus guatemalensis* en edades tempranas tiene un comportamiento de esciófita, mientras que en edades avanzadas se comporta como una heliófita.
- En cuanto a posición en la loma *Podocarpus guatemalensis* prefiere estar en la zona media alta o sea al 75% de la loma.
- La ubicación en la loma está fuertemente relacionada con las condiciones de drenaje.
- La principal condicionante para el desarrollo del *Podocarpus guatemalensis* es el drenaje.
- *Podocarpus guatemalensis* en cuanto a pendiente prefiere las menores a 40%.
- Es posible que en gran medida los campos agrícolas y las plantaciones forestales, así como los asentamientos humanos representen una fuerte barrera reproductiva para la especie.
- Si bien el establecimiento de regeneración depende en gran medida de las condiciones de micrositio, se ha demostrado que la posición y forma de copa son factores que también intervienen de manera importante en esta variable.
- Para que un estudio poblacional esté completo requiere de la fusión, tanto del área silvicultural como genética, de manera tal que se pueda establecer el estado real de una población.
- Se encontró que si bien el aprovechamiento forestal no perjudica directamente los individuos adultos de *Podocarpus guatemalensis* si afecta el establecimiento y crecimiento de la regeneración.
- La especie *Podocarpus guatemalensis* registra una población de 46 individuos en los reductos forestales más importantes de la zona de Boca Tapada de Pital. Su tamaño de población efectiva se mantuvo en 24 individuos, lo que la ubica como especie seriamente amenazada.

VII RECOMENDACIONES

- El hecho de que la población de una determinada especie cuente con un alto número de individuos reproductivamente activos, no garantiza que la perpetuación en el ambiente a largo plazo sea exitosa, debido a que no se conoce el grado de consanguinidad que estos presentan. La alta consanguinidad produce la degradación o erosión genética, ocasionando la manifestación de genes letales y susceptibilidad a enfermedades. Por eso es recomendable que a la hora de realizar un estudio de poblaciones, se tome en cuenta no solo el aspecto silvicultural sino también la variabilidad genética de los individuos.
- En Costa Rica fueron vedadas 18 especies debido a que se encontraban en peligro de extinción. Si bien esta condición ha beneficiado a la población, tan solo se toma en cuenta aquellos individuos potencialmente aprovechables y no la totalidad de la población. Es por eso que se recomienda realizar estudios cuantitativos y cualitativos en las categorías inferiores (Latizales y brinzales), tanto en las áreas intervenidas como en las que no se realizó ninguna corta, pudiendo así evaluar el impacto que tiene el aprovechamiento sobre el crecimiento y establecimiento de latizales y brinzales.
- Poder comprobar quien es el verdadero agente polinizador del *Podocarpus guatemalensis*, será solo por medio de un futuro estudio fenológico.
- El aprovechamiento ilegal de especies vedadas mediante la utilización de otros nombres comunes es una realidad nacional. Por tal motivo es recomendable que el Colegio de Ingenieros Agrónomos garantice que los Ingenieros con fe pública cuenten con la capacitación necesaria para reconocer la menos las especies vedadas tanto en pie como en troza de manera que se pueda controlar su tala ilegal.
- Es necesario conocer a fondo la fenología de las especies en peligro, debido a que de ello depende tanto la polinización como la producción de semilla.
- En lo referente a conservación in situ, es imprescindible que *Podocarpus guatemalensis* sea protegido en lugares como Zona Norte y Península de Osa, donde cuenta con una alta abundancia y un alto riesgo.
- Proponer al MINAE un programa de conservación de bosque para proteger las poblaciones remanentes de esta especie en la zona.

VIII. LITERATURA CONSULTADA

- ALVARADO, G. 1994. Historia natural antigua: los intercambios biológicos interamericanos. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Primera edición. Cartago Costa Rica. pp 73-75
- BOLAÑOS, R.; WATSON, V. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical. Hoja San Carlos. San José. Costa Rica.
- CLARK, D.; CLARK, D. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en el bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Rev. Biol. Trop.*, 35 (Supl.1): 41-54.
- CONDIT, D.; HUBBELS.; FOSTER, R. 1992. Short – Term Dynamics of a Neotropical forest. Change within limits. *BioScience* 42 (11): 822-828.
- DE STEVEN, D.; 1994. Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panamá. *Journal of Tropical Ecology* 10: 369- 383.
- GRIJPM, P. 1978. Producción forestal. Dirección general de educación tecnológica agropecuaria. FAO. México. 126.
- HARTSCHORN, G.; HAMMEL, B. 1994. Vegetation and Floristic Patterns. In Mac Dade L., K Bawa H. Hespenshiede y G. Hartschon (eds). *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. University of Chicago.
- HERRERA, W.; GOMEZ, L. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. Escala 1: 685000. Costa Rica.
- HOWARD, A.; VALERIO, J. 1992. A diameter class growth model for assessing the sustainability of silvicultural prescriptions in natural tropical forest. *Commonwelth Forestry Review* Volume 71 (3/4). p 171-177
- HUTCHISON. I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales. Informe técnico N° 204. CATIE. Publicación N° 7.
-

- JIMENEZ, Q. 1998. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. Segunda edición. Heredia, C.R. Instituto Nacional de la Biodiversidad. 163 p.
- JIMENEZ, Q.; POVEDA, L. 1996. Lista actualizada de árboles maderables de Costa Rica. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 36 p.
- JIMÉNEZ, Q.; RODRÍGUEZ, A.; ARROYO, P.; ESTRADA, A. 1996. Manual dendrológico de Costa Rica. Cartago, C.R. Taller de publicaciones Instituto Tecnológico de Costa Rica. 165p.
- JIMENEZ, Q. 1999. Consideraciones sobre el manejo y conservación de 18 especies forestales vedadas en Costa Rica. *Guaiacum sanctum* L. (Guayacán real) un caso particular de estudio. Tesis M.Sc. Universidad de Andalucía, Sede Antonio Machado, Baeza-Jaén. España.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas- posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-. Instituto de silvicultura de Gottingen. Traducido por Antonio Carrillo. Cooperación técnica de la República Federal Alemana. P 40-84
- LEIBUNDGUT, H. 1958: Introducción para un método de clasificación de árboles y cuidados de bosques. In: Congreso 12 IUFRO, Oxford.
- MALAVASSI, MADRIGAL. 1970. Manual de Estratigrafía de Costa Rica.
- MURILLO, O.; CAMACHO, P. 1998. Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Cartago, C.R. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 35 p.
- NAMKOONG, G.; BOYLE, T.; GREGORIUS, H.; JOLY, H.; SAVOLAINEM, O.; RATNAM, W.; YOUNG, A. 1996. Testing Criteria and Indicators for Assessing the Sustainably of Forest Management: Genetic Criteria and Indicators. Center International Forestry Research (CIFOR). No. 10 Jul 1996. 13 p.
- PEREZ, A.; SARUKHAN, J. 1982. La vegetación de la región de Pichucalco. Instituto de Biología de la UNAM. México D.F. México. pp 51-90
-

- VILCHEZ, B. 1998. Estudio de una población de *Peltogyne purpurea* (Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa. Tesis M. Sc. San José, C.R. Universidad de Costa Rica. 71 p.
- VILLEE, CL. 1996. Biología. Octava edición. Editorial Mcgraw-hill Interamericana S.A. México. p 217-234

